



INFORME FINAL

Versión 01

LICITACIÓN PÚBLICA
ID: 5420-16-LQ16

ANÁLISIS EVALUACIÓN DE RIESGOS MATRICES COPAQUILLA – CÓDIGO BIP Nº 30315122-0



ELABORADO PARA:

GOBIERNO REGIONAL
ARICA PARINACOTA

05 de enero de 2018



Índice

1. Resumen Ejecutivo	7
2. Introducción	12
3. Objetivos del Informe	13
3.1. Objetivo General.....	13
3.2. Objetivos Específicos del Informe	13
4. Informe I Plan de Muestreo - Resumen de información relevante	13
5. Informe de Avance II – Resumen de información relevante	13
6. Determinación de la Concentración de Contaminantes de Interés en Cuerpos de Agua, Eventualmente Afectados por la Presencia de los Contaminantes de Interés en el Suelo de la Localidad de Copaquilla (Objetivo Específico VII).	14
6.1. Plan de Muestreo de Agua	17
6.2. Ejecución del Plan de Muestreo	17
6.2.1. Muestras Agua y Sedimentos	17
6.3. Resultados de Agua y Sedimentos.....	23
6.3.1. Resultados de Parámetros in-situ para Agua	23
6.3.2. Resultados Análisis Químicos de Agua	24
6.3.3. Resultados de Análisis Químicos para Sedimentos	25
6.3.4. Procedimientos de Control y Aseguramiento de la Calidad	27
6.4. Análisis de Resultados de Agua	27
6.4.1. Análisis de Parámetros Físicoquímicos Medidos in-situ.....	27
6.4.2. Análisis de Resultados de Laboratorio. Comparación Análisis Químicos con Valores Background, entre Puntos muestreados y con Normas	27
6.4.3. Comparación con Resultados de Estudios Previos	33
6.5. Análisis de Resultados de Sedimentos	37
6.6. Posibilidades de Contaminación de Aguas Superficiales por Residuos de Copaquilla.41	
6.6.1. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Arrastre de Partículas de Residuos hacia la Cuenca del Río Seco y Hacia la Quebrada de Cardones.	42
6.6.1.1. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Arrastre de Partículas de Residuos a través de Q1, Q2, Q3 y Q4 hacia la Cuenca del río Seco.....	44
6.6.1.2. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Arrastre de Residuos a través del Dique Oeste hacia la Quebrada de Cardones.	58
6.6.2. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Disolución de Analitos por Efecto de Aguas Lluvias y por Generación de Drenaje Ácido.	68
6.7. Posibilidades de Contaminación de Aguas Subterráneas por Residuos de Copaquilla	72
6.8. Conclusiones.....	72
7. Resultados de Análisis de Ripios y Relaves Adicionales	74
8. Determinar los Niveles de Concentración de As, Cd, Cu, Pb, Zn, Cr y CN- en Matriz Aire, con el Objetivo de Definir el Riesgo Relativo a que estaría Sometida la Población Expuesta (Objetivo Específico III).	76
8.1. Plan de Muestreo de Material Particulado.....	77
8.2. Ejecución del Plan de Muestreo	77
8.3. Ubicación de los Puntos de Muestreo	78
8.4. Resultados	81
8.4.1. Material Particulado Respirable (MP ₁₀).....	81

8.4.1.1. Análisis Químico MP ₁₀	84
8.4.2. Material Particulado Sedimentable (MPS)	88
8.4.2.1. Análisis Químico MPS	90
8.4.3. Dirección y Velocidad del Viento	91
8.4.3.1. Sector Copaquilla Alto	91
8.4.3.2. Sector Comunidades.....	92
8.5. Procedimientos de Control y Aseguramiento de Calidad.....	94
8.6. Posibilidad de Contaminación de Matriz Aire con Material de Residuos.....	94
8.7. Conclusiones	96
9. Determinación de la o las Zonas de Riesgo por la Presencia de los Contaminantes de Interés en el Suelo de la Localidad de Copaquilla.....	96
9.1. Metodología	97
9.1.1. Definición del Problema.	97
9.1.2. Identificación de los Escenarios de Peligro.....	98
9.1.3. Estimación de la Probabilidad de que ocurra cada Escenario de Peligro por Contaminación.....	98
9.1.4. Estimación de la Severidad de las Consecuencias sobre los Receptores.	103
9.1.5. Desarrollo de Matriz de Riesgos por Contaminación a Personas.....	106
10. Evaluación y Análisis de los Riesgos a la Salud de la Población Expuesta, Debido a la Presencia de contaminantes en el Suelo de la Localidad de Copaquilla.	107
10.1. Método	108
10.2. Caracterización del SPPC	108
10.3. Evaluación de la Exposición	109
10.3.1. Receptores y Escenarios de Exposición.....	109
10.3.2. Identificación de Vías de Exposición	109
10.3.3. Determinación de Algoritmos para el Cálculo de Dosis de Exposición y Selección de Factores de Exposición.....	109
10.4. Caracterización del Riesgo.....	110
10.4.1. Elementos que Requieren Consideración	110
10.4.2. Desarrollo de Criterios Sitio-específicos y Evaluación de Riesgo	110
10.5. Análisis de Incertidumbre	113
10.6. Conclusiones.....	113
11. Evaluación y Propuesta de Plan de Acción de Corto, Mediano o Largo Plazo para los Medios que se Identifiquen en Riesgo.....	113
11.1. Medidas de Mitigación	117
11.1.1. De Corto Plazo	117
11.1.2. De Mediano y Largo Plazo	117
11.1.3. Medidas Transversales a la Realización de Cualquier Faena en el Lugar.....	118
11.2. Especificación de las Medidas	118
11.2.1. Cartografía de Ubicación de las Medidas Estructurales.....	122
11.2.2. Cronograma de Actividades Sugerido – Implementación Plan de Acción	123
12. Catastro de Población, Viviendas, Establecimientos Educativos y Servicios.	126
13. Línea Base del Componente Biótico (flora y fauna) del Sector a Estudiar y si esta fue Afectada por los Contaminantes.....	126
14. Sistematización de la información, en Plataforma Informática de Gestión de SPPC.	128
15. Bibliografía	129

16. ANEXOS.....131

Índice de figuras

Figura 1. Modelo Conceptual de SPPC.....	15
Figura 2. Componentes primarios del sistema en evaluación.	16
Figura 3. Quebradillas que llegan al Dique Oeste.	17
Figura 4. Puntos de muestreo aguas y sedimentos (acercamiento en Copaquilla).....	20
Figura 5. Puntos de muestreo aguas y sedimentos (puntos alejados de las comunidades). .	21
Figura 6. Comportamiento de precipitaciones acumuladas en mm/hora durante periodo 21 al 26 de febrero de 2016 en estación Belén.	22
Figura 7. Comportamiento de precipitaciones acumuladas en mm/hora durante periodo del 23 al 27 de febrero de 2017 en estación Belén.	23
Figura 8. Comparación de As total en muestras tomadas en época de lluvia y en época seca.	29
Figura 9. Comparación de As disuelto en muestras tomadas en época de lluvia y en época seca.	29
Figura 10. Comparación de arsénico en agua con norma NCh 1333. of78, para aguas de regadío.	30
Figura 11. Presentación esquemática de puntos de muestreo de agua y sus valores de As total (mg/L) promedio de las dos campañas.	31
Figura 12. Ubicación de muestras de agua SEREMI de Salud (2015) y estudio actual.	35
Figura 13. Resultados de análisis químicos para muestras de sedimentos.	37
Figura 14. Mapa de interpolación de As y Pb para la zona muestreada.....	38
Figura 15. Mapa de interpolación de Zn y Cu para la zona muestreada.	39
Figura 16. Concentración de los analitos en estudio en muestras de sedimentos en el lecho desde la zona alta del Río Seco hasta el Río San José en punto cercano a Ausipar. Se grafican los valores encontrados en este estudio (puntos Background, A2, A3, Q1, A4 y A7) y valores encontrado en el Mapa Geoquímico de Norte de Chile.	41
Figura 17. Línea divisoria de aguas en zona de residuos mineros.	44
Figura 18. Quebradas que podrían arrastrar residuos hasta el río Seco, cuando se producen escorrentías en Altos de Copaquilla. Ubicación de los diques.....	45
Figura 19. Comparación de imágenes de los residuos entre el año 1997, fotografía aérea del año 1997 (arriba), e imagen Google Earth del año 2017 (abajo).....	49
Figura 20. Comparación de zonas específicas que no muestran cambios observables. Fotografía aérea del año 1997 (izquierda), imagen Google Earth del año 2017 (derecha). ..	50
Figura 21. Puntos de muestreo de sedimentos en quebradas Q1 a Q4, sin escorrentías.	51
Figura 22. Comparación concentración de analitos en las Quebradas Q1 a Q4 con Ripios. ..	54
Figura 23. As y Pb en sedimentos de Q4 a Q1, en drenaje sin escorrentías.....	54
Figura 24. Zn, Cu y Cr en sedimentos de Q4 a Q1, en drenaje sin escorrentías.	55
Figura 25. Delimitación de las quebradas según líneas divisorias de agua y áreas de residuos ubicadas en cada quebrada (achuradas).	56
Figura 26. Quebradillas hacia Quebrada de Cardones. Todas las que tienen contacto con residuos, drenan hacia el dique oeste. El camino indicado actúa como pretil de contención de posibles arrastres hacia el dique oeste (flecha indica pendiente).....	59

Figura 27. Detalle quebradilla principal de aportes de residuos al dique oeste. Las letras y flechas tienen relación con la Figura 25. Lugar y dirección en que fueron tomadas las fotografías.....	60
Figura 28. Detalle de la quebrada principal que contiene residuos mineros y que llega al dique oeste. El material de color más claro corresponde a relave. Las letras tienen relación con la Figura 27.	61
Figura 29. Vista de la entrada al dique oeste, desde la posición indicada en la Figura 27.....	62
Figura 30. Dique Oeste, construido con material granular proveniente del suelo natural del sector.	62
Figura 31. Comparación de puntos específicos que muestran, a modo de ejemplo, que no ha habido cambios observables en los residuos. Fotografía aérea del año 1997 (izquierda), imagen Google Earth del año 2017 (derecha).	64
Figura 32. Puntos de muestreo en quebrada principal de aporte de residuos al dique oeste, en el dique oeste, después del dique oeste y en un punto background fuera de la influencia de posibles arrastres de residuos.	65
Figura 33. Concentraciones muestras tomadas en zona de dique oeste.	67
Figura 34. Puntos de muestreo para test de lixiviación y test ABA.	69
Figura 35. Puntos de muestreo ripios y relaves.....	75
Figura 36. Representación de la ubicación de las dos Estaciones de Monitoreo.	79
Figura 37. Ubicación EM1- Copaquilla Alto.....	80
Figura 38. Ubicación EM2- Copaquilla Bajo.	80
Figura 39. Resultados gravimétricos.....	82
Figura 40. EM1, EM2 sobre representación de las concentraciones de PM10 máximo en 24 horas obtenidas mediante simulación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	83
Figura 41. Depositación (MPS) anual (gr/m^2).	89
Figura 42. Tabla de frecuencias y rosa de los vientos del sector de Copaquilla Alto	91
Figura 43. Velocidades medias horarias en sector de Copaquilla Alto	92
Figura 44. Tabla de frecuencias y rosa de los vientos del sector de Comunidades.....	93
Figura 45. Velocidades medias horarias en sector de Comunidades	94
Figura 46. Máxima ingesta de Pb para un niño de 15 kg de peso, según concentración de Pb. El criterio se establece asumiendo que un niño jugando en el suelo puede “comer” 100 mg/día.....	112
Figura 47. Zona a intervenir-Residuos mineros en Altos de Copaquilla.	116
Figura 48. Ubicación de las medidas de mitigación estructurales.....	122

Índice de tablas

Tabla 1. Concentraciones promedio de los analitos de interés en las matrices ambientales - Copaquilla.	8
Tabla 2. Concentraciones promedio de los analitos de interés en el SPPC – Residuos mineros en Copaquilla Alta.	9
Tabla 3. Puntos de muestreo para aguas y sedimentos	19
Tabla 4. Mediciones de parámetros in-situ.	23
Tabla 5. Resultados análisis de aguas.	24
Tabla 6. Límites de detección de analitos.	25
Tabla 7. Resultados análisis de sedimentos.....	26

Tabla 8. Proporción de arsénico disuelto.	28
Tabla 9. Resumen de las concentraciones de los analitos de interés en la matriz agua obtenidas en todos los estudios realizados en Copaquilla.	33
Tabla 10. Resumen de los analitos de interés del análisis de agua realizado, SEREMI de Salud 2015.	36
Tabla 11. Resumen de la situación de las quebradas Q1 a Q4, en relación a su posibilidad de arrastre de residuos por aguas lluvia.....	47
Tabla 12. Ubicación y resultados de muestras de sedimentos en quebradas Q1 a Q4.....	52
Tabla 13. Relación de volumen de agua que caen sobre los residuos respecto al volumen de agua que cae sobre la quebrada en que se ubican y respecto al total drenado por la cuenca del río Seco aguas arriba desde el punto en que desemboca la quebrada respectiva.....	56
Tabla 14. Resultados de análisis químico en sedimentos y residuos mineros en quebrada principal de aportes al dique oeste, en el dique oeste, después del dique oeste y en un punto background para las quebradillas.	66
Tabla 15. Comparación de volúmenes de agua caída sobre los residuos y sobre la cuenca del río Lluta en distintos puntos de interés.	68
Tabla 16. Resultados test de lixiviación SPLP y comparación con la norma.....	69
Tabla 17. Resultados Test ABA.....	71
Tabla 18. Resultados para muestras de rípios.	74
Tabla 19. Resultados para muestras de relaves.....	75
Tabla 20. Coordenadas de la ubicación de las estaciones de monitoreo de aire.	78
Tabla 21. Resultados de gravimetría a filtros de MP ₁₀ , estación EM1.....	81
Tabla 22. Resultados de gravimetría a filtros de MP ₁₀ , estación EM2.....	81
Tabla 23. Caracterización química de MP ₁₀ discreto - Estación Copaquilla Alto (EM1).	84
Tabla 24. Caracterización química de MP ₁₀ discreto - Estación Copaquilla Bajo (EM2).	84
Tabla 25. Límites permitidos de concentración de los analitos de interés en MP ₁₀ , normas de referencia y riesgos para la salud de las personas.....	86
Tabla 26. Resultados de gravimetría a filtros de MPS.	88
Tabla 27. Resultados de caracterización química de MPS.....	90
Tabla 28. Límites de concentración permitidos para MPS.	90
Tabla 29. Resumen de los parámetros del viento en el sector Copaquilla Alto.	91
Tabla 30. Resumen de los parámetros del viento en el sector de Comunidades.....	93
Tabla 31. Escenarios de peligro de contaminación en botaderos de rípios de lixiviación.....	98
Tabla 32. Estimación de escenarios de peligro y su probabilidad de ocurrencia para acopios “Botaderos de rípios de Lixiviación”, Rípios y Pilas.	100
Tabla 33. Estimación de la severidad de las consecuencias para personas por escenarios de peligro para “Botaderos de rípios de Lixiviación”, Rípios y Pilas.	104
Tabla 34. Resultados de Matriz de Evaluación de Riesgos.	106
Tabla 35. Resumen Estadístico para residuos.....	110
Tabla 36. Valores Umbrales de Concentraciones para Exposición Crónica y Aguda.....	111

1. Resumen Ejecutivo

El objetivo general de este estudio es evaluar el riesgo a la salud de las personas por la presencia de contaminantes en el suelo de la localidad de Copaquilla, aplicando el proceso metodológico que presenta la Guía para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (MMA, 2013)¹ y se enmarca en la resolución del problema identificado, por las autoridades regionales, como el abandono de acopios mineros sin considerar un plan de cierre adecuado de la faena minera que operó en el sector Copaquilla Alta.

A partir de este objetivo general, se desprenden una serie de objetivos específicos los que se fueron cumpliendo durante el desarrollo del estudio, el que contempló en su etapa inicial la recopilación de la información existente, reconocimiento de las características geográficas, hidrológicas y geológicas del área de influencia del estudio, el estudio de los residuos mineros abandonados (origen, mineralogía, procesos), el catastro poblacional del sector, entre otros, todos los que dieron paso al modelo conceptual necesario para establecer la existencia o no de rutas de transporte (dadas por la geografía, geología y climatología del lugar)² de elementos nocivos desde la fuente (SPPC) hacia los eventuales receptores, identificados como los habitantes de Pueblo de Mallku (en Copaquilla Alta) y las localidades de Copaquilla y Trigo Pampa (en Copaquilla Baja).

En este informe se presenta la información de la concentración de los elementos potencialmente contaminantes presentes en el SPPC, en las diferentes matrices ambientales (suelo, aire y agua) en el sector de Copaquilla, su relación con esta potencial fuente de contaminación y los posibles efectos que generaría sobre las personas potencialmente expuestas.

De esta forma se determinaron, para los analitos de interés identificados como arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn), cromo (Cr) y cianuro (CN), los niveles naturales o *background* de las concentraciones de estos elementos en las matrices suelo y agua presentes en la localidad de Copaquilla, y se llevó a cabo un muestreo matricial del sector analizando la composición química de cada muestra.

El análisis de la caracterización química realizada, permitió descartar las eventuales rutas² de transporte de elementos nocivos desde el SPPC hacia los potenciales receptores. Por lo que, de acuerdo al Modelo Conceptual desarrollado, ninguna de las matrices ambientales del territorio en que se localizan las comunidades se ve afectada en forma significativa por la presencia del SPPC en estudio.

Un resumen de los resultados promedio se presenta en la Tabla 1. En la Tabla 2, se puede revisar las concentraciones promedio en que los analitos de interés se encuentran presentes en los residuos mineros.

¹ Resolución Exenta 406 de 15 de mayo de 2013.

² Se evaluó la posibilidad de que las precipitaciones, puedan conducir los contaminantes a través de cursos de agua superficial y/o subterránea (por percolación) o por arrastre de material sólido que pueda llegar a depositarse en el suelo de las comunidades, y el viento a través de la dispersión por aire del material erosionado.

Tabla 1. Concentraciones promedio de los analitos de interés en las matrices ambientales - Copaquilla.

Analito	Niveles <i>background</i>			Suelo mg/Kg	Agua ³ mg/L	Sedimentos mg/Kg	Aire		Localización
	Suelo mg/Kg	Agua ³ mg/L	Sedimentos ⁴ mg/kg				MP ₁₀ µg/m ³ N	MPS mg/m ² /día	
Arsénico (As)	3,60			2,01			<0,33	0,0008	Copaquilla Alta SPPC Suelo natural bajo el SPPC
Cadmio (Cd)	0,685			0,448			<0,11	----	
Cianuro (CN)	0,68			0,53			----	----	
Cobre (Cu)	9,57			6,89			0,88	0,007	
Cromo (Cr)	5,66			BLD			<0,06	0,0010	
Plomo (Pb)	7,95			5,55			<0,17	0,0030	
Zinc (Zn)	BLD			BLD			0,1100	0,0077	
Arsénico (As)	3,60			3,48					Copaquilla Alta Pueblo de Mallku
Cadmio (Cd)	0,685			BLD					
Cianuro (CN)	0,68			0,72					
Cobre (Cu)	9,57			7,19					
Cromo (Cr)	5,66			5,49					
Plomo (Pb)	7,95			10,94					
Zinc (Zn)	BLD			BLD					
Arsénico (As)	6,92	0,00055	41,5	33,84	0,037	39,5	<0,33	----	Copaquilla Baja Localidad de Copaquilla
Cadmio (Cd)	BLD	BLD	0,300	0,760	BLD	BLD	<0,11	----	
Cianuro (CN)	0,83	BLD	BLD	0,81	BLD	BLD	----	----	
Cobre (Cu)	20,12	BLD	35,7	28,44	BLD	33,6	0,22	0,003	
Cromo (Cr)	6,58	BLD	7,2	8,17	BLD	11,0	<0,06	0,0105	
Plomo (Pb)	8,18	BLD	14,5	10,58	BLD	9,8	<0,17	0,0004	
Zinc (Zn)	36,09	BLD	17,1	68,86	BLD	46,5	<0,06	0,0029	

³ Promedio de época de lluvia y época seca.

⁴ Promedio de época de lluvia y época seca

Analito	Niveles <i>background</i>			Suelo mg/Kg	Agua ³ mg/L	Sedimentos mg/Kg	Aire		Localización
	Suelo mg/Kg	Agua ⁵ mg/L	Sedimentos ⁶ mg/kg				MP ₁₀ µg/m ³ N	MPS mg/m ² /día	
Arsénico (As)	6,92	0,00055	41,5	17,98	0,066	46,1	<0,33	----	Copaquilla Baja Localidad de Trigo Pampa
Cadmio (Cd)	BLD	BLD	0,300	0,840	BLD	0,544	<0,11	----	
Cianuro (CN)	0,83	BLD	BLD	0,84	BLD	BLD	----	----	
Cobre (Cu)	20,12	BLD	35,7	24,89	BLD	78,3			
Cromo (Cr)	6,58	BLD	7,2	7,10	BLD	12,1	<0,06	0,0105	
Plomo (Pb)	8,18	BLD	14,5	9,21	BLD	7,7	<0,17	0,0004	
Zinc (Zn)	36,09	BLD	17,1	81,46	BLD	93,9	<0,06	0,0029	
Arsénico (As)		0,00055	41,5		0,24	151,2			Copaquilla Baja Vertientes
Cadmio (Cd)		BLD	0,300		BLD	0,450			
Cianuro (CN)		BLD	BLD		BLD	BLD			
Cobre (Cu)		BLD	35,7		BLD	35,9			
Cromo (Cr)		BLD	7,2		BLD	13,6			
Plomo (Pb)		BLD	14,5		BLD	8,8			
Zinc (Zn)		BLD	17,1		BLD	45,5			

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados entregados por el laboratorio.

Tabla 2. Concentraciones promedio ponderado ⁷ de los analitos de interés en el SPPC – Residuos mineros en Copaquilla Alta.

Residuos mineros SPPC – Fuente							Unidad de medición
Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cianuro (CN)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Plomo (Pb)	Zinc (Zn)	
324	1,16	9,6	368	17	854	311	mg/Kg
Material particulado							
<0,33	<0,11	----	0,88	<0,06	<0,17	0,11	MP ₁₀ µg/m ³ N
0,0008	----	----	0,007	0,0010	0,0030	0,0077	MPS mg/m ² /día

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados entregados por el laboratorio.

⁵ Promedio de época de lluvia y época seca.

⁶ Promedio de época de lluvia y época seca

⁷ Para el cálculo del promedio ponderado, se estima que los residuos están constituidos por 95% de rípios y 5% de relaves.

Las concentraciones en que encuentran los analitos en las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa son concordantes con las obtenidas en estudios anteriores y presentan niveles de arsénico (As) por sobre las de muestras *backgrounds*.

Considerando, que la razón⁸ entre las concentraciones con que se presentan dichos elementos en los residuos mineros abandonados no se replica en el sector de las comunidades y que al no verificarse la trilogía fuente-ruta-receptor, las matrices ambientales de aire, suelo y agua no se ven afectadas por los mismos, se recomienda investigar con mayor profundidad el origen de esta anomalía.

Con el objeto de establecer la o las Zonas de Riesgo por la presencia de los residuos mineros se aplicó la metodología propuesta en el “Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)” (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008)⁹, la que concluyó que no hay riesgos significativos para las comunidades de Copaquilla, Trigo Pampa y Pueblo de Mallku y que la única zona que requiere de un análisis detallado para establecer los reales riesgos para la salud de las personas es en la zona en que estos se encuentran presentes.

Para ello se realizó un estudio de riesgos para la salud, aplicado a la zona de residuos, donde se consideró varios escenarios hipotéticos en base a lo indicado en la Guía para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes, en adelante Guía SPPC (MMA, 2013)¹.

Los resultados de esta evaluación, concluyen que el riesgo¹⁰ más relevante es la exposición aguda, que se traduce en **la posible ingesta de residuos en el sitio de emplazamiento de los residuos mineros abandonados**. Los analitos críticos corresponden al plomo (Pb), en primer lugar, y el arsénico (As) en segundo.

Por otro lado, la línea base del componente biótico (flora y fauna) del sector en estudio, que en esta instancia se realiza comparando la biodiversidad existente en el propio SPPC con antecedentes bibliográficos, y la presencia de flora y fauna en el entorno inmediato del sitio, permite observar una muy baja riqueza y abundancia de flora (ocho especies) y fauna (un reptil, dos mamíferos y seis aves) en el área de los residuos mineros, a diferencia del entorno inmediato que sustenta una considerable biodiversidad de flora y fauna, lo que resulta esperable dado las condiciones abióticas presentes en el lugar desde los inicios de la operación de la faena minera que abandonó los residuos en Copaquilla Alta.

En resumen, el análisis del riesgo para la salud de las personas determinó la existencia de un riesgo potencial en el escenario de exposición aguda, específicamente por ingesta de residuos, especialmente en el caso de niños por ser los más expuestos. Este riesgo se

⁸ Observar por ejemplo para la matriz suelo, que la razón As/Pb: 0,50 en el SPPC y As/Pb: 3,20 en Copaquilla y 1,95 en Trigo Pampa, indica que para concluir que el As presente en el suelo de esas localidades proviene de los residuos mineros, debería haberse encontrado al menos cuatro veces más Pb en el suelo de las localidades.

⁹ Política pública para la prevención y remediación de pasivos ambientales mineros en Chile previo a la implementación de la Ley 20.551 (Ministerio de Minería, 2011).

¹⁰ Riesgo: **Probabilidad de ocurrencia** de un efecto adverso en las personas o en el medio ambiente. Definición extraída de la Resolución Exenta 406 de 15 de mayo de 2013, con énfasis agregado.

produciría en personas que al transitar por el lugar decidan recorrer el SPPC en desconocimiento de la toxicidad de su ingesta.

Con el objetivo de prevenir este suceso se presenta a modo de proposición, un plan de acción que permita reducir el área en que se encuentran los residuos, así como informar sobre los riesgos existentes en el lugar.

El estudio, “Análisis Evaluación de riesgos Matrices Copaquilla” permite a las autoridades del Gobierno Regional y a la SEREMI del Medio Ambiente, ambos de la Región de Arica y Parinacota, terminar el proceso de evaluación y análisis del SPPC, identificado en el Informe Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes en la Región de Arica y Parinacota (2015), con la glosa CIIU 6302 “Ripios y Relaves, Acopios Copaquilla” y avanzar en la gestión del financiamiento para la implementación del Plan de Acción¹¹ que se propone, el que se desarrolla en consideración de evitar la exposición de los transeúntes al riesgo identificado y con la finalidad de minimizar la percepción de peligro en los habitantes del área de influencia del sitio.

Se destaca, que durante el proceso de evaluación y análisis del SPPC en sus distintas fases se ha realizado diferentes actividades de comunicación¹² del riesgo, en las que se ha contado con la interacción e intercambio de información entre los actores sociales relevantes (comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa, ex trabajadores de la Planta PROMEL, instituciones involucradas en los procesos de la remediación ambiental y autoridad gubernamental, entre otros). De estas actividades, se entrega los registros de la realización de talleres informativo/colaborativos en los que los involucrados manifestaron su posición respecto a la percepción del riesgo, sus expectativas y nivel de confianza ante los resultados de este estudio, los que finalmente se presentarán en un Seminario que abordará los resultados contenidos en este informe en un contexto socio-ambiental.

¹¹ Para la implementación de las acciones propuestas se deben utilizar técnicas de contención tendientes a aislar el sitio mediante la generación de barreras físicas de conocido uso y desarrollo costo-eficientes y accesibles.

¹² Realización de talleres tendientes a informar a la comunidad e involucrados sobre la situación del SPPC.

2. Introducción

Este documento corresponde al informe final de la consultoría "**Análisis Evaluación de Riesgos Matrices de Copaquilla, código BIP N° 30315122-0**", elaborado por la UTP Altoya Ltda.– Brandt Medio Ambiente Ltda., de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas por el Gobierno Regional de Arica y Parinacota en Licitación Pública ID: 5420-16-LQ16.

En esta etapa de la evaluación de riesgos matrices de Copaquilla se realiza, en concordancia con lo solicitado en las bases administrativas que rigen el contrato entre las partes, las actividades pendientes de la Fase II del estudio del SPPC, las que básicamente corresponden al análisis de los resultados de las matrices agua y aire, la línea base del componente biótico, catastro poblacional y de viviendas, como también, la complementación de información primaria de los residuos mineros que esta consultora estimó necesaria para su adecuada caracterización.

De esta forma, se realizó una segunda campaña de muestreo de aguas y sedimentos, el muestreo de material particulado respirable (MP₁₀) y sedimentable (MPS), con sus respectivos análisis químico para cuantificar las concentraciones de los analitos de interés en las matrices agua y aire. A su vez se efectuaron campañas de terreno para levantamiento de la línea base de flora y fauna, y el catastro poblacional y de viviendas presentes en el área de influencia del SPPC.

Adicionalmente, se analizó sedimentos en Copaquilla Alta y se realizaron nuevas pruebas de lixiviación y análisis químicos de los residuos mineros, en sectores no muestreados en la etapa inicial.

Con todos estos antecedentes, se abordó la Fase III - Evaluación del Riesgo y Plan de Acción de Guía para la Gestión de SPCC (MMA, 2013)¹ y de esta manera se evaluó el riesgo para la salud de las personas en base a lo indicado en la mencionada guía. Las zonas de riesgo se delimitaron empleando la metodología propuesta en el "Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)" (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008)¹³.

Finalmente, se presenta un plan de acción proponiendo medidas de mitigación de corto, mediano y largo plazo.

¹³ Política pública para la prevención y remediación de pasivos ambientales mineros en Chile previo a la implementación de la Ley 20.551 (Ministerio de Minería, 2011).

3. Objetivos del Informe

3.1. Objetivo General

El objetivo general del informe es la evaluación y análisis de los riesgos a la salud de la población expuesta, debido a la presencia de contaminantes en el suelo de la localidad de Copaquilla y la presentación de un plan de acción, si corresponde.

3.2. Objetivos Específicos del Informe

- Determinación la concentración de contaminantes de interés en cuerpos de agua, eventualmente afectados por la presencia de los contaminantes de interés en el suelo de la localidad de Copaquilla.
- Evaluación y análisis de los riesgos a la salud de la población expuesta, debido a la presencia de contaminantes en el suelo de la localidad de Copaquilla.
- Determinación de la o las Zonas de Riesgo por la presencia de los contaminantes de interés en el suelo de la localidad de Copaquilla.
- Evaluación y propuesta de Plan de acción de corto, mediano o largo plazo (según corresponda) para los medios que se identifiquen en riesgo.
- Catastro de población, viviendas, establecimientos educacionales y servicios.
- Línea Base del componente Biótico (flora y fauna) del sector a estudiar y si esta fue afectada por los contaminantes.
- Sistematización de la información, en Plataforma Informática de Gestión de SPPC.

4. Informe I Plan de Muestreo - Resumen de información relevante

Esta etapa del estudio contempló las actividades iniciales de la evaluación preliminar del sitio con potencial presencia de contaminantes, Fase II de Guía para la Gestión de SPPC (Ministerio del Medio Ambiente, 2013), cuyo objetivo final apunta a comprobar o rechazar la presencia de contaminantes en el área de estudio, por medio de la definición de la existencia o no de elementos contaminantes en la fuente y la existencia de receptores.

En el Informe I se desarrolla un plan de muestreo inicial de agua y suelo en el área de estudio, a través del diseño de un modelo conceptual que permita analizar la hipótesis preliminar de posible contaminación a partir de la existencia de una fuente (SPPC en estudio), ruta (condiciones geográficas, hidrológicas, geológicas y meteorológicas del lugar), que permita el traslado de elementos nocivos hacia los eventuales receptores (comunidades).

5. Informe de Avance II – Resumen de información relevante

En este informe se recopila y sistematiza la información disponible del área de influencia del SPPC, presenta un estudio histórico, en el que se reconstruye el proceso de operación de la mina, se realiza la sistematización de los diversos estudios e informes, principalmente de servicios públicos, y se valida el modelo conceptual entregado en el Informe I Plan de Muestreo. Luego se aborda el estudio del medio físico del área de influencia, para lo cual se

compila la información primaria y secundaria de las matrices aire, suelo y aguas, con el objeto de analizar su relación con los posibles contaminantes.

Finalmente se aborda la investigación confirmatoria de la existencia o no de elementos contaminantes en la matriz ambiental suelo, analizando si su procedencia es atribuible al SPPC y si de algún modo han sido afectadas las localidades ubicadas en el área de influencia de éste, lo que se realizó luego del estudio de los resultados de los análisis químicos que se presentan en el mismo informe.

Principalmente se concluye que en los suelos de las localidades de Copaquilla y Trigo Pampa existe un nivel de arsénico por sobre el obtenido en el punto *background* y que este no tiene relación con los residuos ubicados en Altos de Copaquilla, al no encontrarse relación entre la composición química de los suelos y de los residuos, como tampoco encontrar una ruta que pudiese transportar dichos residuos hasta los suelos de las localidades mencionadas. Se concluye, además, que los niveles de arsénico observados posiblemente tengan origen natural, dado que en el sector existe una alteración hidrotermal que acompaña la falla Belén – Copaquilla – Tignamar. En relación al suelo del Pueblo de Mallku, las concentraciones de todos los analitos se encuentran en los niveles del *background*, por lo que tampoco se establece relación con los residuos (Informe II, punto 6.3. página 85).

6. Determinación de la Concentración de Contaminantes de Interés en Cuerpos de Agua, Eventualmente Afectados por la Presencia de los Contaminantes de Interés en el Suelo de la Localidad de Copaquilla (Objetivo Específico VII).

De acuerdo al Modelo Conceptual (Figura 1), las aguas superficiales que podrían ser afectadas por arrastre mecánico de residuos mineros son fundamentalmente las aguas del río Seco. La ruta para afectar al río Seco serían las quebradillas que conectan los residuos con el río. Estas se muestran en la Figura 2 y se denominan, en este estudio, como quebradas Q1, Q2, Q3 y Q4.

Como se mencionara en el Informe I, punto 4.2.1, sólo las escorrentías generadas en la quebrada Q1 podrían afectar al río Seco en la zona de comunidades. Esta desemboca en frente de la Comunidad de Trigo Pampa, a unos 6 metros bajo el nivel de los suelos agrícolas de esa comunidad. Por otra parte, las aguas de regadío se captan en una bocatoma que se encuentra en la comunidad de Copaquilla, aproximadamente a 500 m aguas arriba del punto de llegada de la quebrada Q1 al río Seco.

Las quebradas Q2, Q3 y Q4, desembocan en el río Seco después de la Quebrada Luco, por lo tanto, no tienen ninguna incidencia sobre las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa.

Por otra parte, las escorrentías se pueden producir sólo en los períodos de lluvias de verano.

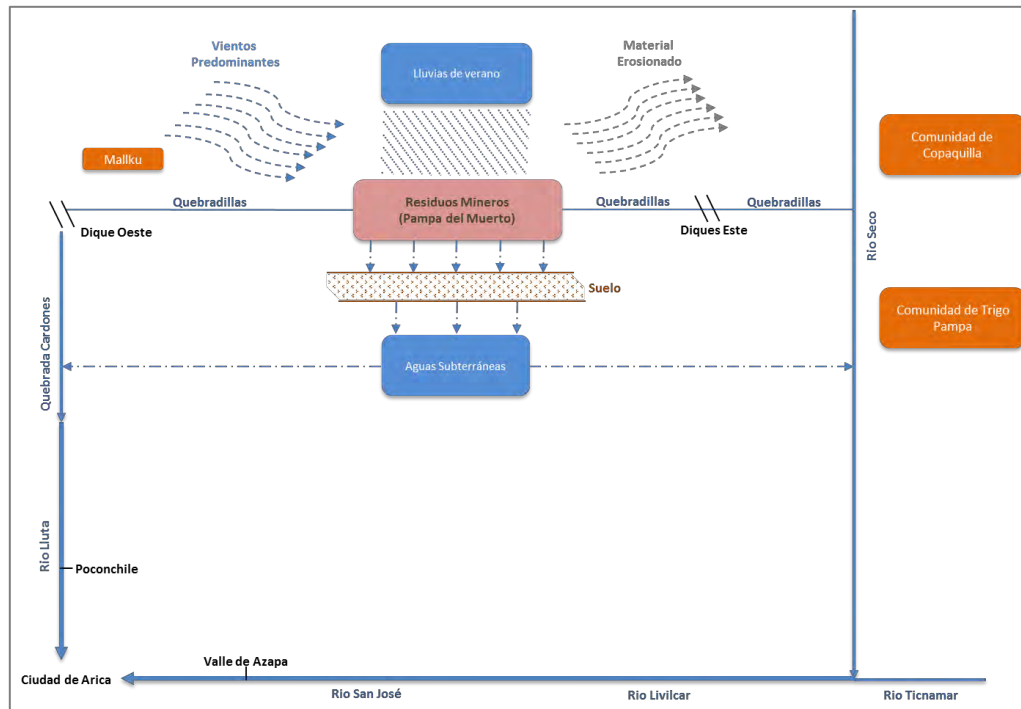


Figura 1. Modelo Conceptual de SPPC.

Fuente. Elaboración propia a partir de modelo conceptual efectuado por Tribunal Ambiental (2015) en el expediente de la causa Rol D-03-2013.

Respecto a las quebradillas que dan hacia el lado oeste, todas aquellas que podrían arrastrar residuos drenan al Dique Oeste, como se muestra en la Figura 3.

De acuerdo a lo señalado, se planificó el muestreo de aguas y sedimentos que se detalló en el Informe I Plan de Muestreo, punto 6, el que sufrió algunas modificaciones que se indican en el punto siguiente.

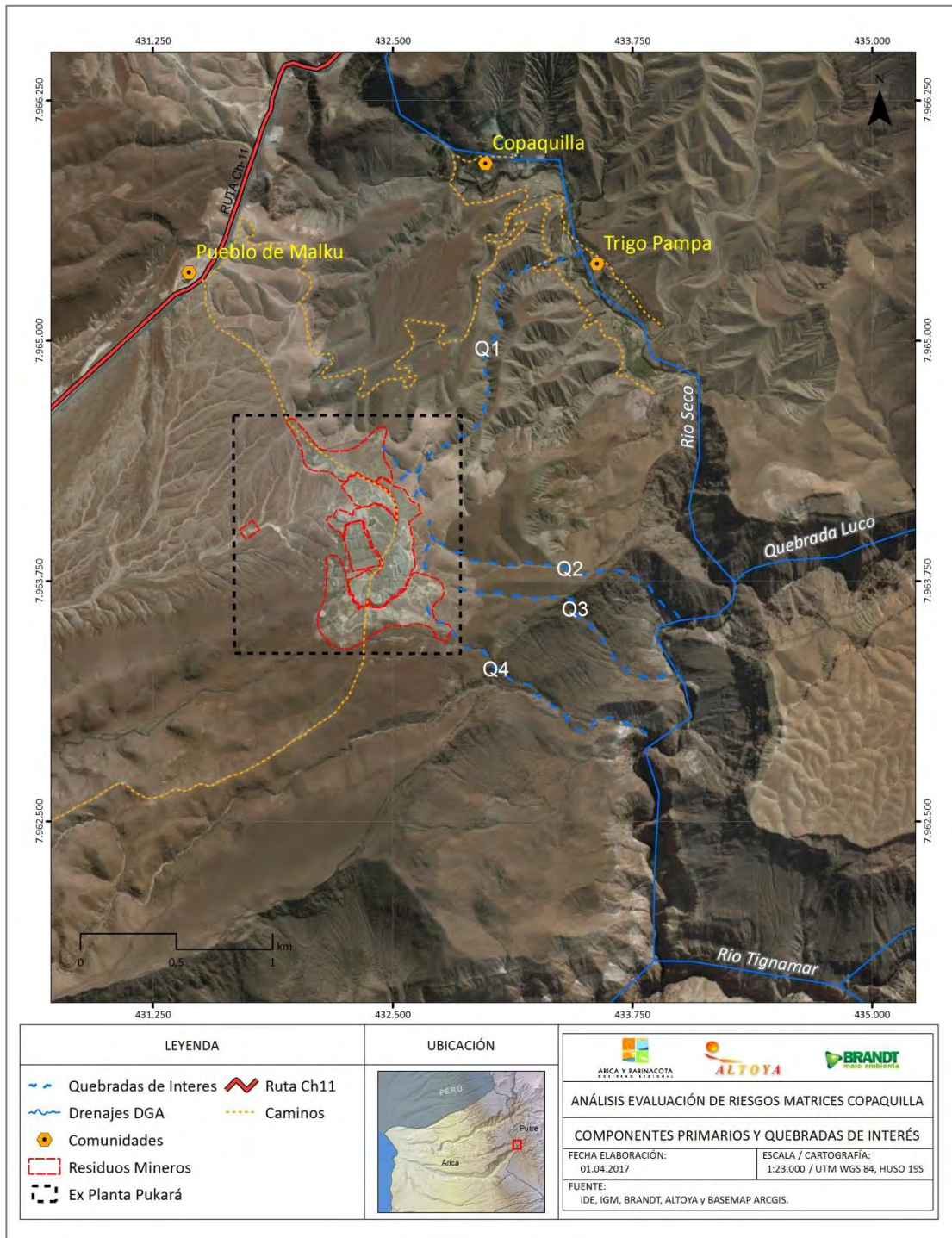


Figura 2. Componentes primarios del sistema en evaluación.

Fuente: Elaboración propia a partir de *Basemap* ArcGIS.



Figura 3. Quebradillas que llegan al Dique Oeste.

Fuente: Elaboración propia a partir de Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

6.1. Plan de Muestreo de Agua

El muestreo de agua se realizó, siguiendo el plan establecido en el Informe I Plan de Muestreo, con algunas variaciones en los puntos y en su nomenclatura, derivados de cambios que surgieron en el terreno durante su ejecución.

El plan de muestreo consideró la toma de muestras en la época de lluvias estivales (de diciembre a marzo) y en época seca (de abril a noviembre).

El muestreo en época de lluvia tenía por objeto principal evaluar la incidencia que pudiera tener las escorrentías producidas en la quebrada Q1 en las aguas del río Seco.

Para efectos de claridad, y de concordancia con el informe de Algoritmo, se conservará la nomenclatura utilizada en su informe, la que se describe en el punto siguiente. Al muestreo de agua se agregó el de sedimentos, el que se realizó en los mismos puntos y consistió en la recolección de material desde el borde del cauce de los distintos cursos de agua.

6.2. Ejecución del Plan de Muestreo

6.2.1. Muestreos Agua y Sedimentos

Los muestreos de agua y sedimentos fueron realizados por el laboratorio Algoritmos. El primero de ellos, en época de lluvias estivales, los días 7 y 8 de febrero del 2017. El segundo se realizó en época seca, entre días 04 y 06 de octubre de 2017.

Detalles de los métodos de muestreo y analíticos se encuentran en los informes “Muestreo y Análisis para las Componentes Ambientales de Sedimentos y Agua, Localidad de Copaquilla” y “Muestreo y Análisis de Componentes Ambientales de Suelo y Agua Proyecto Copaquilla” elaborados por Algoritmos (2017) para Altoya–Brandt Meio Ambiente (Anexo 1).

En relación a los puntos muestreados, estos fueron ratificados o modificados, respecto de los indicados en el Informe I Plan de Muestreo, según las condiciones de terreno que se encontraron en el momento de su ejecución. Los puntos definitivos y su nomenclatura final fueron los siguientes:

- A0:** Agua vertiente para bebida, no considerada en plan de muestreo inicial
- A1:** Agua de vertiente para regadío, no considerada en plan de muestreo inicial
- A2:** Zona norte quebrada de Copaquilla, antes de intervenciones antrópicas de comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa. A1 en plan de muestreo inicial
- A3:** Río Seco antes de desembocadura de quebrada Q1. A2 en plan de muestreo inicial
- Q1:** Quebrada Q1, antes de desembocadura en el río Seco. No considerada en plan de muestreo inicial.
- A4:** Río Seco después de desembocadura de quebrada Q1. A3 en plan de muestreo inicial
- A7:** Río San José, cercano a Ausipar. A6 en plan de muestreo inicial
- A9:** Quebrada a 2 km al noreste de Murmuntani. A9 en plan de muestreo inicial.
- A10:** Central Chapiquiña. A10 en plan de muestreo inicial.
- Background:** Río Seco, a 2,87 km al noreste de Zapahuira. Sin numeración en plan de muestreo inicial.

Algunos puntos considerados inicialmente no fueron muestreados por las siguientes razones:

- Muestras antes y después del dique oeste, por no haber escorrentías en época de lluvias estivales ni en época seca. A4 y A5 respectivamente en plan de muestreo inicial.
- Muestra en río Tignamar, por no haber acceso durante lluvias estivales y no considerarse pertinente en época seca. A7 en plan de muestreo inicial.
- Muestras en Cosapilla (quebrada Luco), por no haber acceso en época de lluvias estivales, se consideró puntos alternativos A9 y A10. A8 en plan de muestreo inicial.
- Muestra en el río San José cercano a Ausipar, en época seca, por no haber caudal de agua.

Los puntos muestreados son descritos en la Tabla 3 y su ubicación se muestra en la Figura 4 y Figura 5. Todas las coordenadas utilizadas en el presente informe se encuentran en DATUM WGS84 Huso 19 Sur.

Como se puede apreciar, las muestras A0 a la A4 están asociadas a aguas de las localidades de Copaquilla y Trigo Pampa, las muestras A9 y A10 a cursos de agua tributarios de la quebrada Luco (que contribuye con la mayor cantidad de flujo al río Seco), el punto A7 es el que está más aguas abajo en el río San José y la muestra *background* corresponde al punto más aguas arriba accesible del río Seco, antes de cualquier influencia antrópica.

Tabla 3. Puntos de muestreo para aguas y sedimentos

Punto de muestreo	Matriz	Descripción punto de muestreo	Coord. este	Coord. norte	Objetivo del Punto de Muestreo
A0	Agua y sedimentos	Vertiente en el sector noroeste de la comunidad de Copaquilla, utilizada para la bebida. Tiene su origen cerca de Episcacha y fluye de manera superficial y subterránea (dependiendo del caudal existente) hasta el río Seco.	432.819	7.966.286	Caracterizar agua y sedimentos proveniente del sector opuesto al sector donde se encuentran los residuos mineros, respecto del río Seco.
A1	Agua y sedimentos	Vertiente en el sector noroeste de la comunidad de Copaquilla donde se encuentra instalada una toma para agua de riego la cual se acumula en tranques.	432.919	7.966.094	
A2	Agua y sedimentos	Río Seco antes de comunidades Copaquilla y Trigo Pampa.	432.600	7.966.131	Caracterizar agua y sedimentos antes de intervenciones antrópicas de las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa.
A3	Agua y sedimentos	Río Seco antes de quebrada Q1 (única quebrada determinada como capaz de transportar aguas y/o sedimentos desde el SPPC hasta el río Seco a la altura de Trigo Pampa)	433.432	7.965.448	Caracterizar agua y sedimentos en el río Seco, antes de la posible influencia del aporte de la quebrada Q1.
Q1	Sedimentos	Quebrada Q1 inmediatamente antes de desembocadura en el río Seco (no se muestrea agua por no haber escorrentías)	433.465	7.965.330	Caracterizar agua y sedimentos que podrían tener influencia por arrastre de residuos.
A4	Agua y sedimentos	Aguas del río Seco después de quebrada Q1	442.477	7.971.702	Caracterizar agua y sedimentos en el río Seco, después de la posible influencia del aporte de la quebrada Q1.
A7	Agua y sedimentos	Río San José (31 km suroeste de Copaquilla aguas abajo)	441.274	7.968.306	Caracterizar agua y sedimentos en río San José, con el aporte de agua de sus principales tributarios: río Seco y Tignamar.
A9	Agua y sedimentos	Quebrada a 2 km noreste de Murmuntani. Estas aguas nacen localmente en esta área en la precordillera.	410.723	7.944.704	Caracterizar agua y sedimentos de tributario de la quebrada Luco.
A10	Agua	Central hidroeléctrica de pasada Chapiquiña. No se muestrearon sedimentos ya que se colectó agua de la infraestructura del canal de descarga de la central.	439.562	7.975.143	Caracterizar agua de tributario principal de la quebrada Luco y del río San José.
Bckg	Agua y sedimentos	<i>Background</i> , río Seco a 2.87 km noreste de Zapahuiria y 11,3 Km desde comunidad de Copaquilla.	432.819	7.966.286	Caracterizar agua y sedimentos en <i>background</i>

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Puntos de muestreo aguas y sedimentos (acercamiento en Copaquilla).
 Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.



Figura 5. Puntos de muestreo aguas y sedimentos (puntos alejados de las comunidades).
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Cabe hacer notar que el muestreo en los puntos A3 y A4, en época de lluvias, 7 y 8 de febrero, se realizó en momentos en que no había agua corriente por la quebrada Q1.

Si bien ocurrieron escorrentías durante esta época estival, estas se produjeron sólo durante la noche, no registrándose corrientes de agua durante el día, momento en el cual es posible la toma de muestras de agua. Lo mismo ocurrió en las quebradas Q2, Q3, Q4 y en el dique oeste.

Ante la imposibilidad de muestrear en el momento en que ocurrieran escorrentías, se programó un muestreo adicional al realizado el 7 y el 8 de febrero. Considerando los pronósticos del tiempo en la zona, se contrató al laboratorio para estar presente en la zona de residuos entre el 23 y el 26 de febrero, a la espera de que ocurrieran escorrentías diurnas por las quebradas señaladas. En esa ocasión se constató que efectivamente hubo corrientes de agua en la parte baja de la quebrada Q1, pero solo durante la noche. En la quebrada Q4 también se constató la ocurrencia de escorrentías durante la noche, pero no durante el día.

Lo observado, en ambas ocasiones en que se estuvo en terreno con el laboratorio, se explica al analizar el comportamiento de las precipitaciones acumuladas (promedio hora) registradas en estación Belén durante los periodos de mayor precipitación de los años 2016 y 2017 (Figura 6 y Figura 7). Se concluye que las precipitaciones máximas por hora diarias se concentran en dos periodos: uno de ellos en horas de la madrugada y el siguiente en horas de la tarde.

Esto concuerda con las características de las precipitaciones orográficas y conectivas de esta zona de transición entre pampa y pre cordillera andina (Ver Informe II, Anexo N°3 Determinación de Variables Meteorológicas).

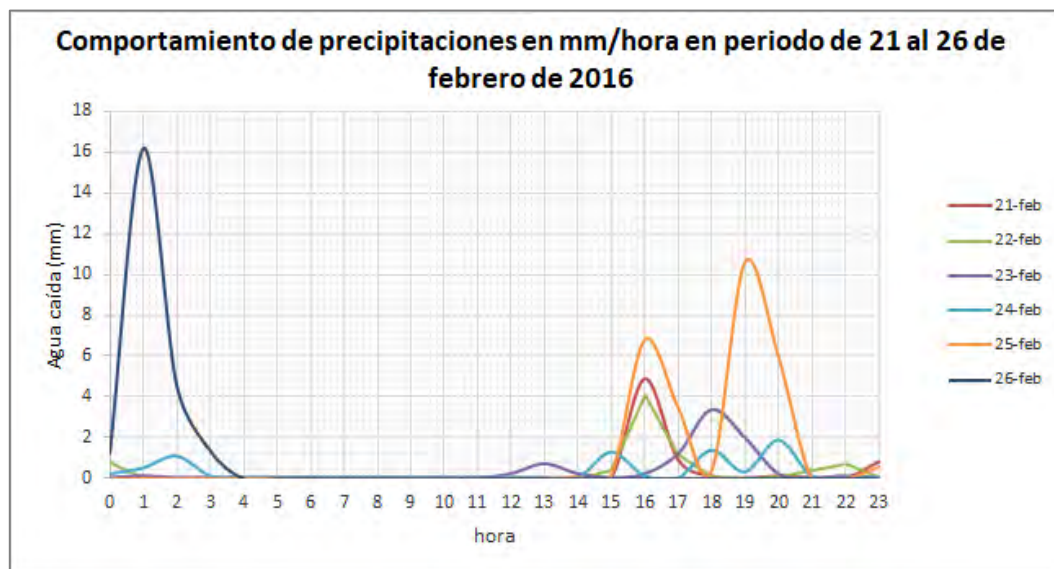


Figura 6. Comportamiento de precipitaciones acumuladas en mm/hora durante periodo 21 al 26 de febrero de 2016 en estación Belén.

Fuente. Elaboración propia a partir de base de datos red AGROMET.

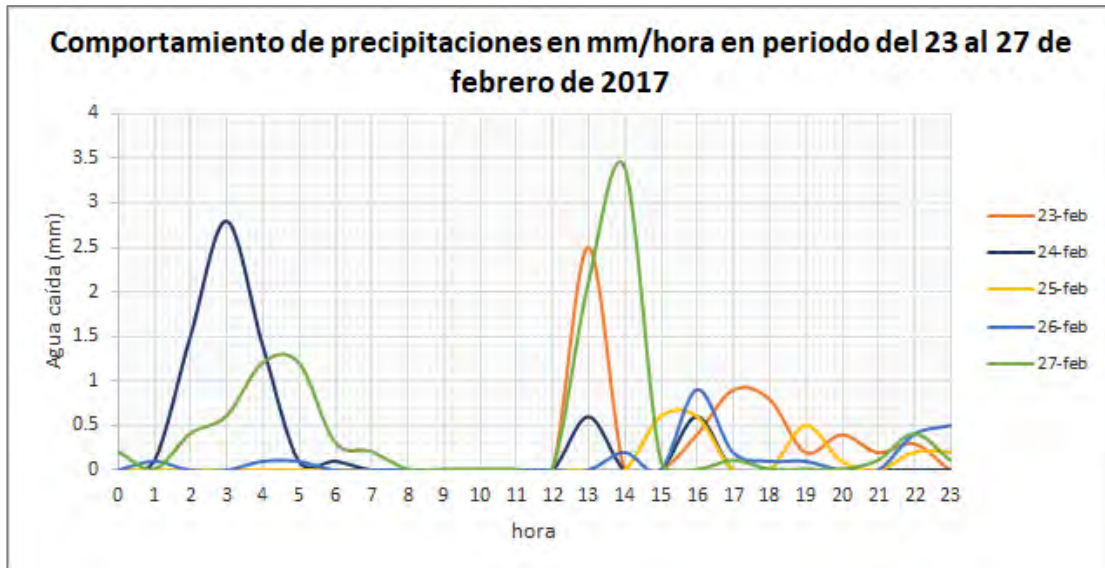


Figura 7. Comportamiento de precipitaciones acumuladas en mm/hora durante periodo del 23 al 27 de febrero de 2017 en estación Belén.

Fuente. Elaboración propia a partir de base de datos red AGROMET.

En resumen, aun cuando se estuvo presente en los días en que se registraron altas precipitaciones en la zona, no se produjeron escorrentías durante el día en las quebradas de interés. Este fenómeno encuentra su explicación en las características propias del lugar donde las mayores precipitaciones se producen en la tarde y en la madrugada y, consecuentemente las escorrentías, de producirse, ocurren durante la noche y la madrugada.

6.3. Resultados de Agua y Sedimentos.

6.3.1. Resultados de Parámetros in-situ para Agua

Los resultados para los parámetros medidos in-situ son presentados en la Tabla 4.
Mediciones de parámetros in-situ.

Tabla 4. Mediciones de parámetros in-situ.

Muestra	pH		Temperatura (°C)		Conductividad (µS/cm a 25°C)		Potencial Redox (mV)		Oxígeno Disuelto (mg/L)	
	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca
A0	6,84	7,80	15,1	12,9	325	396	68	184	4,85	6,67
A1	6,88	7,34	17,3	15,1	428	539	79	234	5,48	3,13
A2	7,54	7,66	17,7	11,8	434	398	85	77	7,80	6,60
A3	8,22	8,63	28,3	21,9	490	431	75	129	6,14	5,93
A4	8,08	8,73	28,0	21,6	490	438	57	107	7,22	5,53
A9	7,52	7,77	17,2	15,1	384	478	48	39	7,03	6,10
A10	8,63	8,95	14,0	11,4	711	750	90	105	7,49	7,74
A7	8,68	-	25,5	-	952	-	41	-	7,55	-

Muestra	pH		Temperatura (°C)		Conductividad (µS/cm a 25°C)		Potencial Redox (mV)		Oxígeno Disuelto (mg/L)	
	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca	Época lluvias	Época seca
Background	7,15	5,02	11,6	-	270	272	70	154	8,50	6,54
NCh 1333	5,5-9,0		-		<750 ¹⁴		-		-	-
Máximo	8,68	8,95	28,3	21,9	952	750	90	234	8,50	7,74
Mínimo	6,84	5,02	11,6	11,4	270	272	41	39	4,85	3,13
Promedio	-	-	19,4	15,7	498	463	68	129	6,90	6,03
Mediana	7,54	7,79								

Fuente. Elaboración propia en base a resultados analíticos.

Todas las muestras se encontraron dentro del rango aceptable de pH y menores al límite de conductividad (indicado como perjudicial para cultivos sensibles) de la norma NCh1333.Of78 para aguas de riego.

6.3.2. Resultados Análisis Químicos de Agua

Los resultados para los análisis químicos realizados a las muestras de aguas son presentados en la Tabla 5.

Los analitos plomo, cinc, cadmio, cobre, cromo y cianuro (tanto disuelto como total) no se muestran ya que registraron valores bajo el nivel de detección de los métodos aplicados, siendo el arsénico (total y disuelto) el único que registró concentraciones medibles analíticamente.

En la Tabla 6 se muestran los límites de detección para cada analito (distinto del arsénico).

Tabla 5. Resultados análisis de aguas.

Muestra	Ubicación	Época de lluvia		Época seca	
		Concentración mg/L ¹⁵			
		As total	As disuelto	As total	As disuelto
A0	Vertiente Comunidad Copaquilla	0,13745	0,1118	0,260	0,134
A1	Vertiente Comunidad Copaquilla	0,22645	0,2007	0,330	0,196
A2	Río Seco, antes de comunidades	0,01910	0,0126	0,055	0,010
A3	Río Seco, antes de Q1	0,05340	0,0462	0,070	0,026
A4	Río Seco, después de Q1	0,05030	0,0440	0,090	0,034
A9	Murmuntani	0,00288	0,0010	BLD	BLD
A10	Chapiquiña	0,16500	0,1550	0,200	0,018

¹⁴ Puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles sobrepasando este valor.

¹⁵ Los análisis de arsénico en época de lluvia y época seca fueron realizados por laboratorios diferentes. Los límites de detección y los dígitos decimales fueron entregados por los laboratorios.

Muestra	Ubicación	Época de lluvia	Época seca		
		Concentración mg/L ¹⁵			
		As total	As disuelto	As total	As disuelto
A7	Río San José, cerca de Ausipar	0,10300	0,0903	-	-
Background	Río Seco, al noreste de Zapahuira	0,00055	0,0007	BLD	BLD
Máximo		0,22645	0,2007	0,330	0,196
Mínimo		0,00055	0,0007	0,055	0,010
Promedio		0,08424	0,0736	0,168	0,070
Límite detección		0,00007	0,0004	0,003	0,003
NCh 1333		0,1	-	0,1	-

Fuente. Elaboración propia en base a resultados analíticos.

Tabla 6. Límites de detección de analitos.

	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	CN-
Límite detección (mg/L)	0,02	0,012	0,003	0,02	0,01	0,001
Límite máx. NCh 1333 (mg/L)	5	2	0,01	-	0,1	0,2

Fuente. Elaboración propia.

6.3.3. Resultados de Análisis Químicos para Sedimentos

Los resultados para los análisis químicos realizados a las muestras de sedimentos son presentados en la Tabla 7. Con excepción de cianuro, todos los analitos registraron resultados por sobre el nivel de detección en las muestras.

Tabla 7. Resultados análisis de sedimentos.

Identificación Muestra	Ubicación	Campaña época de lluvia							Campaña época seca						
		Concentración mg/kg													
		As	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	CN-	As	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	CN-
A-0	Vertiente Comunidad Copaquilla	27,0	BLD	87,6	0,450	34,0	11,4	BLD	167,3	BLD	46,2	BLD	51,3	BLD	BLD
A-1	Vertiente Comunidad Copaquilla	327,7	10,7	17,2	BLD	40,1	15,7	BLD	82,8	6,9	30,8	BLD	18,2	BLD	BLD
A-2	Río Seco, antes de comunidades	28,4	13,2	72,0	BLD	33,1	11,0	BLD	50,5	6,4	21,0	BLD	34,1	BLD	BLD
A-3	Río Seco, antes de Q1	42,5	7,4	87,5	0,447	75,8	11,2	BLD	43,2	5,6	92,1	0,590	63,5	BLD	BLD
Q-1	Quebrada Q1, al llegar al río Seco	39,4	8,6	122,6	0,844	88,4	19,8	BLD	-	-	-	-	-	-	-
A-4	Río Seco, después de Q1	53,3	9,8	103,0	0,497	99,9	19,5	BLD	45,5	8,1	93,0	0,640	73,8	5,6	BLD
A-9	Murmuntani	32,0	14,0	56,1	BLD	64,8	13,2	BLD	27,4	11,4	46,6	BLD	47,4	11,1	BLD
A-7	Río San José, cerca de Ausipar	11,6	9,3	34,7	0,348	22,2	BLD	BLD	-	-	-	-	-	-	-
Background	Río Seco, al noreste de Zapahuira	49,3	21,2	20,3	0,300	35,9	7,2	BLD	33,6	7,8	13,8	BLD	35,4	BLD	BLD
Máximo		327,7	21,2	122,6	0,844	99,9	19,8	-	167,3	11,4	93,0	0,640	73,8	11,1	-
Mínimo		11,6	7,4	17,2	0,300	22,2	7,2	-	27,4	5,6	13,8	0,590	18,2	5,6	-
Promedio		67,9	11,8	66,8	0,481	54,9	13,6	-	64,3	7,7	49,1	0,615	46,2	8,4	-
Límite Detección		0,3	4,9	11,0	0,257	5,6	5,5	1,8	0,3	4,9	11,0	0,257	5,6	5,5	0,2

Fuente. Elaboración propia en base a resultados analíticos.

6.3.4. Procedimientos de Control y Aseguramiento de la Calidad

Todos los procedimientos y controles de calidad se entregan en Anexo 9.

6.4. Análisis de Resultados de Agua

Para el análisis de resultados de agua superficial debe considerarse que no fue posible muestrear en momentos en que se produjeran escorrentías por las quebradas Q1, Q2, Q3, Q4 ni hacia dique oeste, como se explicara en el punto 6.2.1.

6.4.1. Análisis de Parámetros Físicoquímicos Medidos in-situ

Como se muestra en la Tabla 4, durante la época de lluvias el pH de las muestras varió de levemente ácido (pH 6,84 en A0) a alcalino (pH 8,68 en A7) mientras que la conductividad medida se encontró en un rango de 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en *Background*) a 952 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en A7). La temperatura de las muestras varió de 11,6 °C (en *Background*) a 28,3 °C (en A3) y el potencial redox fue levemente oxidativo para todas las muestras registrando un mínimo de 41 mV (en A-6) y un máximo de 90 mV (en A-10). El oxígeno disuelto varió de 4,85 mg/L a 8,5 mg/L (muestras A-0 y *Background* respectivamente).

Durante la época seca el pH de las muestras varió de ácido (pH 5,02 en *Background*) a alcalino (pH 8,95 en A10), la conductividad entre 272 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en *Background*) a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (en A7). La temperatura de las muestras varió de 11,4 °C (en A10) a 21,9 °C (en A3) y el potencial redox fue levemente oxidativo para todas las muestras registrando un mínimo de 39 mV (en A-6) y un máximo de 234 mV (en A-10). El oxígeno disuelto varió de 3,13 mg/L a 7,74 mg/L (muestras A-1 y A-10 respectivamente).

En general no se observó variaciones importantes entre las mediciones tomadas en la época de lluvias y época seca. El pH en época seca fue algo mayor (salvo en *Background*) así como también la conductividad y el potencial redox, mientras que el oxígeno disuelto fue menor (todos cambios probablemente influenciados por el menor flujo).

Las variaciones de parámetros físicoquímicos entre la época de lluvias y época seca no se consideran significativas en cuanto a su capacidad de alterar mayormente las concentraciones de los analitos presentes en las aguas.

Todas las muestras se encontraron dentro del rango aceptable de pH (a excepción de la muestra *background* en época seca) y la conductividad estuvo en valores menores o iguales al límite establecido en la norma NCh1333.Of78 para aguas de riego (indicado como perjudicial para cultivos sensibles).

6.4.2. Análisis de Resultados de Laboratorio. Comparación Análisis Químicos con Valores *Background*, entre Puntos muestreados y con Normas

Los resultados muestran que, en ambas campañas de muestreo, sólo el analito arsénico está por sobre el nivel de detección de las técnicas empleada para el análisis químico.

Como se observa en la Tabla 8, la concentración de arsénico total es, en general, mayor en la época seca que en la época de lluvia, mientras que la concentración de arsénico disuelto se mantiene relativamente constante. Resulta difícil encontrar una explicación para este hecho, pero un aspecto relevante en la diferencia de ambas campañas fue la menor cantidad de agua que se encontró en los puntos de muestreo en la época seca. Tal vez se puede haber causado una mayor agitación del agua para la toma de muestra, lo que permitió el movimiento del sedimento y el aumento de sólido en la muestra.

No obstante lo anterior, se observa la misma tendencia entre las concentraciones de arsénico, disuelto y total, para los diferentes puntos en la época seca y lluviosa (Figura 8 y Figura 9), salvo para el punto A10. Cabe hacer notar que las aguas en este último punto tienen un origen diferente durante la época seca, proviniendo de la laguna Cotacotani, donde el caudal es producto de las precipitaciones en precordillera y zona alto andina.

Tabla 8. Proporción de arsénico disuelto.¹⁶

Muestra	Ubicación	Época de lluvia			Época seca		
		Concentración mg/L		As disuelto/ As total (%)	Concentración mg/L		As disuelto/ As total (%)
		As total	As disuelto		As total	As disuelto	
A0	Vertiente Comunidad Copaquilla	0,13745	0,1118	81,3%	0,260	0,134	51,5%
A1	Vertiente Comunidad Copaquilla	0,22645	0,2007	88,6%	0,330	0,196	59,4%
A2	Río Seco, antes de comunidades	0,01910	0,0126	66,0%	0,055	0,010	18,2%
A3	Río Seco, antes de Q1	0,05340	0,0462	86,5%	0,070	0,026	37,1%
A4	Río Seco, después de Q1	0,05030	0,0440	87,5%	0,090	0,034	37,8%
A9	Murmuntani	0,00288	0,0010	34,7%	BLD	BLD	-
A10	Chapiquiña	0,16500	0,1550	93,9%	0,200	0,018	9,0%
A7	Río San José, cerca de Ausipar	0,10300	0,0903	87,7%	-	-	-
Background	Río Seco, al noreste de Zapahuira	0,00055	0,0007	127,3%	BLD	BLD	-

Fuente. Elaboración propia.

¹⁶ Los análisis de arsénico en época de lluvia y época seca fueron realizados por laboratorios diferentes. Los límites de detección y los dígitos decimales fueron entregados por los laboratorios.

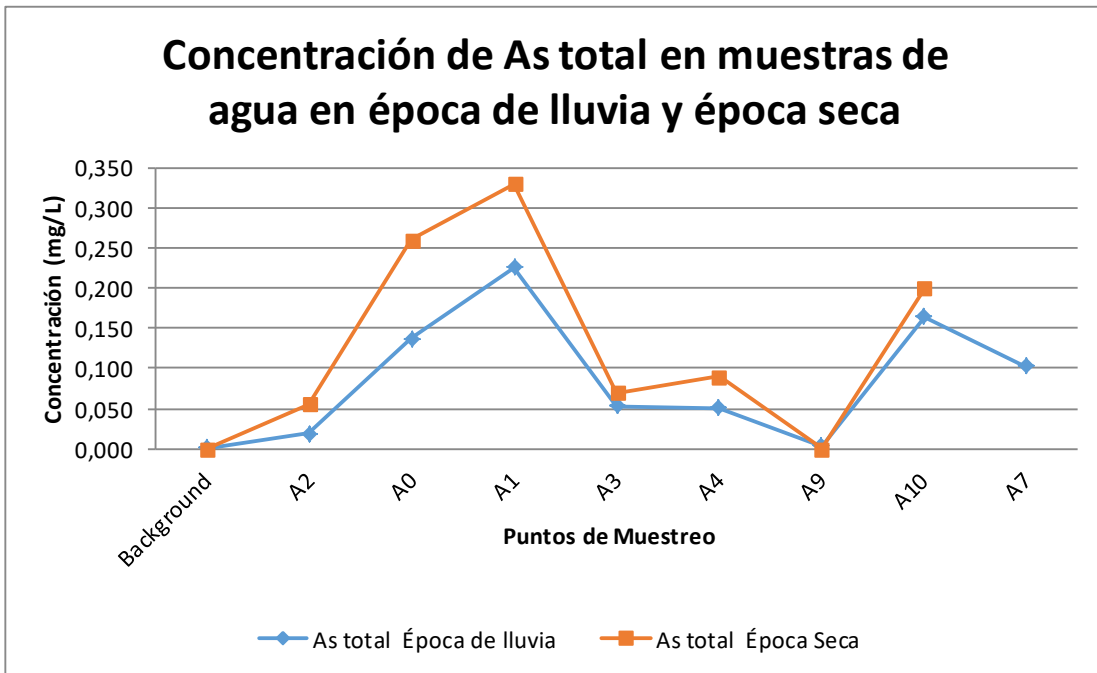


Figura 8. Comparación de As total en muestras tomadas en época de lluvia y en época seca.
Fuente: Elaboración propia.

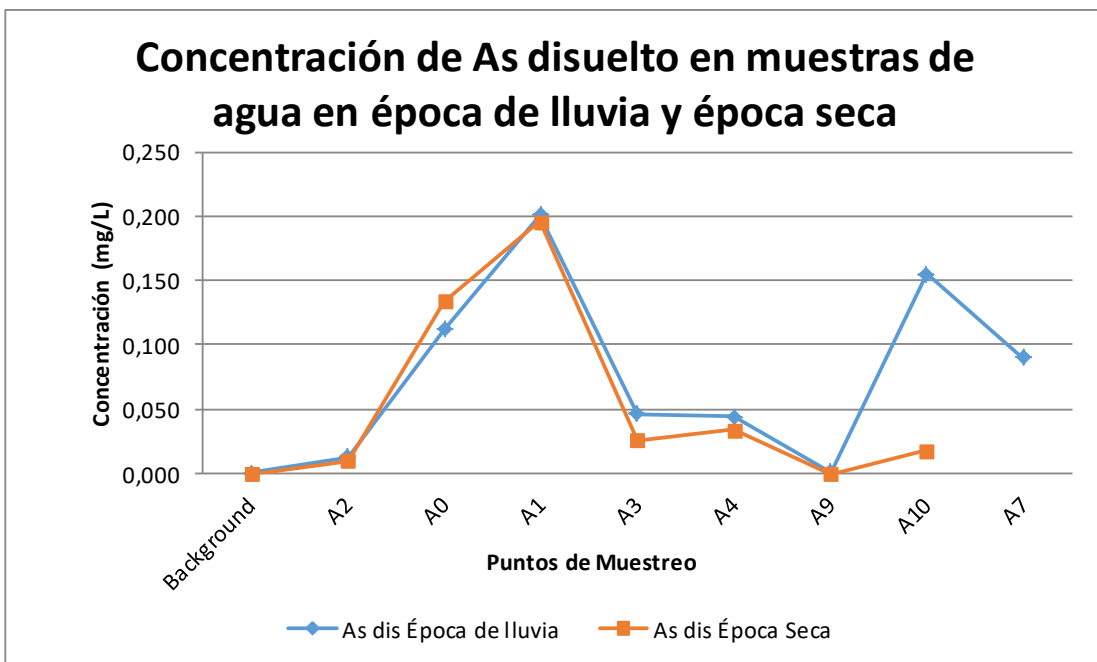


Figura 9. Comparación de As disuelto en muestras tomadas en época de lluvia y en época seca.
Fuente: Elaboración propia.

Para efecto de los análisis de resultados que siguen, se considerará el arsénico total a no ser que se indique otra cosa.

En la Figura 10 se muestran los resultados obtenidos para el arsénico total en todos los puntos muestreados. En la Figura 11 se muestra esquemáticamente la ubicación de cada punto muestreado y su valor promedio de As total para las dos campañas.

Al comparar con los valores *background* (muestra tomada en el río Seco, a 11,3 km aguas arriba desde la comunidad de Copaquilla, aproximadamente), se observa que los resultados de todos los otros puntos de muestreo se presentan en niveles superiores a excepción de la muestra tomada en Murmuntani (A9).

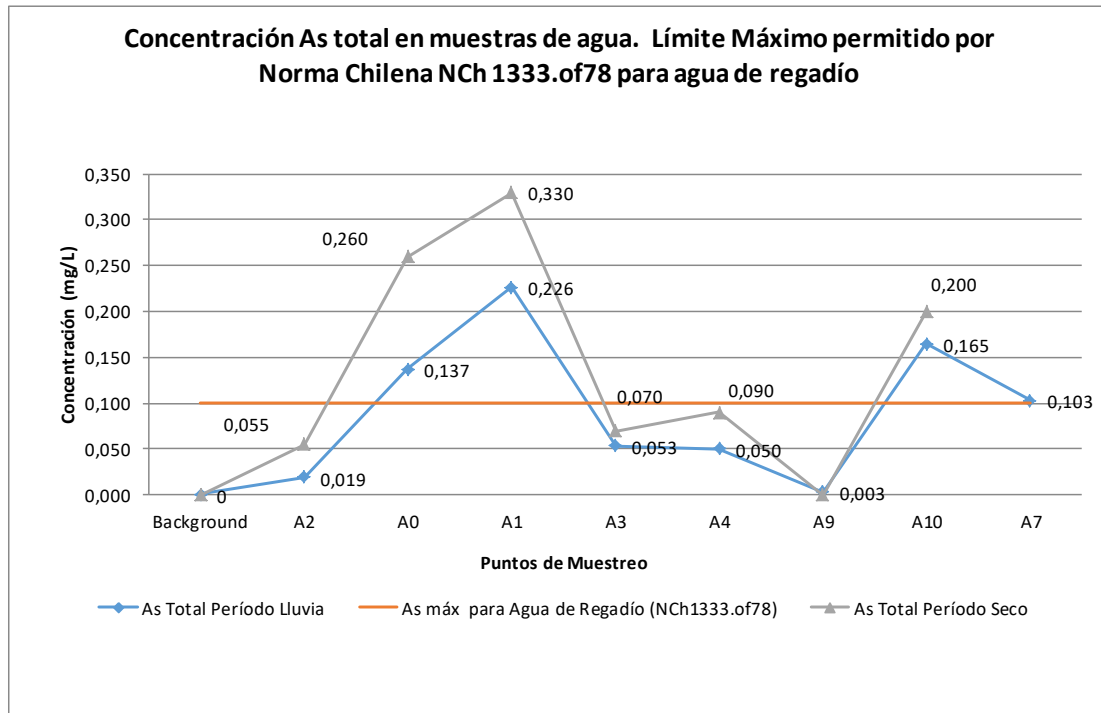


Figura 10. Comparación de arsénico en agua con norma NCh 1333. of78, para aguas de regadío.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que el nivel de arsénico va aumentando aguas abajo, iniciando con niveles muy bajos en el *background* (0,00055 mg/L) hasta niveles en el límite de la norma para agua de riego en el río San José, cerca de Ausipar (0,1030 mg/L).

El aumento del nivel de arsénico desde el *background* hasta el punto A2, justo antes de la comunidad de Copaquilla, se puede explicar por el trayecto de 11 km, aproximadamente, que recorre el agua del río por un lecho que presenta una mineralización importante, con niveles de arsénico en los sedimentos entre 19 y 45 mg/kg, según el documento “Geoquímica de Sedimentos de la Hoja de Arica” (SERNAGEOMIN, 2014) .

Las muestras en punto *background* entregaron un contenido de arsénico de 49,3 mg/kg y 33,6 mg/kg en los sedimentos tomados en periodo de lluvia y en periodo seco respectivamente (los resultados de sedimentos se discuten en detalle en el numeral 6.5).

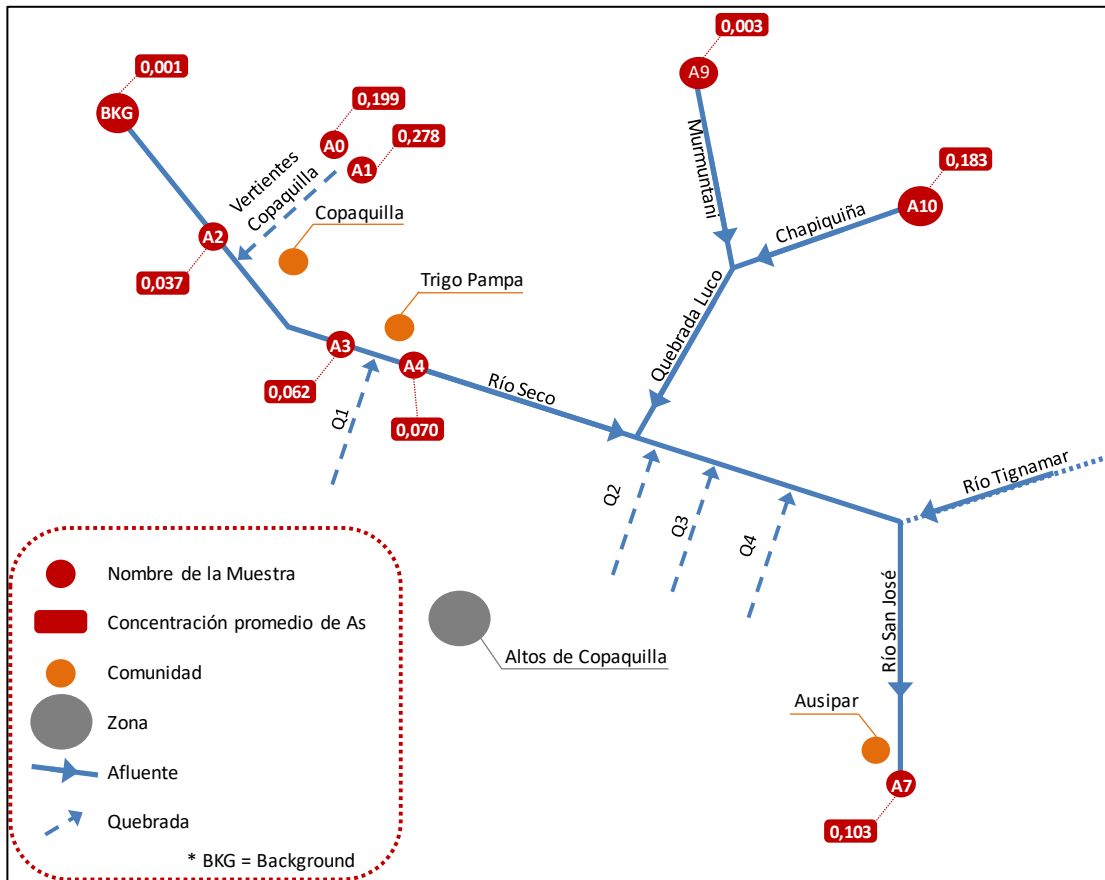


Figura 11. Presentación esquemática de puntos de muestreo de agua y sus valores de As total (mg/L) promedio de las dos campañas.

Fuente: Elaboración propia.

El aumento de arsénico total en el punto A3 respecto de A2 (1 km de distancia entre ellos, en línea recta) se puede atribuir a la contribución de las vertientes ubicadas en el sector noreste de la comunidad de Copaquilla (ver Figura 4) cuyos valores para arsénico total fueron de 0,13745 y 0,260 mg/L para el punto A0 y de 0,22645 y 0,330 mg/L para el punto A1 (en periodo de lluvia y periodo seco, respectivamente).

El punto A7 muestra un aumento del doble del contenido de arsénico total del punto A4. Este incremento puede atribuirse a:

- La contribución de la quebrada Luco, cuyo tributario más importante y permanente es el caudal que proviene de la central Chapiquiña¹⁷. En periodo de precipitaciones el contenido de arsénico fue de 0,16500 mg/L (punto A10) y en periodo seco de 0,200 mg/L (punto A10).

¹⁷ La quebrada Luco canaliza aguas del canal Lauca en periodo seco, y en época de lluvias suma los aportes de subcuenca del río Tignamar y de eventos de crecidas que se traduzcan en aportes de todas las quebradas de la zona de precordillera pertenecientes a la cuenca del Río San José.

- El trayecto de alrededor de 30 km que recorre el agua del río, desde las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa hasta más abajo de Ausipar, por un lecho mineralizado y con presencia de arsénico en niveles de entre 15 y 30 mg/kg, de acuerdo al documento “Geoquímica de Sedimentos de la Hoja de Arica”. El punto muestreado en épocas de lluvia entregó un valor de 11,6 mg/kg de arsénico en sedimentos.
- La posible contribución del río Tignamar, la que no fue posible muestrear en periodo de lluvias estivales y no se realizó en periodo seco.

Respecto a normas, considerando que el agua del río Seco en las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa se utiliza fundamentalmente para regadío, la comparación se realiza con la norma NCh1333.of78 para agua de riego la que establece el límite para arsénico en 0,1 mg/L.

Como se aprecia en Figura 10, los puntos A0, A1 y A10 sobrepasan ese límite.

Parte del agua proveniente del punto A0 va hacia el cauce del río Seco y otra parte se lleva por cañerías hacia la comunidad y se ocupa para la bebida.

El agua del punto A1 procede de una vertiente y se emplea principalmente para llenar los tranques de acumulación de agua para regadío ubicados en la parte norte de la comunidad de Copaquilla.

Estos 2 puntos son relevantes para la comunidad de Copaquilla en el sentido de que se estaría empleando parte del agua de riego con un contenido sobre la norma y también se estaría ocupando agua para la bebida con niveles más altos que los indicados para agua potable (0,01 mg/L, según la norma NCh409/1. Of 2005).

Cabe hacer notar que los puntos muestreados, especialmente A3 y A4 han presentados intervenciones antrópicas este año, como la pavimentación del camino de acceso a la comunidad y por la construcción de un nuevo estanque de acumulación de agua en la zona de Acequia Nueva, muy cerca de la llegada de Q1 al río Seco. Todas estas obras fueron realizadas entre ambas fechas de muestreo de agua y sedimentos.

Aun en esta situación los resultados presentan coherencia entre puntos, aunque se descarta cualquier relación con los residuos de Copaquilla Alta por no existir ruta que conecte la fuente con las aguas del río Seco en ambos períodos en que se realizaron los muestreos.

6.4.3. Comparación con Resultados de Estudios Previos

Resulta importante comparar los resultados obtenidos en este estudio con los obtenidos en estudios previos, de los cuales se presentó un resumen en el Informe II Plan de Muestreo, Anexo N°2. Estos estudios comprendieron la toma de muestras en cursos de agua, piscinas y/o estanques.

En la Tabla 9 se presenta un resumen de resultados de los estudios mencionados.

Tabla 9. Resumen de las concentraciones de los analitos de interés en la matriz agua obtenidas en todos los estudios realizados en Copaquilla.

Estudio			Concentración mg/L						
Nombre	Cantidad Muestras	Estadística descriptiva	As	Cd	Cu	Pb	Zn	Cr	CN-
ISP 1998 (Cursos de agua)	6	Promedio	0,037	<0,01	<0,03	<0,02	1,317	<0,02	-
		Mínimo	0,003	-	-	-	0,050	-	-
		Máximo	0,081	-	-	-	7,300	-	-
		D.E.	0,030	-	-	-	2,935	-	-
SERNAGEOMIN 1998 (Cursos de agua)	4	Promedio	0,070	<0,01	<0,01	-	0,095	0,013	0,004
		Mínimo	0,030	-	-	-	0,090	0,010	0,002
		Máximo	0,150	-	-	-	0,100	0,020	0,007
		D.E.	0,055	-	-	-	0,006	0,005	0,002
SEREMI de Salud 2010 (Cursos de agua)	9	Promedio	0,015	<0,005	<0,01	<0,02	<0,1	-	<0,05
		Mínimo	0,002	-	-	-	-	-	-
		Máximo	0,058	-	-	-	-	-	-
		D.E.	0,019	-	-	-	-	-	-
SEREMI de Salud 2010 (Estanque/piscina)	4	Promedio	0,053	<0,005	<0,01	<0,02	<0,1	-	<0,05
		Mínimo	0,037	-	-	-	-	-	-
		Máximo	0,092	-	-	-	-	-	-
		D.E.	0,026	-	-	-	-	-	-
SEREMI de Salud 2012 (Cursos de agua)	3	Promedio	0,050	<0,02	<0,1	<0,03	<0,1	-	-
		Mínimo	0,019	-	-	-	-	-	-
		Máximo	0,074	-	-	-	-	-	-
		D.E.	0,028	-	-	-	-	-	-
SEREMI de Salud 2012 (Piscina regadío)	3	Promedio	0,111	<0,02	<0,1	<0,03	<0,1	-	-
		Mínimo	0,058	-	-	-	-	-	-
		Máximo	0,184	-	-	-	-	-	-
		D.E.	0,065	-	-	-	-	-	-
SEREMI de Salud 2012 (Estanque Agua Potable ¹⁸)	2	Promedio	0,200	<0,02	<0,1	<0,03	<0,1	-	-
		Mínimo	0,190	-	-	-	-	-	-
		Máximo	0,210	-	-	-	-	-	-
		D.E.	0,014	-	-	-	-	-	-
SEREMI de Salud 2015 (Cursos de agua)	12	Promedio	0,102	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	-	-
		Mínimo	0,009	-	-	-	-	-	-
		Máximo	0,282	-	-	-	-	-	-
		D.E.	0,054	-	-	-	-	-	-
Promedio general cursos de agua			0,052	<0,010	<0,031	<0,018	<0,323	0,016	0,027
Promedio general agua estanques			0,148	<0,009	<0,038	<0,018	<0,068	-	0,050

Fuente. Elaboración Propia en base a los estudios históricos realizados en Copaquilla.

¹⁸ Nota: Muestras de estanque de agua potable no consideradas en promedios.

A partir de ella se puede desprender que:

- En la mayoría de los estudios el único analito detectable es arsénico. Solo los estudios de ISP (1998) y el de SERNAGEOMIN (1998) se registraron concentraciones medibles para otros analitos (zinc, cromo y cianuro).
- El promedio de arsénico en el agua de estanques es más del doble (0.148 mg/L) que en cursos de agua (0.052 mg/L).
- El valor más alto de arsénico para las muestras de estanque se encontró en el punto MC-001 (SEREMI de Salud, 2012) que registró 0.21 mg/L de arsénico y corresponde a un estanque de agua usada para la bebida en la comunidad de Trigo Pampa.
- El valor más alto de arsénico para las muestras en agua corriente (y de todo el set de datos) se encontró en el punto M2 (SEREMI de Salud, 2015) que registró 0,282 mg/L de arsénico y corresponde a una vertiente al norte de la comunidad de Copaquilla.

Se hace relevante comparar directamente los resultados del estudio inmediatamente anterior SEREMI de Salud (2015) con el presente estudio en más detalle para determinar tendencias a menor escala.

En la Figura 12 se presenta la ubicación de los puntos muestreados en el estudio realizado por la SEREMI de Salud (2015) y los puntos muestreados en el presente estudio cercanos a Copaquilla y Trigo Pampa. Los resultados para los analitos de interés del estudio de la SEREMI (2015) se presentan en la Tabla 10.

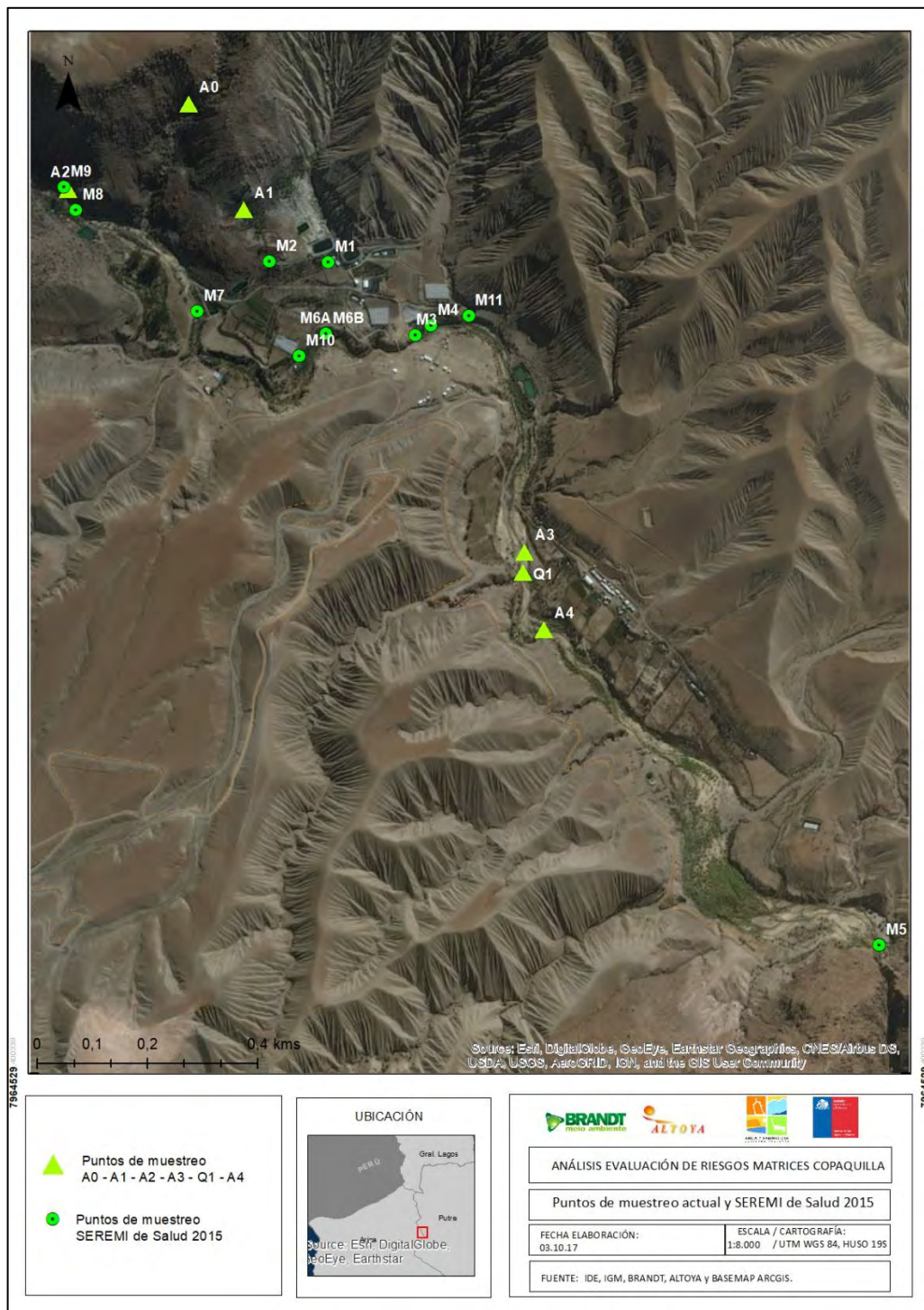


Figura 12. Ubicación de muestras de agua SEREMI de Salud (2015) y estudio actual.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Tabla 10. Resumen de los analitos de interés del análisis de agua realizado, SEREMI de Salud 2015.

ID Muestra	Fuente de captación	Punto de muestreo	Resultados mg/L				
			As Total	Cd	Cu	Pb	Zn
M1	Vertiente	Punto red vivienda	0,178	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M2	Vertiente	Estanque comunitario	0,282	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M3	Superficial	Río Copaquilla	0,039	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M4	Vertiente	Piscina natural	0,126	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M5	Superficial	Río Copaquilla	0,036	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M6A	Vertiente	Vertiente	0,086	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M6B	Vertiente	Vertiente	0,085	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M7	Superficial	Piscina natural	0,062	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M8	Vertiente	Salida de tubería	0,169	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M9	Superficial	Río Copaquilla	0,009	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M10	Vertiente	Estanque	0,085	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
M11	Vertiente y subterránea	Pozo	0,064	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Promedio agua superficial			0,037	-	-	-	-
Promedio agua de vertiente			0,134	-	-	-	-

Fuente: Informe Muestreo De Agua, Sector Copaquilla, SEREMI de Salud 2015.

Como fue mencionado anteriormente (ver Tabla 10), los resultados más altos para arsénico obtenidos por la SEREMI de Salud (2015) estuvieron en el punto M2 (0,282 mg/L). Se puede observar en la Figura 12 que la muestra M2 fue tomada, probablemente, de aguas procedentes de la misma vertiente al norte de Copaquilla que registró los valores más altos en el presente estudio (punto A-1, con 0,265 mg/L de As total como valor promedio entre la época seca y lluviosa).

Es interesante también notar, con respecto a los resultados del estudio de la SEREMI de Salud (2015), que las muestras tomadas provenientes de agua de vertiente (M1, M2, M4, M6A, M6B, M8, M10 y M11) registraron concentraciones de arsénico considerablemente más altas que las muestras de agua superficial (M3, M5, M7 y M9) con promedios de 0,134 mg/L y 0,037 mg/L respectivamente, lo que respalda la hipótesis de que existe mineralización en el área, como también lo sugieren los resultados de los análisis de suelo (Informe II, página 86)

Estos resultados son coincidentes con los encontrados en este estudio para la zona de las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa, donde el valor promedio de arsénico para los puntos A0 y A1, provenientes de vertientes, fue de 0,238 mg/L y los provenientes de agua corriente fue de 0,056 mg/L.

6.5. Análisis de Resultados de Sedimentos

En la Figura 13 se muestran los resultados promedios obtenidos en las dos campañas. Resaltan los puntos A0 y A1 con resultados muy altos para As, ambos correspondientes a vertientes que surgen en el lado noroeste de la comunidad de Copaquilla, procedentes desde el este, lado contrario donde se encuentran los residuos mineros. Este es un sector donde existiría una componente local afectando los contenidos de As en que los valores se han dado especialmente altos en suelo, agua y sedimentos.

En general, sin considerar los puntos mencionados A0 y A1, en el resto de los puntos muestreados el As se muestra relativamente parejo y dentro del rango que indica el documento “Geoquímica de Sedimentos de la Hoja de Arica” de SERNAGEOMIN. Lo mismo ocurre con el Pb. Esto se puede apreciar en la Figura 14 donde se presenta un mapa de interpolación para el As y el Pb.

El Zn y el Cu presentan los valores más altos en la zona de las comunidades (en los puntos A3, Q1 y A4). Estos valores son también más altos que los mostrados para puntos cercanos en el Mapa Geoquímico del Norte de Chile (cuya interpolación se presenta en la Figura 15). Sin embargo, la posibilidad de que estos valores sean producto de arrastre de residuos mineros por la quebrada Q1 queda descartada ya que se registraron valores no elevados de As y Pb para los sedimentos de la zona (dos elementos presentes en concentraciones elevadas en los residuos).

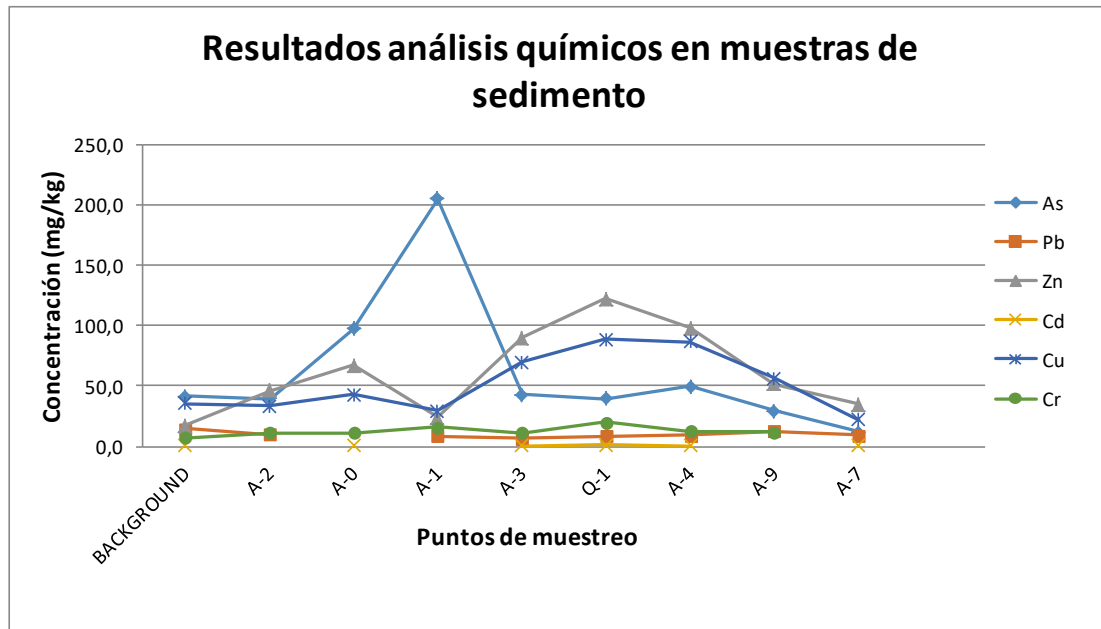


Figura 13. Resultados de análisis químicos para muestras de sedimentos.
Fuente: Elaboración Propia.

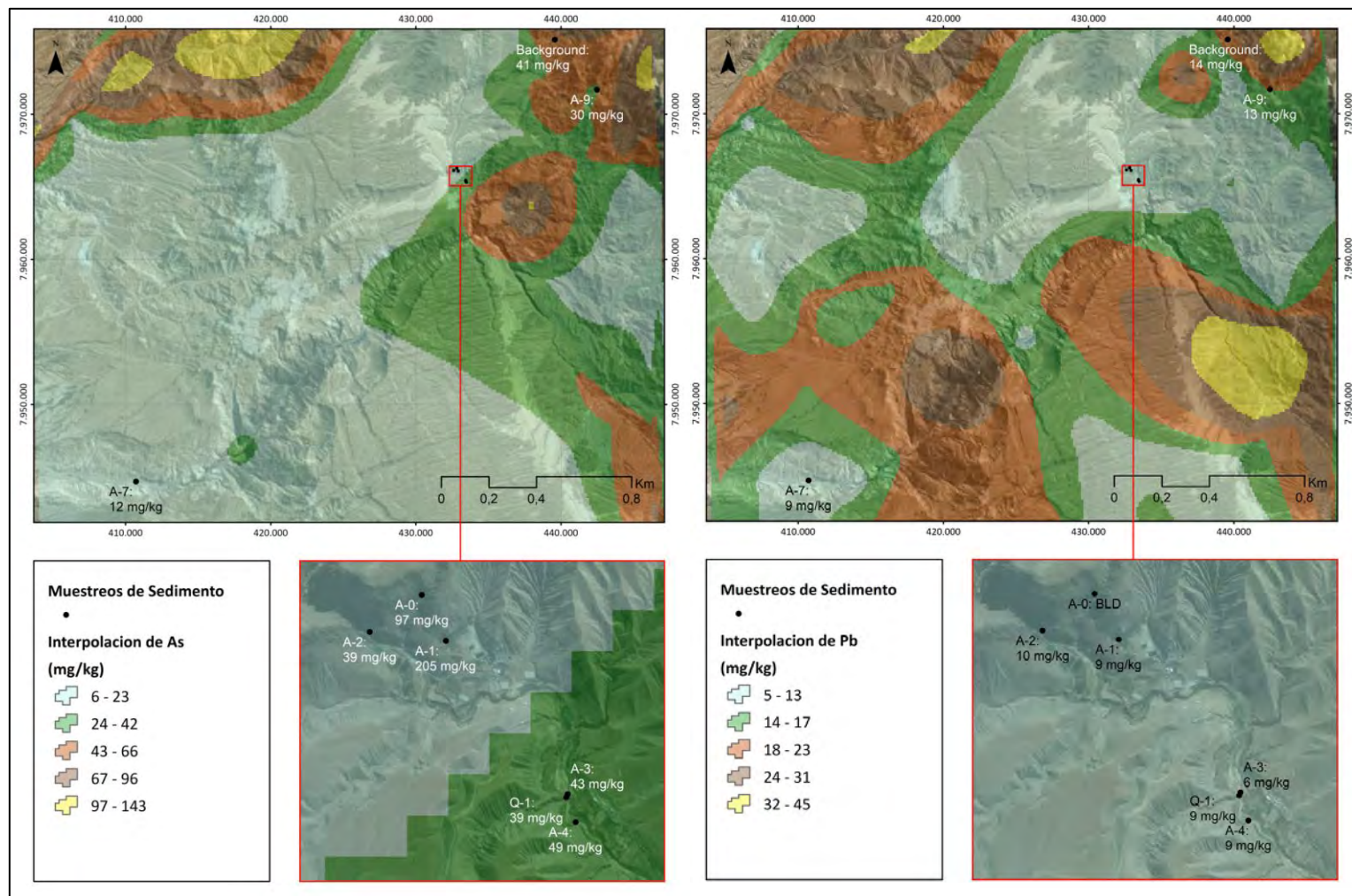


Figura 14. Mapa de interpolación de As y Pb para la zona muestreada.
Fuente: Elaboración Propia a partir del Mapa Geoquímico del Norte de Chile.

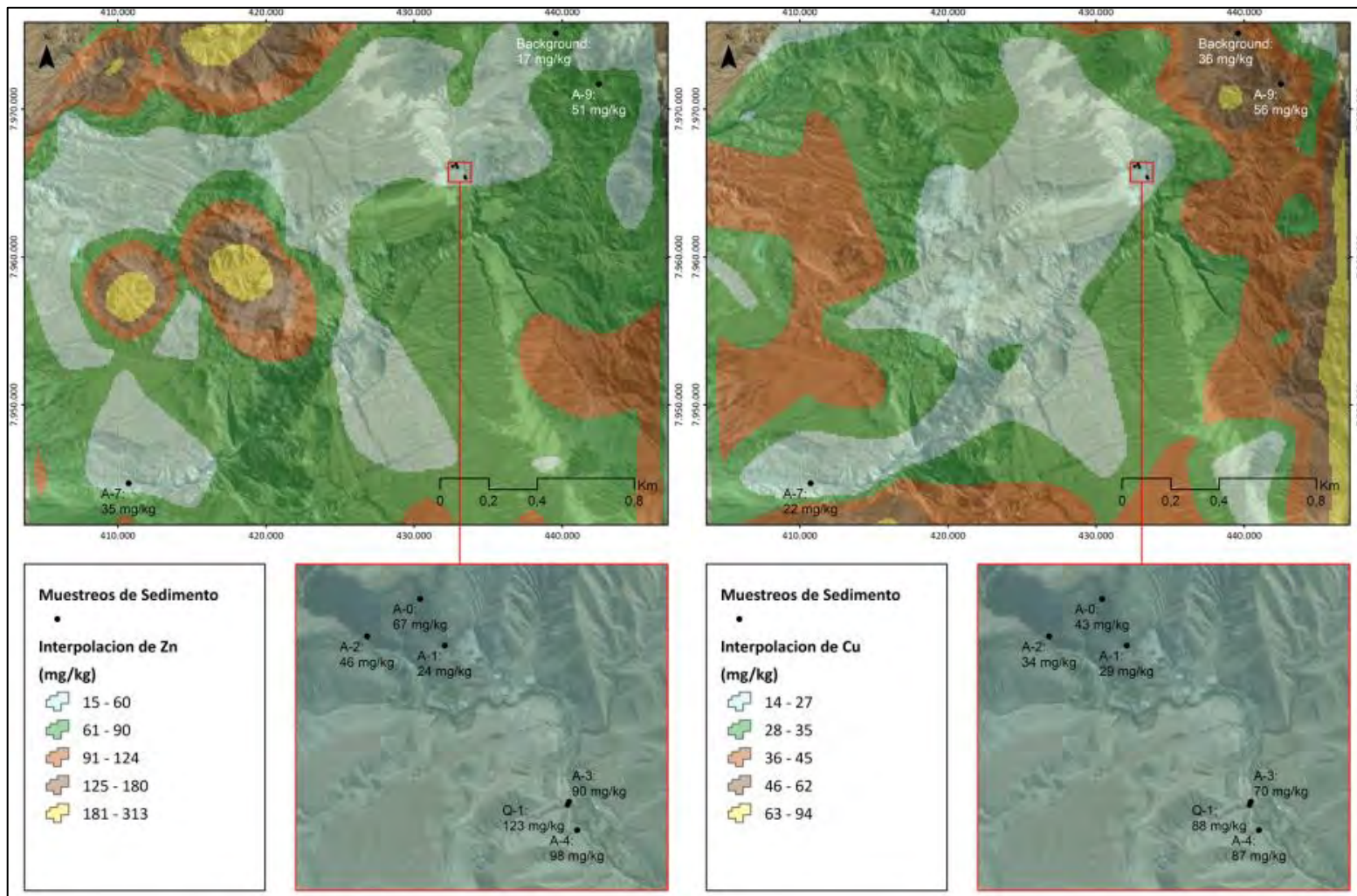


Figura 15. Mapa de interpolación de Zn y Cu para la zona muestreada.
Fuente: Elaboración Propia a partir del Mapa Geoquímico del Norte de Chile.

La Figura 16 muestra los resultados de análisis químicos de sedimentos del lecho del río, desde la parte alta del río Seco (*background*) hasta el río San José en zona cercana a Ausipar (A7). Se incluyen resultados de los análisis realizados por el SERNAGEOMIN en el Mapa Geoquímico del Norte de Chile y los de este estudio. También se consideran en este gráfico los sedimentos tomados en la quebrada Q1 en un punto próximo a la desembocadura de esta quebrada en el río Seco (ver Figura 4).

De acuerdo a los puntos de muestreo (Figura 4) definidos, A2, A3, y A4 se encuentran en el río Seco, en la zona de las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa.

Un análisis de la Figura 16 muestra que:

- El arsénico en la zona de las comunidades presenta valores en el rango de los encontrados en el *background*. El punto Q1 presenta valores similares (levemente menores) que los que se encontraron en A3 y A4.
- Río abajo los valores de arsénico tienden a disminuir a niveles de 20 mg/kg hasta llegar a sus valores más bajo en los dos últimos puntos muestreados: 15 y 12 mg/Kg.
- El plomo presenta poca variación a lo largo del trayecto considerado, encontrándose los valores más bajos en frente de las comunidades, entre 7 y 10 mg/kg.
- El Zn presenta una mayor variación, presentándose los valores más altos frente a las comunidades para disminuir aguas abajo del río Seco. La tendencia a subir el contenido de Zn comienza en la zona de Zapahuiria alcanzando su punto máximo en la quebrada Q1.
- El cadmio, presenta valores muy bajos en todo el trayecto analizado, alcanzando un máximo de 0,844 mg/kg en Q1.
- El cobre presenta los puntos de mayor contenido en la zona de Zapahuiria y frente a las comunidades, alcanzando su punto máximo en el punto A4 frente a Trigo Pampa: 99,9 mg/Kg. Luego decrece para alcanzar 39,2 mg/kg en la zona de Livilcar y alcanzar alrededor de 20 mg/kg en el río San José.

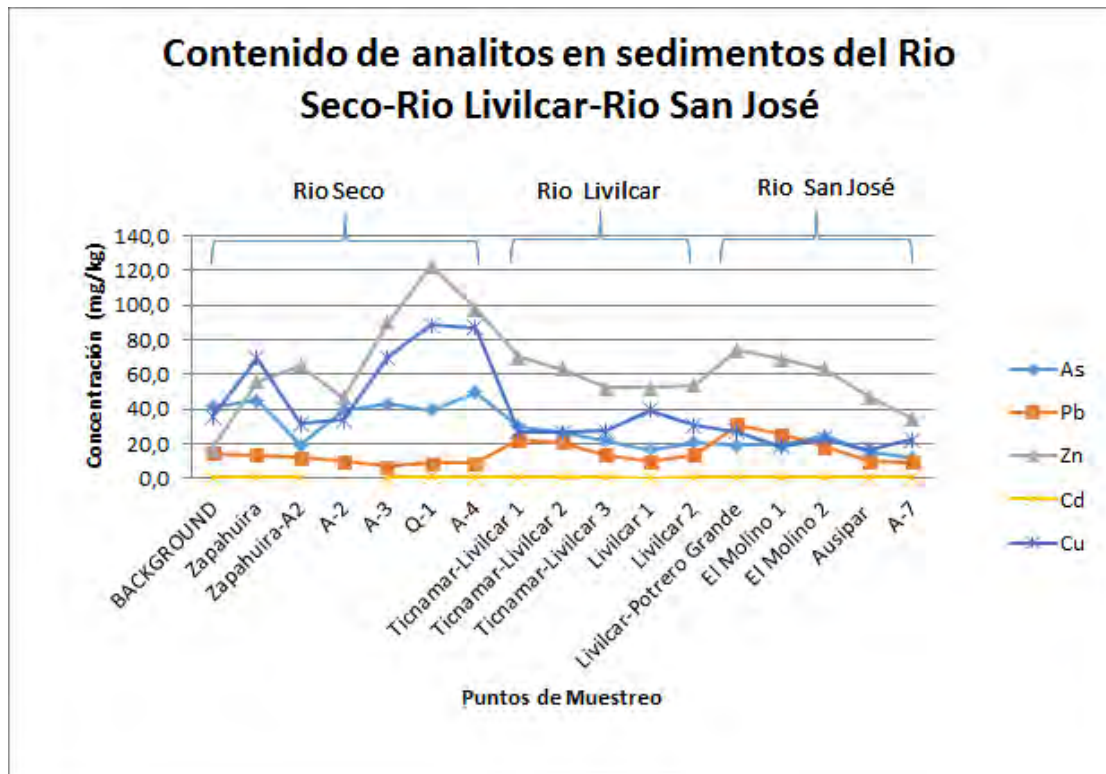


Figura 16. Concentración de los analitos en estudio en muestras de sedimentos en el lecho desde la zona alta del Río Seco hasta el Río San José en punto cercano a Ausipar. Se grafican los valores encontrados en este estudio (puntos *Background*, A2, A3, Q1, A4 y A7) y valores encontrado en el Mapa Geoquímico de Norte de Chile.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Mapa Geoquímico y resultados de este trabajo.

6.6. Posibilidades de Contaminación de Aguas Superficiales por Residuos de Copaquilla

De acuerdo al Modelo Conceptual, una posibilidad de que los residuos mineros de Copaquilla Alta afecten aguas superficiales es vía las quebradas Q1 a Q4 hacia el este, donde afectarían las aguas del río Seco y vía las quebradillas que llegan al dique oeste (en caso de que este fuera sobrepasado), en cuyo caso afectaría aguas en la Quebrada de Cardones. Estas quebradas tienen contacto, en diferentes grados, con los residuos mineros.

La otra posibilidad es que aguas lluvias infiltren los residuos y los suelos, pudiendo llegar a afectar napas subterráneas que luego alimenten las aguas del río Seco o de la cuenca del río Lluta.

Los resultados de análisis químicos de agua en el río Seco y río San José, en momentos en que no estaban ocurriendo escorrentías, muestran que, bajo esas condiciones, no hay relación con los residuos mineros ya que sólo se encontró la presencia de arsénico en niveles por sobre el límite de detección. Por otra parte, el mayor contenido de este analito se encontró en aguas de vertientes que nacen desde la ladera opuesta donde se ubican los residuos.

Los resultados de los sedimentos tomados bajo las mismas condiciones y en los mismos puntos en que se muestreo agua, tampoco muestran relación con los residuos mineros.

Como se analizó en el punto 6.5, los analitos muestreados en sedimentos mostraron valores acordes con el Mapa Geoquímico del Norte Grande, en general. Aun cuando la zona de la desembocadura de Q1 muestra valores más altos de Zn y Cobre, que podrían atribuirse a arrastre de residuos, los valores normales en As y muy bajos de Pb en esa misma zona hacen descartar esa posibilidad.

De este modo, la ruta de las quebradas en Copaquilla Alta hacia el río Seco y hacia la Quebrada de Cardones, como posible vía de contaminación hacia las aguas de ambas cuencas, sólo podría existir en los momentos en que ocurren escorrentías en la zona de residuos.

Dado que, como se explicó en el punto 6.2.1., no fue posible realizar el muestreo en el momento en que se produjeran escorrentías en la quebrada Q1, de modo de evaluar su efecto al comparar los resultados de las muestras tomadas en el río Seco antes y después de Q1, puntos A3 y A4 y tampoco existió la alternativa de muestrear agua corriente en las quebradas Q1, Q2, Q3, Q4 y quebradillas hacia el dique oeste, se considera realizar otros análisis con información primaria y secundaria para estimar los posibles efectos sobre aguas superficiales cuando se producen escorrentías.

En los numerales a continuación se analizan las posibilidades teniendo a la vista información primaria recabada en visitas a terreno, de análisis químicos adicionales realizados en sedimentos de quebradas en Copaquilla Alta en periodo seco y en residuos finos considerados como relaves.

A la vez, se utiliza información secundaria para visualizar movimientos de masas, que pudieron haberse producido en los 20 últimos años, en el área de acopio de los residuos mineros, y se cruza información topográfica y meteorológica del sector con el objeto de relacionar volúmenes del agua que precipita en las quebradas y cuencas, con la que precipita sobre los residuos mineros.

Por otra parte, se realizaron test adicionales de lixiviación y de drenaje ácido a los residuos con el objeto de evaluar la estabilidad química de los residuos bajo la acción de las lluvias a que se ven expuestos durante la época estival.

Este análisis considerará las posibilidades de afectación de las aguas superficiales separadamente en los puntos siguientes: por arrastre de residuos y por disolución de analitos.

6.6.1. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Arrastre de Partículas de Residuos hacia la Cuenca del Río Seco y Hacia la Quebrada de Cardones.

La posibilidad de contaminación de las aguas superficiales está restringido a los períodos en que se produzcan escorrentías en la zona de Alto Copaquilla, a la cantidad de residuos que esas escorrentías sean capaces de arrastrar y a la capacidad del agua lluvia de disolver los analitos que se encuentran presentes en los residuos.

Para analizar la posible afectación de aguas superficiales por arrastre de partículas de residuos por las quebradas que dan al río Seco y a la Quebrada de Cardones, es necesario comprender la geografía de Alto Copaquilla, su relación con los residuos depositados en el sector y las intervenciones que han sido realizadas con posterioridad al abandono de la planta.

La geografía del lugar fue descrita en el Informe de Avance II, punto 3.1.2. y en el Anexo N° 5 Caracterización de Matriz Agua V02 del mismo informe.

La Figura 17 muestra la línea divisoria de aguas entre la cuenca del río Seco y la Quebrada de Cardones (cuenca del río Lluta). Dado que la situación de posibles arrastres es totalmente diferente hacia ambas cuencas, se analizará en forma separada cada una de ellas en los siguientes numerales.



Figura 17. Línea divisoria de aguas en zona de residuos mineros.

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

6.6.1.1. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Arrastre de Partículas de Residuos a través de Q1, Q2, Q3 y Q4 hacia la Cuenca del río Seco.

Respecto a las intervenciones que se han realizado en la zona de residuos y que han tenido y tienen influencia en la posibilidad de que los rípios sean arrastrados hasta el río Seco por efecto de lluvias estivales, en el año 1998 se puso en práctica el Plan Bioseguridad (Servicio Salud Arica, 1998), el cual indica que hacia el este de los residuos mineros (sector en que se encontraban rípios al borde de las quebradas) se realizaron trabajos de movimiento de tierra

con el objeto de evitar arrastres desde los residuos mineros hacia las comunidades, consistentes en:

- Construcción de muros de contención alrededor de los acopios entre las pilas de ripio y borde superior de la quebrada de Copaquilla, también con material estéril.
- Construcción de una franja de terreno, con material no contaminado. Entre la franja de terreno y el desmonte se construyeron fosos de retención primaria, cuando la pendiente así lo aconsejaba.

En dicho plan se construyeron 6 diques en el lado este: dos en la quebrada que en este estudio se denomina Q1 y cuatro en la quebrada que se denomina Q2. En este informe los diques se denominan con una letra E seguida de un número correlativo de norte a sur. Así, los diques E1 y E2 se ubican en la parte superior de Q1 y los diques E3 a E6 se ubican en la parte superior de la quebrada Q2 (Figura 18).

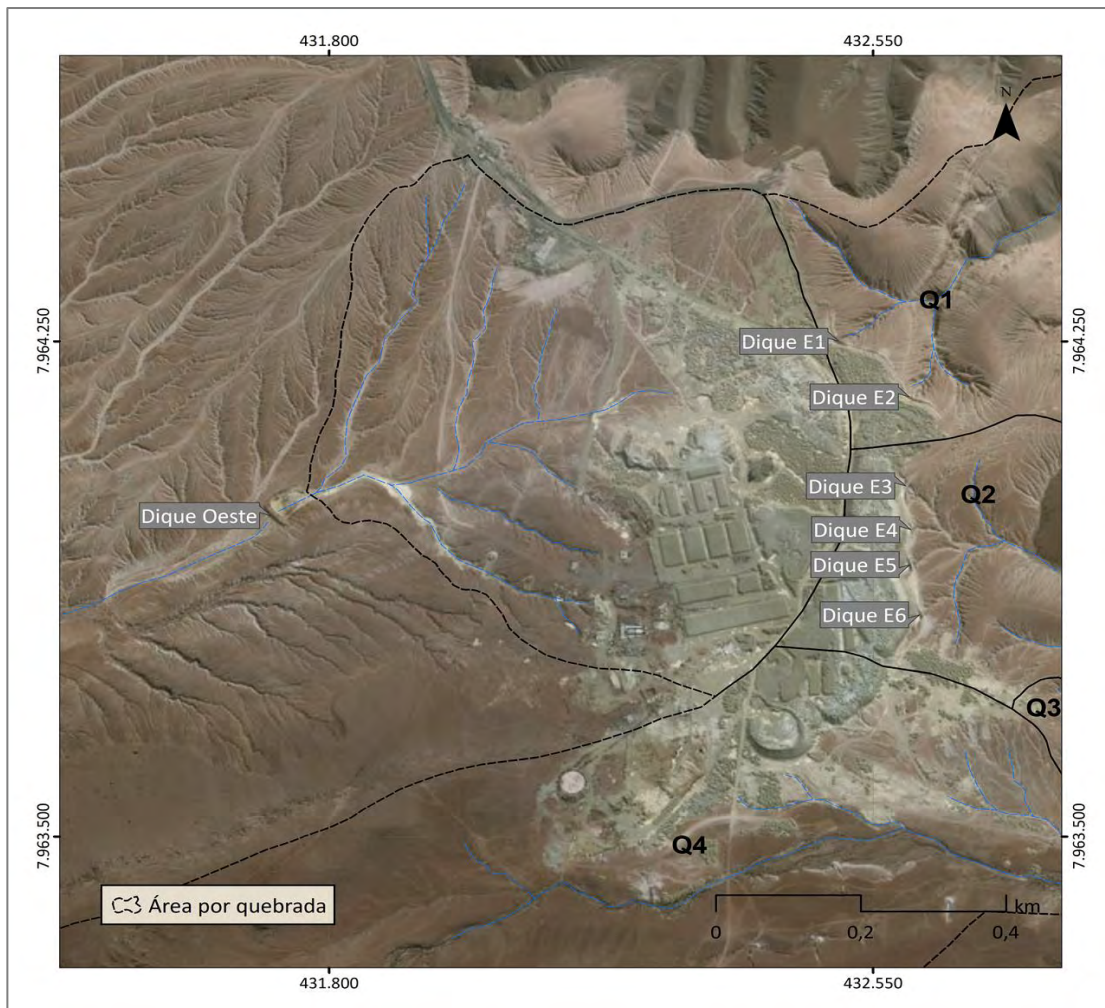


Figura 18. Quebradas que podrían arrastrar residuos hasta el río Seco, cuando se producen escorrentías en Altos de Copaquilla. Ubicación de los diques.

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

En relación a los muros de contención (pretil), estos también se ubican en la zona superior de las quebradas Q1 y Q2. Las quebradas Q3 y Q4 no cuentan con diques ni con pretil de contención.

A partir de la descripción detallada de las quebradas Q1 a Q4 y su relación con los residuos en Copaquilla Alta presentada en el Anexo 2, en la Tabla 11 se presenta un resumen de la situación de cada una de ellas en la actualidad, lo que entrega una idea de la posibilidad de que se arrastren residuos hacia el río Seco en caso de producirse escorrentías.

Debe mencionarse que dada la baja pendiente del sector de Copaquilla Alta, donde se ubican los residuos, unido a la compacidad del material acopiado y a la nula sobrecarga en la corona y el cuerpo del talud de los ripios apilados (ver Anexo N°2, Figura 1 para mayor claridad de a lo que se refieren los ripios apilados), los desplomes o desplazamientos masivos de residuos hacia las quebradas que conectan con el río Seco o con el dique oeste, son de una probabilidad de ocurrencia no significativa.

Tabla 11. Resumen de la situación de las quebradas Q1 a Q4, en relación a su posibilidad de arrastre de residuos por aguas lluvia

Quebrada	Existencia de Diques y pretilos de contención	Posibilidades de arrastre de residuos mineros	Desembocadura al río Seco		
			Ubicación	Coordenadas	
Q1	Si, en buen estado.	Baja probabilidad, por existencia de diques E1 y E2 en buenas condiciones.	Frente a Trigo Pampa, donde comienza la zona poblada por el lado norte. Lecho del río a 6 metros bajo los suelos agrícolas.	433.422	7.965.427
Q2	Si. Diques en regular estado, pretilos en mal estado.	Hay evidencia de canalizaciones desde los residuos apilados hacia la quebrada, en la superficie superior de los diques y entre diques por mal estado o no existencia de pretil de contención	Al sur de Trigo Pampa, a 1,9 km en línea recta (aproximadamente). Después de la Quebrada Luco.	433.934	7.963.497
	En zona de conos dispersos, no hay diques ni pretilos de contención.	Hay evidencia de arrastre de residuos en zona de contacto con residuos dispersos			
Q3	No	En su zona más alta hay evidencia de arrastre de residuos dispersos.	Al sur de Trigo Pampa, a 2,1 km en línea recta (aproximadamente). Después de la Quebrada Luco.	433.975	7.963.280
Q4	No	Hay evidencia de arrastre por aguas lluvias desde residuos masivos y dispersos, en zonas de muy baja pendiente (0 a 5 grados)	Al sur de Trigo Pampa, a 2,5 km en línea recta (aproximadamente). Después de la Quebrada Luco.	433.847	7.962.913
		Ha habido arrastre de residuos por socavación del suelo por las escorrentías, en el borde del lecho de la quebrada.			

Fuente: Elaboración propia.

Como ya se mencionó anteriormente, aunque los posibles arrastres no afecten a las comunidades de Copaquilla, Trigo Pampa y, menos aún al Pueblo de Mallku, resulta de interés analizar la posibilidad de que estos arrastres pudieran afectar a las aguas del río Seco, Livilcar y San José.

a) Comparación cualitativa del volumen y distribución de residuos entre el año 1997 y 2016

La Figura 19 muestra las vistas generales de los residuos del año 1997 (fotografía aérea del Servicio Aerofotogramétrico, SAF, de la FACH) y del año 2016 (imagen de Google Earth). Aun cuando la resolución de la aerofotografía no es buena, igualmente se puede apreciar que no hay diferencias sustantivas en la configuración y distribución de los residuos. Especialmente en el caso de aquellos conos dispersos que no tienen ninguna barrera para que las aguas lluvias puedan arrastrar residuos erosionados hacia las quebradas (ver Anexo 2).

En la **Figura 20** se compara la situación de algunos conos dispersos específicos, a modo de ejemplo, no encontrándose diferencias notorias después de 19 años.

Estas comparaciones resultan ser un antecedente importante ya que entregan una idea cualitativa de la similitud de la situación a través de los años y permiten estimar que las lluvias estivales no han producido erosión importante en los residuos y que las escorrentías generadas en las quebradas Q1 a Q4 no han arrastrado cantidades relevantes de residuos que pudieran afectar a las aguas del río Seco, río Livilcar y río San José.

A modo de observación, que se desprende de la fotografía aérea del año 1997, se puede notar que a esa fecha no estaban construidos los diques situados hacia el este ni el camino hacia Livilcar. Por otra parte, ya existía el dique oeste, el cual seguramente fue construido durante la operación de la planta.

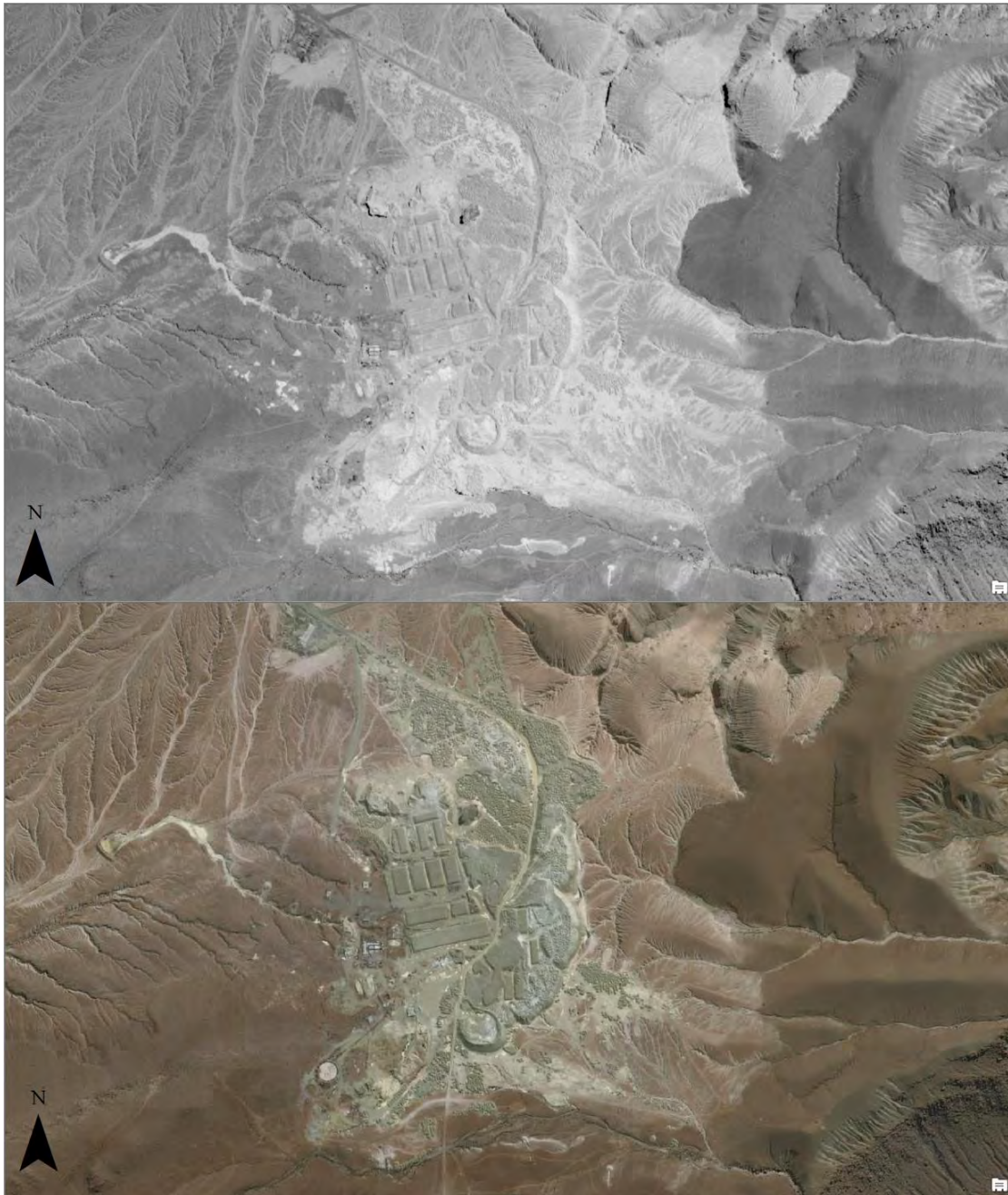


Figura 19. Comparación de imágenes de los residuos entre el año 1997, fotografía aérea del año 1997 (arriba), e imagen Google Earth del año 2017 (abajo).

Fuente: Elaboración propia a partir fotografía aérea y de Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.



Figura 20. Comparación de zonas específicas que no muestran cambios observables. Fotografía aérea del año 1997 (izquierda), imagen Google Earth del año 2017 (derecha).

Fuente: Elaboración propia a partir de fotografía aérea y de Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

b) Análisis químicos adicionales en quebradas Q1 a Q4.

Con el objeto de contar con antecedentes adicionales que permitieran estimar el efecto de los posibles arrastres de rípios por las quebradas, se realizaron análisis químicos de sedimentos secos, sin presencia de escorrentía, en las quebradas Q1 a Q4.

El muestreo fue de tipo “ad hoc” orientado a conseguir el objetivo señalado en el párrafo anterior. Los puntos muestreados se muestran en la Figura 21.



Figura 21. Puntos de muestreo de sedimentos en quebradas Q1 a Q4, sin escorrentías.
Fuente: Elaboración propia a partir de Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

En la Tabla 12 se describe cada punto con los resultados químicos obtenidos.

En la Figura 22, Figura 23 y Figura 24 se presentan resultados en forma gráfica.

Tabla 12. Ubicación y resultados de muestras de sedimentos en quebradas Q1 a Q4.

Muestra	Ubicación	Concentración mg/kg						
		As	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	CN
1(Q4-1)	Q4, 190 m antes de primer contacto con residuos	12,5	BLD	12,00	BLD	9,3	BLD	BLD
2(Q4-2)	Q4, 80 m más abajo de conos de ripio en zona de socavación	74,3	27,0	28,76	BLD	15,0	8,4	BLD
3(Q4-3)	Q4, 60 m más abajo de último tributario con arrastre de rípios	66,6	20,6	6,26	BLD	10,1	BLD	BLD
5(Q3-1)	Q3, 80 m más abajo de conos de residuos sin barreras	29,7	27,9	57,30	BLD	21,7	6,2	BLD
6(Q3-2)	Q3, 380 m más abajo de conos de residuos sin barreras	54,2	6,0	116,41	BLD	23,2	21,5	BLD
7(Q2-1)	Q2. a 100 m más abajo de diques y 200 m más abajo de conos disperso sin barreras	25,0	25,3	72,43	BLD	29,0	6,6	2,0
8(Q2-2)	Q2, 600 m más debajo de diques	15,0	BLD	41,66	BLD	16,3	6,9	BLD
9(Q1-1)	Q1, 90 m más abajo del dique E2	32,1	7,2	45,29	BLD	17,5	7,4	0,4
9a(Q1-3)	Q1, 100 m más abajo del dique E1	37,1	12,0	16,08	BLD	16,2	BLD	5,0
10(Q1-2)	Q1, en zona no afectada por posibles arrastres de rípios. A 205 m de diques E1 y E2	32,5	5,8	14,39	BLD	15,2	BLD	BLD
Límite de detección		0,2	4,9	2,43	0,437	5,1	3,8	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados entregados por Algoritmos.

En general, los contenidos de cada analito en las quebradas están bastante por debajo de la concentración de ellos en los residuos, como se muestra en la Figura 22.

Si se analiza los resultados en Q4 se observa que:

- En el punto Q4-1, que representa un lugar no afectado por arrastre de residuos, los valores para As y Pb son de 12,5 y menor que 4,9 mg/kg (límite de detección), respectivamente.

- En el punto Q4-2, donde el lecho de la quebrada Q4 tiene contacto con residuos, los valores para As y Pb suben a 74,3 y 27,0 mg/kg respectivamente.
- En el punto Q4-3, después de todos los puntos de contacto con posible arrastre de residuos, los valores para As y Pb están en 66,6 y 20,6 mg/kg, respectivamente.

Estos valores se presentan gráficamente en la Figura 23. De acuerdo a lo mencionado, se podría decir que los sedimentos de la quebrada Q4 pueden estar afectados por los rípios en la zona en que estos pueden ser arrastrados hacia el lecho de la quebrada, cuando se producen lluvias y escorrentías.

El comportamiento de los otros analitos no resulta tan claro. Aun cuando el Zn, Cu y Cr suben en el punto Q4-2, respecto del Q4-1, en el punto Q4-3 los tres bajan a niveles similares o menores que en el punto Q4-1.

Aun cuando los resultados de los análisis químicos no son concluyentes, se puede decir que efectivamente el arrastre de residuos hacia el lecho de la quebrada Q4, en el momento de producirse escorrentías, podría estar produciendo alguna alteración de sus sedimentos.

En el caso de la quebrada Q3 los resultados son de difícil interpretación. El arsénico y el plomo varían en sentido contrario entre ambos puntos muestreados, lo que no tiene lógica desde el punto de vista de la posible influencia de los residuos. El Zn presenta un comportamiento similar al del As, lo cual es esperable. El Cu se mantiene en valores similares lo cual tampoco tiene lógica con la tendencia que muestran los otros analitos.

Los resultados en la quebrada Q2 presentan valores consistentes entre todos los analitos, en el sentido que muestran valores más altos en el punto Q2-1, cercano a los residuos, y bajan a niveles cercanos a los encontrados en Q4-1. Esto podría confirmar que ha habido arrastre desde los rípios masivos y desde los conos dispersos.

La muestra Q1-2 representa un punto que no puede haber sido afectado por arrastres dada su ubicación (ver Figura 21). Como se puede apreciar en la Figura 23 y la Figura 24, salvo en el caso del Zn, todos los analitos en los puntos Q1-1 y Q1-3 están en niveles muy cercanos a Q1-2. Esto estaría reafirmando el hecho de que los diques E1 y E2 y el pretil de la zona alta de Q1 (por donde podrían haberse arrastrado residuos), han cumplido su objetivo de evitar que la lluvia arrastre residuos hacia el lecho de la quebrada Q1.

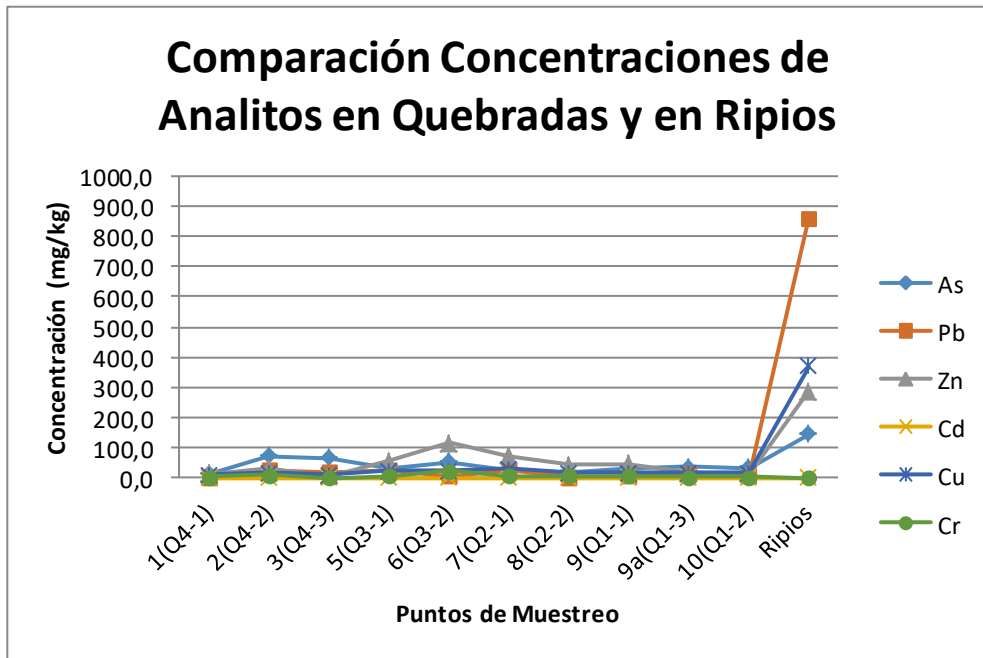


Figura 22. Comparación concentración de analitos en las Quebradas Q1 a Q4 con Ripios.
Fuente: Elaboración propia.

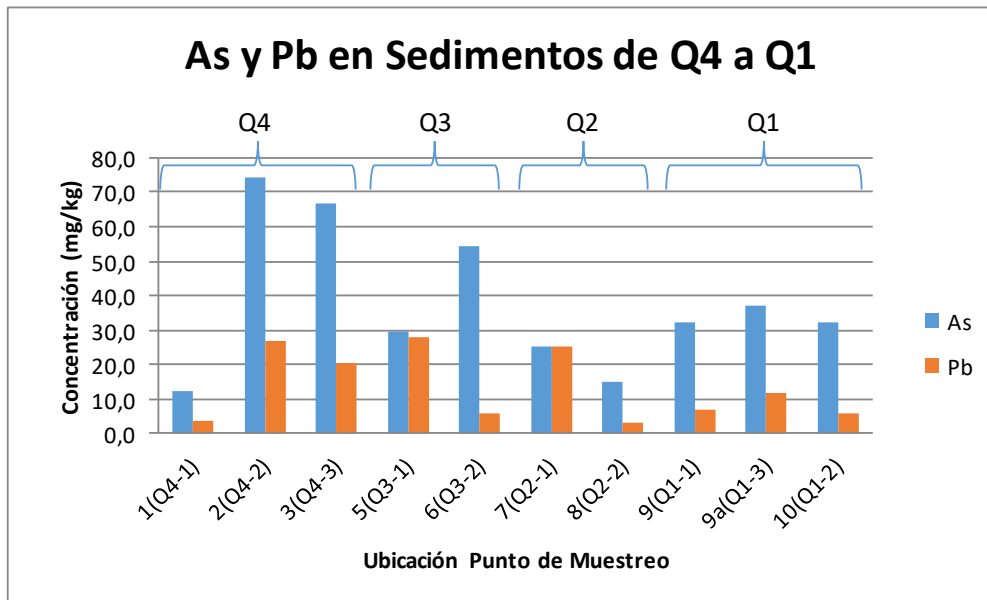


Figura 23. As y Pb en sedimentos de Q4 a Q1, en drenaje sin escorrentías.
Fuente: Elaboración propia.

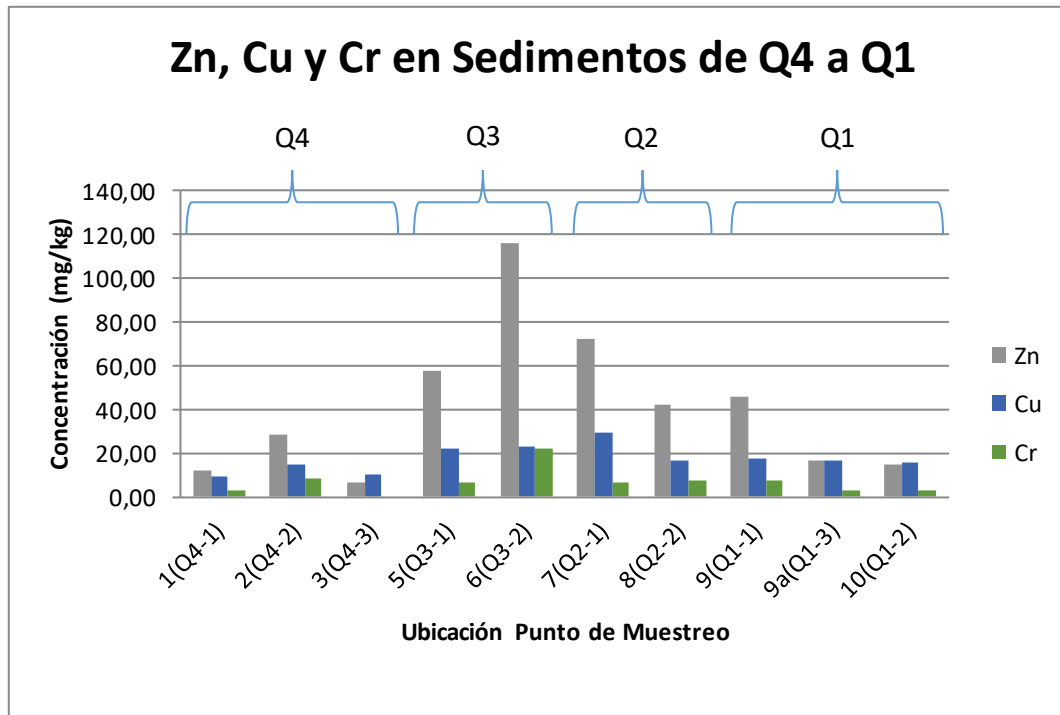


Figura 24. Zn, Cu y Cr en sedimentos de Q4 a Q1, en drenaje sin escorrentías.
Fuente: Elaboración propia.

c) Comparación de volumen de agua que cae sobre los rios y sobre la cuenca a que pertenecen las quebradas donde se ubican.

Una medida que puede entregar una idea de la influencia de los residuos mineros sobre las aguas del río Seco, Livilcar y San José, es comparar el volumen de agua que cae, durante el periodo de un año, sobre los residuos que están en cada quebrada (de Q1 a Q4) con el volumen de agua que cae sobre toda la cuenca del río Seco, aguas arriba de donde cada quebrada desemboca en el río Seco (en el Anexo 3 se muestran los cálculos realizados, se considera toda el agua caída durante un año y el volumen de agua se estima de acuerdo a las distintas isoyetas¹⁹ que cruzan la cuenca que drena el punto indicado).

La Tabla 13 muestra los resultados de los cálculos mencionados en el párrafo anterior y en la Figura 25 se aprecian las áreas de residuos consideradas para cada quebrada y la delimitación de estas últimas según las divisorias de las aguas.

A modo de explicación de la Tabla 13, en la segunda columna se muestra el volumen de agua que cae sobre los residuos como porcentaje del volumen que cae sobre el total de la quebrada respectiva; en la tercera columna se muestra el volumen acumulativo de agua que cae sobre los residuos (es decir, considera el volumen de agua sobre los residuos de la propia quebrada, más el de las quebradas ubicadas a su lado norte), como porcentaje del volumen de agua que

¹⁹ Isoyeta: Línea curva que une, en un mapa, los puntos que presentan las mismas precipitaciones en una unidad de tiempo determinada.

recibe la cuenca del río Seco aguas arriba de donde desemboca la quebrada respectiva. La cuarta columna muestra los litros de agua que caen sobre la cuenca del río Seco por cada litro que cae sobre los residuos acumulados.

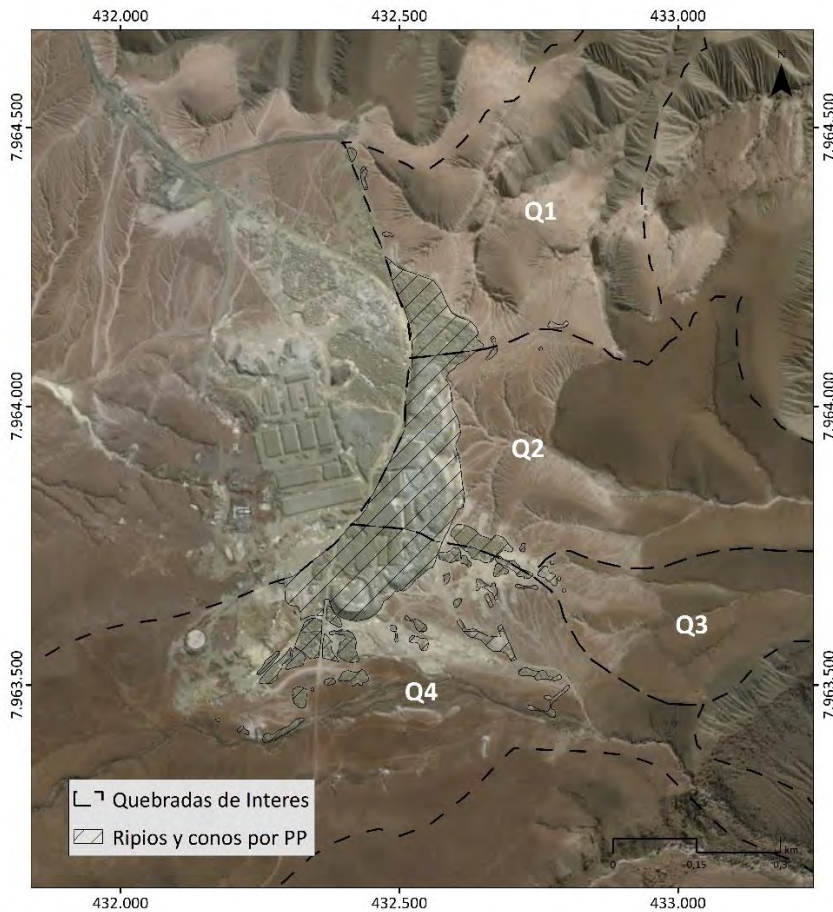


Figura 25. Delimitación de las quebradas según líneas divisorias de agua y áreas de residuos ubicadas en cada quebrada (achuradas).

Fuente: Elaboración propia en base a de Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

Tabla 13. Relación de volumen de agua que caen sobre los residuos respecto al volumen de agua que cae sobre la quebrada en que se ubican y respecto al total drenado por la cuenca del río Seco aguas arriba desde el punto en que desemboca la quebrada respectiva.

Zona Analizada	Volumen agua que cae sobre los residuos con respecto al volumen de agua que cae sobre la quebrada en que se ubican.	Volumen de agua que cae sobre los residuos (acumulado) con respecto al agua que cae sobre la cuenca del río Seco, aguas arriba de los puntos de confluencia con las quebradas	Litros de agua caída sobre la cuenca del río Seco por cada litro de agua caída sobre los residuos (L)
Q1	3,7%	0,008%	13.106
Q2	10,7%	0,018%	5.561
Q3	0,5%	0,018%	5.559
Q4	1,3%	0,033%	3.065

Fuente. Elaboración propia (Anexo 3).

A modo de ejemplo, cuando hay escorrentías en la quebrada Q1:

- El volumen de agua que cae sobre los residuos ubicados en Q1 representa el 3,7% del volumen de agua que cae sobre la quebrada Q1.
- El volumen de agua que cae sobre los residuos ubicados en Q1 representa el 0,008% del volumen de agua que cae sobre la cuenca del río Seco, aguas arriba del punto donde la quebrada Q1 descarga en el río Seco.
- Por cada litro de agua que cae sobre los residuos ubicados en Q1, caerían 13.106 litros de agua sobre la cuenca del río Seco, aguas arriba del punto donde la quebrada Q1 descarga en el río Seco.

Si consideramos Q2, se diría que cuando hay escorrentías en la quebrada Q2:

- El volumen de agua que cae sobre los residuos ubicados en Q2 representa el 10,7% del volumen de agua que cae sobre la quebrada Q2.
- El volumen de agua que cae sobre los residuos ubicados en Q1 y en Q2 representa el 0,018% del volumen de agua que cae sobre la cuenca del río Seco, aguas arriba del punto donde la quebrada Q2 descarga en el río Seco.
- Por cada litro de agua que cae sobre los residuos ubicados en Q1 y Q2, caerían 5.561 litros de agua sobre la cuenca del río Seco, aguas arriba del punto donde la quebrada Q2 descarga en el río Seco.

Para las quebradas Q3 y Q4, se analiza con la misma lógica que Q2.

Finalmente, si se considera la influencia de los residuos cuando se producen escorrentías en las quebradas Q1 a Q4, en el punto donde confluyen el río Seco y el Tignamar (nacimiento del río Livilcar) se podría decir que por cada litro de agua que cae sobre los residuos ubicados en las quebradas Q1 a Q4, caen 25.050 litros de agua sobre las cuencas del río Seco y Tignamar, aguas arriba del punto de confluencia de ambos ríos.

Del análisis anterior se desprende que los residuos que arrastrarían las quebradas Q1 a Q4, cuando se producen escorrentías desde la zona alta de las quebradas donde se ubican los residuos mineros, no tienen significancia si se comparan con la posibilidad de arrastre de sedimentos que se pueden generar en las cuencas analizadas.

De acuerdo a los análisis realizados, puede decirse que cuando ocurren escorrentías en Alto de Copaquilla:

- Puede ocurrir arrastre de residuos mineros hacia las quebradas Q2, Q3 y Q4, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 11, en el Anexo 2 y por los resultados de análisis químicos.
- La quebrada Q4 es la que tiene mayores posibilidades de que se arrastren residuos por la extensión en que se encuentran residuos dispersos y residuos apilados sin barreras de contención (Tabla 11 y Anexo 2).

- No hay evidencia que en la quebrada Q1 haya habido arrastre de residuos en el último tiempo por el buen desempeño de los diques E1 y E2 y del pretil construido en la zona alta de la quebrada.
- La magnitud de los arrastres no ha sido relevante en vista de la comparación de la situación de los residuos entre 1997 y 2016.
- La posibilidad de que los arrastres efectivamente contaminen las aguas del río Seco, son mínimas debido a la pequeña magnitud del volumen de agua que cae sobre los residuos en comparación con el volumen de agua que cae sobre la cuenca total del río Seco aguas arriba del punto de desembocadura de las quebradas Q1 a Q4 (Tabla 13).
- La posibilidad que el río Livilcar se contamine por la presencia de los residuos mineros de Copaquilla resulta más remota aún al considerar que al volumen total de agua que cae sobre la cuenca del río Seco se debe agregar el volumen de agua que cae sobre la cuenca del río Tignamar.

6.6.1.2. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Arrastre de Residuos a través del Dique Oeste hacia la Quebrada de Cardones.

Como primer elemento a considerar es que Altos de Copaquilla (Pampa del Muerto) forma parte de la zona alta de Quebrada de Cardones, drenaje de tercer orden de la cuenca del Río Lluta, localizada a más de 30 km hacia el noroeste y no drena hacia las comunidades en estudio, por tanto, no es un riesgo para comunidades.

Como se mencionara, todas las quebradillas que dan hacia la Quebrada de Cardones y que pudieran arrastrar residuos mineros en caso de producirse escorrentías, llegan al dique oeste, como se aprecia en la Figura 26.

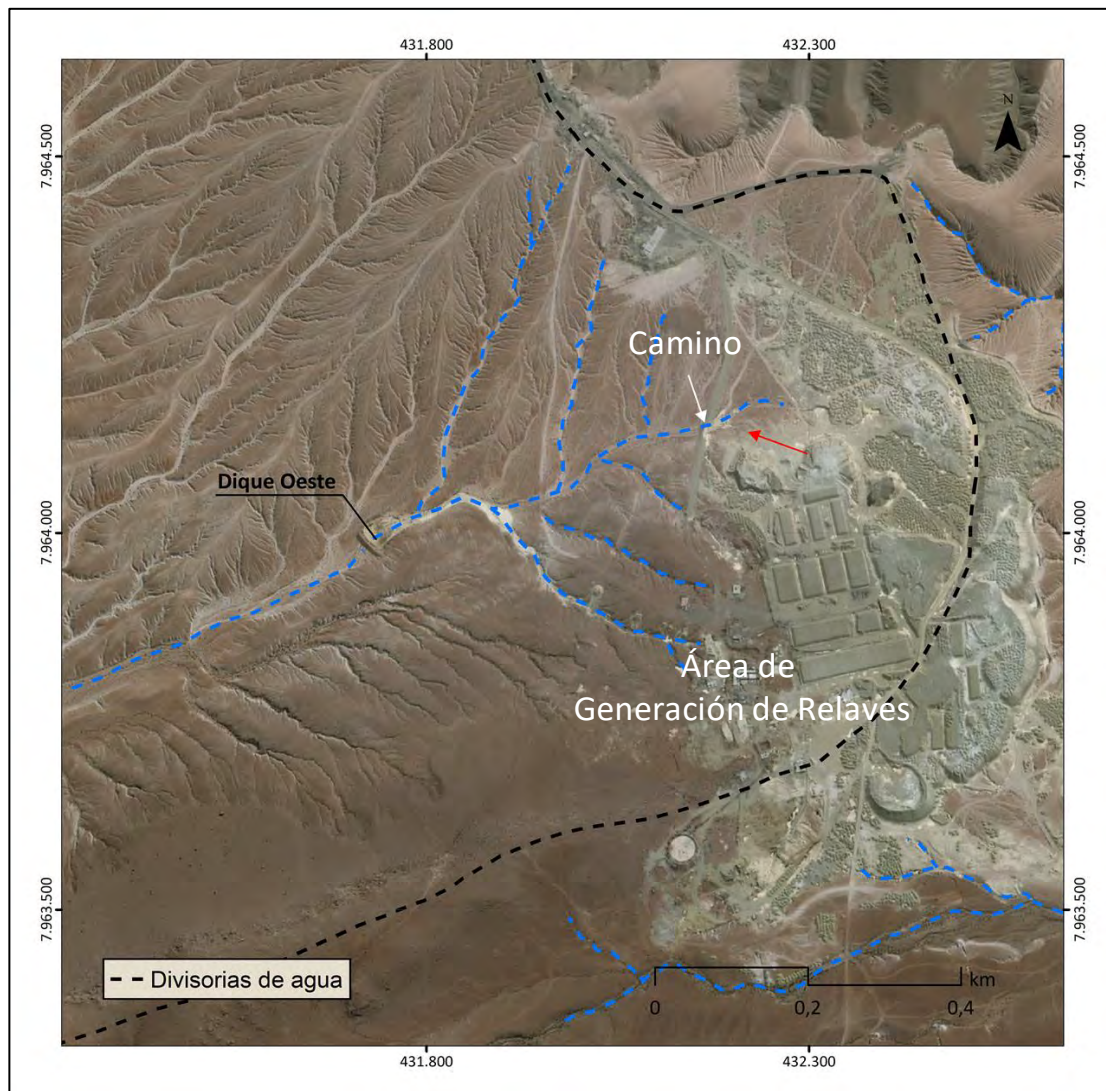


Figura 26. Quebradillas hacia Quebrada de Cardones. Todas las que tienen contacto con residuos, drenan hacia el dique oeste. El camino indicado actúa como pretil de contención de posibles arrastres hacia el dique oeste (flecha indica pendiente).

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGis.

En el Informe de Avance II, sección 3.1.1.1, página 14, se explicó que el dique oeste funcionó como un pequeño “tranque de relave” para la planta de flotación que existió en el lugar y para parte de los relaves²⁰ que fueron traídos desde Arica.

De acuerdo a lo observado en visitas a terreno, de todas las quebradillas que llegan al dique oeste, prácticamente la única que ha aportado residuos mineros es la primera quebrada de sur a norte, que nace en la Zona de Generación de Relaves indicada en la Figura 26. Las otras tienen muy poco contacto con residuos, salvo aquella que está interrumpida por el camino

²⁰ Relave: corresponde al material que queda después de haber extraído las especies de interés por el proceso de flotación. Es un material muy fino que, normalmente se deposita en tranques de relave.

indicado en la Figura 26. En ese caso, el camino actúa como un pretil que detiene el paso de las escorrentías cuando estas se producen.

La primera quebradilla de sur a norte se muestra en la Figura 27. En esta se encuentran depositados residuos de granulometría muy fina (diferente de los rípios de lixiviación que tienen una granulometría mayor, bajo 1/4 de pulgada), seguramente corresponden a relaves que pueden haber sido traídos de Arica o producidos en el lugar durante la operación de la planta.

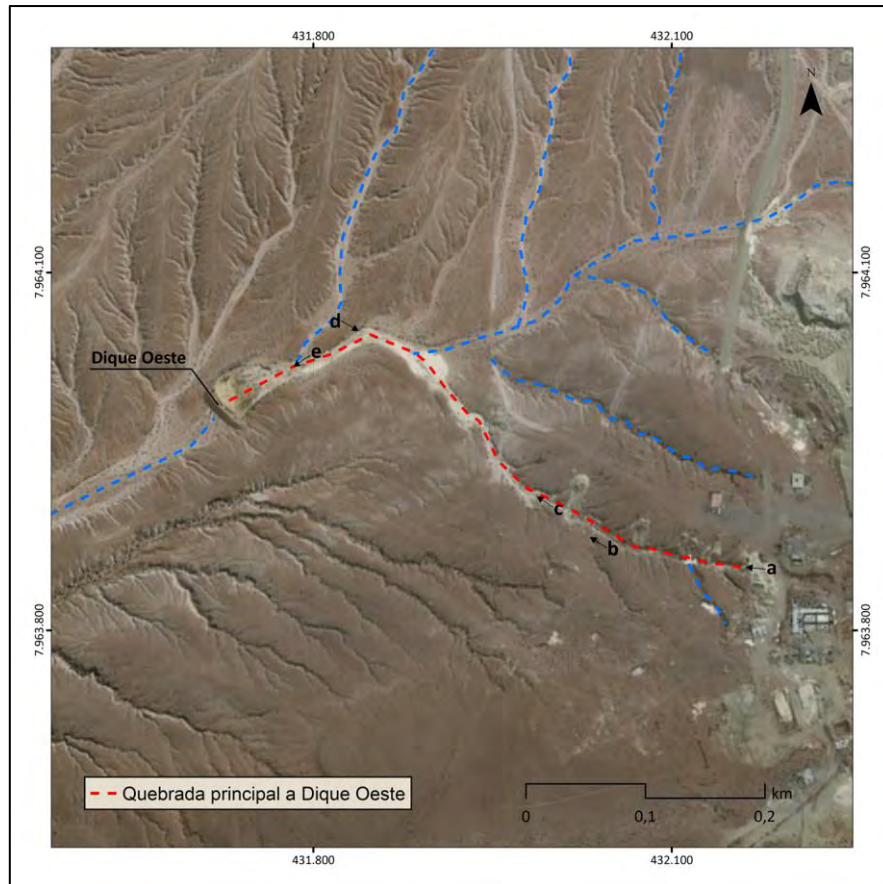


Figura 27. Detalle quebradilla principal de aportes de residuos al dique oeste. Las letras y flechas tienen relación con la Figura 25. Lugar y dirección en que fueron tomadas las fotografías.

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Lo más probable es que la mayor cantidad de material que hoy está en el dique oeste haya sido arrastrado como relave durante la operación de la planta, por esa quebrada.

En la Figura 28 se muestran detalles de los residuos mineros apilados en la cabecera de la quebrada (a); en el lecho y en los bordes (b), en el lecho (c) y en las cercanías del dique (d). El material acopiado y el de color más claro que se encuentra en el lecho corresponde a residuos mineros.



Figura 28. Detalle de la quebrada principal que contiene residuos mineros y que llega al dique oeste. El material de color más claro corresponde a relave. Las letras tienen relación con la Figura 27. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 29 muestra el aspecto del lecho de la quebrada en la llegada al dique, donde se aprecia mucho menor cantidad de material claro que se identifica como residuos mineros.

En resumen, el dique oeste ha recibido residuos mineros principalmente de la primera quebradilla de sur a norte. A diferencia de los rípios, este material presenta una granulometría muy fina, característica típica de relaves mineros. El material se encuentra en la cabecera de la quebrada, en el lecho mismo, en pequeñas cárcavas por la orilla de la quebrada y en material acopiado principalmente en la orilla norte de la quebrada.



Figura 29. Vista de la entrada al dique oeste, desde la posición indicada en la Figura 27
Fuente: Elaboración propia.



Figura 30. Dique Oeste, construido con material granular proveniente del suelo natural del sector.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 30, el dique se encuentra en buen estado y su parte más baja tiene 1 m de altura desde el nivel del material contenido.

Al observar el dique y sus alrededores no se encuentran evidencias de que haya sido sobrepasado por relaves líquidos durante su operación o por arrastre de aguas lluvias en temporadas estivales.

De acuerdo al juicio experto del profesional que realizó el levantamiento de línea base de flora, la vegetación existente permite observar individuos adultos que evidencian la estabilidad del suelo y permiten estimar que, al menos, durante los últimos 10 años no ha habido cambios de nivel importantes en el material del dique oeste.

d) Comparación cualitativa del volumen y distribución de residuos entre el año 1997 y 2016

Como se mencionara anteriormente, en la Figura 19 se muestra la comparación general del aspecto de los residuos entre el año 1997 y 2016 y se puede apreciar que no hay diferencias importantes en la configuración y distribución de los residuos.

En la Figura 31 se muestra la zona de los residuos que drenan hacia el dique oeste y, a modo de ejemplos, detalles de puntos específicos estos se han mantenido prácticamente igual en los últimos 19 años. En este caso, no se aprecia un arrastre importante de residuos desde las quebradillas hacia el dique oeste, lo cual es un antecedente más para estimar que efectivamente el dique no ha sido sobre pasado.

Estas comparaciones entregan un antecedente cualitativo adicional que sugiere la poca movilidad de los residuos y el poco efecto observable que ha tenido la erosión provocada por la lluvia y el viento en los residuos.

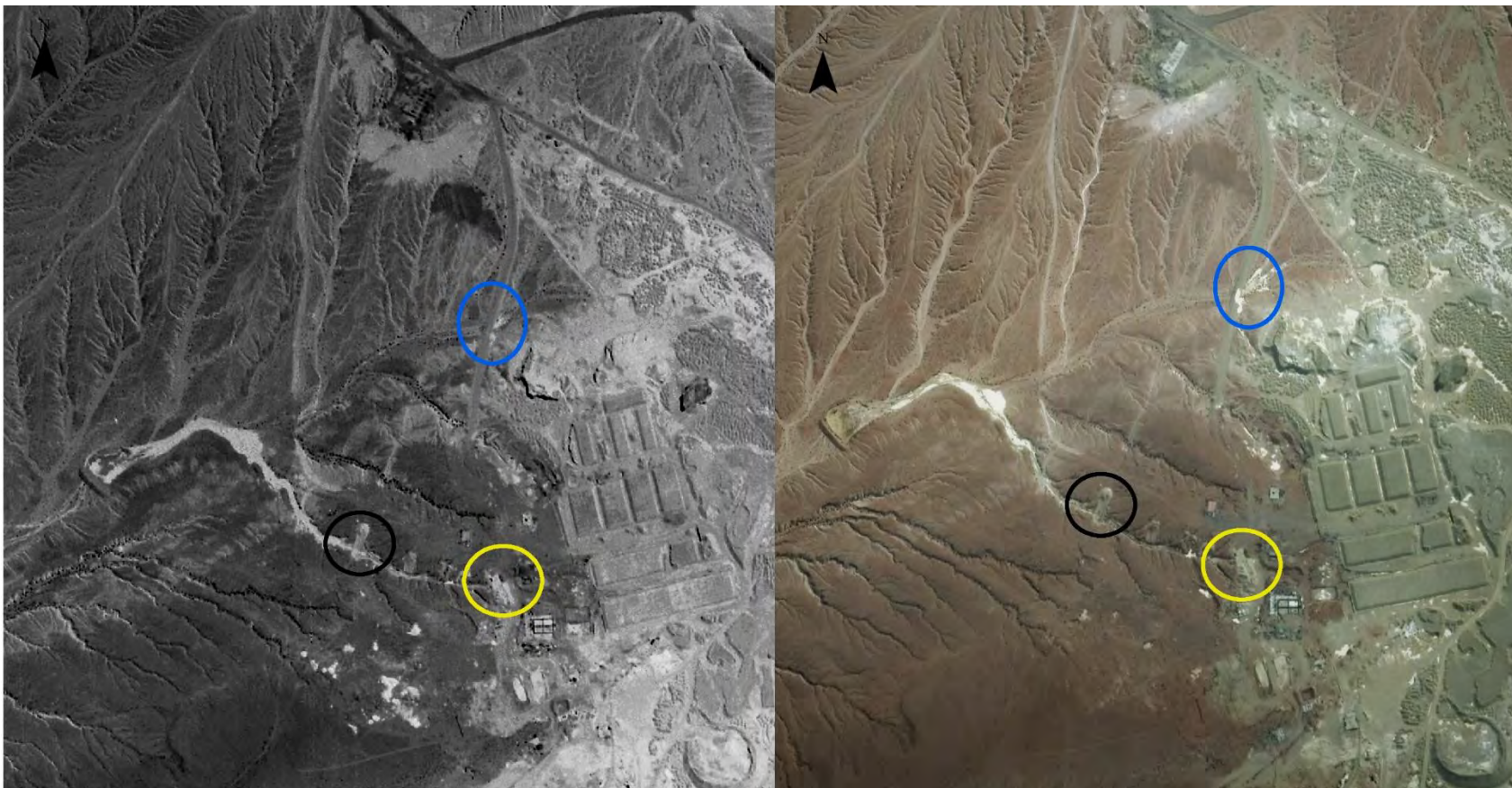


Figura 31. Comparación de puntos específicos que muestran, a modo de ejemplo, que no ha habido cambios observables en los residuos.
Fotografía aérea del año 1997 (izquierda), imagen Google Earth del año 2017 (derecha).
Fuente: Elaboración propia a partir de fotografía aérea y de Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

e) Análisis químicos adicionales en entorno del dique oeste.

Con el objeto de obtener mayores antecedentes respecto de la probabilidad de que escorrentías hubieran sobrepasado el dique y afectado aguas abajo del dique oeste, se tomó muestra en el material acumulado en el dique, inmediatamente después del dique y 650 m más abajo. También se muestreo sedimentos en una quebrada sin la influencia de residuos para tenerlo como referencia (*background*).

Dado que el material del dique oeste en su mayor parte tiene las características de relave y este tipo de residuos no fue caracterizado antes en este estudio, se muestreó sedimentos antes del dique, en los residuos depositados en la quebradilla principal y en los bordes de la misma. Estos puntos son parte del muestreo “ad hoc” mencionado anteriormente para las quebradas Q1 a Q4 y constituyen análisis adicionales para reducir incertidumbre. En la Figura 32 se aprecian la posición de los puntos muestreados.



Figura 32. Puntos de muestreo en quebrada principal de aporte de residuos al dique oeste, en el dique oeste, después del dique oeste y en un punto *background* fuera de la influencia de posibles arrastres de residuos.

Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

La metodología para la toma de muestra de los sedimentos fue la misma empleada en el muestreo de suelos de las comunidades descrita en el Informe de Avance II, sección 4.2.1.1. y en el informe “Muestreo y Análisis de Componentes Ambientales de Suelo y Agua Proyecto Copaquilla” de Algoritmos (Anexo 1). Las muestras tomadas en los residuos apilados,

muestras Rel 1 y Rel 2, se tomaron a 40 cm de profundidad, siguiendo la metodología indicada en el mismo informe de Algoritmos mencionado anteriormente.

Los resultados se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de análisis químico en sedimentos y residuos mineros en quebrada principal de aportes al dique oeste, en el dique oeste, después del dique oeste y en un punto *background* para las quebradillas.

Muestra	Ubicación	Concentración mg/kg							pH
		As	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	CN	
11(DO-1)	Sedimentos, 115m antes de dique oeste	156,1	93,6	59,30	BLD	56,9	BLD	59,3	9,1
11a(DO-7)	Residuos en el lecho de quebrada principal, 300 m antes del dique oeste	239,9	333,8	75,52	BLD	146,5	BLD	99,2	8,8
12(DO-2)	Dique oeste 1	242,0	246,8	241,36	BLD	184,5	BLD	48,5	8,8
12a(DO-6)	Dique oeste 2	157,3	315,8	281,11	BLD	221,6	4,3	1,6	8,7
13(DO-3)	Sedimentos 35 m después del dique oeste	127,4	130,6	85,85	BLD	44,4	5,5	1,0	9,2
14(DO-4)	Sedimentos 680 m después del dique oeste	2,7	BLD	BLD	BLD	7,1	BLD	1,5	8,3
15(DO-5)	Tributario de Quebrada de Cardones, 150m norte de DO-4. Sin influencia de residuos mineros.	1,7	BLD	11,50	BLD	7,5	BLD	BLD	8,0
16(Rel1)	Residuos Apilados al costado de quebrada principal, a 300 m antes del dique oeste	137,7	221,9	162,86	BLD	96,7	BLD	209,0	8,5
17(Rel2)	Residuos apilados al comienzo de quebrada principal, 470 m antes del dique oeste	181,7	276,5	224,23	BLD	115,6	BLD	235,0	9,6
Límite de detección		0,2	4,9	2,43	0,437	5,1	3,8	0,2	

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 33 se grafican los resultados, ordenando los puntos desde el punto de mayor altitud (cabecera de quebrada principal), hasta el punto de menor altitud (quebrada sin influencia de residuos).

En ellos se puede apreciar que:

- hay concordancia entre los residuos apilados en la cabecera, en el costado y en el lecho de la quebrada principal con los residuos en el dique oeste.
- los sedimentos antes e inmediatamente después del dique oeste están afectados por los residuos y

- el sedimento muestreado a 650 m aguas abajo del dique oeste no muestra alteración por los residuos. Los valores son acordes con los encontrados en la quebrada que no está afectada por arrastre de residuos.

Respecto a la presencia del efecto de residuos inmediatamente después del dique oeste no tiene explicación por efecto de arrastre que haya sobrepasado el dique. Como se dijo antes, no hay evidencia de que esto hubiera ocurrido. Una explicación puede buscarse en el hecho de que el dique se haya construido después de que haya corrido relave por las quebradas durante la operación de la planta.

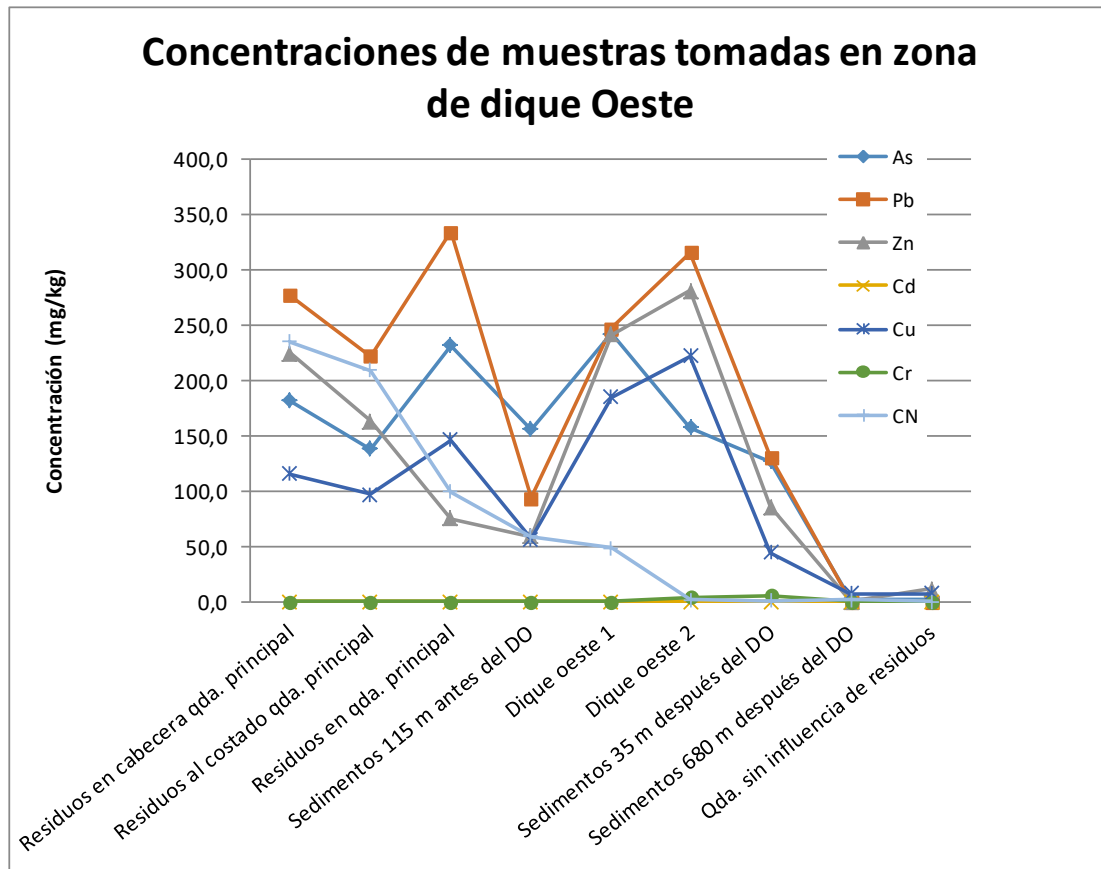


Figura 33. Concentraciones muestras tomadas en zona de dique oeste.
Fuente: Elaboración propia

f) Comparación de volumen de agua que cae sobre los rípios y sobre la Quebrada de Cardones.

Al igual que el análisis que se realizó para las quebradas Q1 a Q4, en este caso se puede realizar comparando los volúmenes de agua que caen sobre los residuos que drenan hacia la Quebrada de Cardones, con el volumen total de agua que cae sobre la misma, y con el que drena sobre la cuenca del Lluta. Esto con el objeto de poner en contexto las magnitudes que representan los residuos en el contexto geográfico en que se encuentran (ver Anexo 3).

En la Tabla 15. se muestran los resultados obtenidos. En este caso, el volumen de agua que cae sobre los residuos que drenan hacia la quebrada representa el 0,2% del volumen de agua que cae sobre dicha microcuenca. A su vez representa el 0,004% del volumen total de aguas que drenan la cuenca del río Lluta en el punto donde las aguas provenientes de la Quebrada de Cardones desaguan en dicho río.

Esto significa que por cada litro de agua que cae sobre los residuos, caen 23.872 litros sobre la cuenca del río Lluta. Estas estimaciones ponen en perspectiva la influencia que podría tener un arrastre de residuos por aguas lluvia, desde Copaquilla Alto hacia la cuenca del río Lluta, respecto de los sedimentos que pueden arrastrar el río Lluta en el punto de confluencia de esas aguas. Esto nos permite asumir razonablemente que su influencia es no significativa en cuanto a la afectación que estos posibles arrastres puedan tener sobre las aguas de la cuenca del río Lluta.

Tabla 15. Comparación de volúmenes de agua caída sobre los residuos y sobre la cuenca del río Lluta en distintos puntos de interés.

Zona Analizada	Volumen agua que cae sobre los residuos que drenan hacia Quebrada de Cardones, con respecto al volumen de agua que cae sobre la Quebrada de Cardones	Volumen de agua que cae sobre los residuos con respecto al agua que cae sobre la cuenca del río Lluta, aguas arriba del punto donde las aguas de la Quebrada de Cardones llegarían al río Lluta	Litros de agua caída sobre la cuenca del río Lluta (aguas arriba del punto donde las aguas de la Quebrada de Cardones llegarían al río Lluta) por cada litro de agua caída sobre los residuos (L)
Quebrada de Cardones	0,2%	0,004%	23.872

Fuente: Elaboración propia (Anexo 3).

6.6.2. Posibilidad de Contaminación de Aguas Superficiales por Disolución de Analitos por Efecto de Aguas Lluvias y por Generación de Drenaje Ácido.

A objeto de determinar la posibilidad de contaminación de las aguas superficiales por efecto de disolución de los residuos en aguas lluvia, se realizó el Test SPLP, lixiviación por precipitación sintética, de acuerdo al Artículo 23 del DS 148.

Este test se realizó a los residuos mineros con el fin de determinar su estabilidad química frente a las aguas lluvias que ocurren en Copaquilla Alta en la temporada de lluvias estivales.

El test se realizó a cuatro muestras de ripios (denominadas SPLP) y a cuatro muestras de relaves (denominadas Rel). Las muestras fueron tomadas por Algoritmos siguiendo la misma metodología que se siguió en la toma de muestras de ripios en el Informe de Avance II. Los test SPLP fueron realizados por el laboratorio AGQ y los resultados se entregan en el Anexo 1.

Los puntos de muestreo se muestran en la Figura 34. El muestreo fue de tipo ad-hoc buscando la cercanía con puntos donde pueden producirse arrastres de rípios por escorrentías hacia las quebradas.



Figura 34. Puntos de muestreo para test de lixiviación y test ABA.
Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

Los resultados referentes al test SPLP se muestran en la Tabla 16, donde se aprecia que todos los elementos considerados por el DS 148 se encuentran bajo el nivel máximo permitido.

De acuerdo a estos resultados, se desprende que los residuos mineros tienen estabilidad química y no se diluyen en agua a niveles que puedan representar un riesgo de contaminación por disolución.

Tabla 16. Resultados test de lixiviación SPLP y comparación con la norma

Muestra	Arsénico	Bario	Cadmio	Cromo	Mercurio	Plata	Plomo	Selenio
	mg/L							
Ripios								
SPLP1	0,234	0,221	<0,0005	<0,0025	<0,0005	0,002	0,0555	0,002
SPLP2	0,277	0,077	<0,0005	<0,0025	<0,0005	<0,001	0,0157	0,004
SPLP3	0,022	0,09	0,0193	<0,0025	<0,0005	0,009	0,0446	0,005
SPLP4	0,304	0,087	<0,0005	<0,0025	<0,0005	<0,001	<0,0005	0,003
Promedio	0,209	0,119	-	-	-	-	0,029	0,003
Relaves								
REL 1 AGQ	0,230	0,054	<0,0005	<0,0025	0,0008	<0,001	0,001	0,001
REL 2 AGQ	0,169	0,065	<0,0005	<0,0025	0,0007	<0,001	<0,0005	0,004
REL 3 AGQ	0,917	0,033	<0,0005	<0,0025	0,0006	<0,001	<0,0005	0,01
REL 4 AGQ	0,198	0,041	<0,0005	<0,0025	0,0019	0,006	<0,0005	0,006
Promedio	0,379	0,048	-	-	0,0010	0,006	0,001	0,005
Promedio Total	0,294	0,084			0,001	0,006	0,015	0,004
Promedio DICTUC 2014 (TCLP)	1,436	0,964	0,016	0,009	0,011	0,04	0,2462	0,065
DS 148	5	100	1	5	0,2	5	5	1
Límite de detección	0,001	0,001	0,0005	0,0025	0,0005	0,001	0,0005	0,001

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la capacidad de generación de drenaje ácido, de ocurrir, este aumentaría la disolución de elementos químicos de la matriz sólida (más allá de la simple disolución por aguas lluvias).

Sin embargo, por el clima en donde se encuentran los residuos mineros, respecto principalmente al régimen de lluvias en cuanto a su cantidad, frecuencia y estacionalidad, la generación de drenaje ácido es muy improbable. Este fenómeno está asociado normalmente a aguas lluvias frecuentes y/o nieve sobre botaderos que generan las condiciones para que escurra el agua en forma casi permanente.

En las visitas a terreno, tanto en época de lluvias estivales como en época seca, no se ha detectado aguas corrientes en la zona de residuos. Por otra parte, todos los valores de pH encontrados en residuos, en suelos y sedimentos entregan valores alcalinos del orden de los 8 a 9, lo cual es un antecedente más que refleja la ausencia de drenaje ácido, como es de esperar. Por otra parte, ese nivel de pH en suelos y sedimentos secos, indica que existe una capacidad de neutralización de los ácidos que podrían generarse.

En el “Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)” (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008), desarrollado por Golder Associates S.A. para SERNAGEOMIN – BGR (2008) se indica que:

“Considerando que las faenas cubiertas por este Manual corresponden a faenas abandonadas o paralizadas, que han estado sin funcionamiento por varios años, la potencialidad de generar drenaje ácido ya debiera haberse expresado. Si no ha ocurrido drenaje ácido en los años en

que la faena estaba en operación ni en los años en que ha estado abandonada, es posible señalar que no ocurrirá en el futuro a menos que cambien significativamente las condiciones del abandono de la mina”.

De todas formas, para que quede como antecedente para futuros estudios, se realizó el test ABA a las mismas muestras obtenidas para el test SPLP de lixiviación. El test ABA entrega el potencial de generación de ácido. Este potencial se podría materializar en caso de que las condiciones mencionadas anteriormente se dieran favorables para que esto ocurriera.

Específicamente, el test ABA consiste en el cálculo del potencial de neutralización neta (PNN) por medio del potencial de neutralización (PN) y el potencial de acidez (PA), todos expresados en kg CaCO₃/tonelada. El PN representa la cantidad de material alcalino en la muestra, el PA los sulfuros asociados a la pirita que podrían oxidarse y el PNN el balance entre estos dos (Arcadis, 2014).

Para la clasificación se ha utilizado el criterio para el resultado de $PNN = PN - PA$ (Arcadis, 2014):

- $PNN > 20$ kg equivalentes de CaCO₃/t: bajo potencial de generación de drenaje ácido
- $-20 \text{ kg} < PNN < 20$ kg equivalentes de CaCO₃/t: potencial de generación de drenaje ácido no claramente definido
- $PNN < -20$ kg equivalentes de CaCO₃/t: Alto potencial de generación de drenaje ácido

Los resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados Test ABA

Muestra	PN (CaCO ₃ /t)	PA (CaCO ₃ /t)	PNN (CaCO ₃ /t)	Clasificación del Potencial de Generación de Drenaje Ácido
Ripios				
SPLP1	4,10	4,99	-0,89	No claramente definido
SPLP2	8,00	5,31	2,69	No claramente definido
SPLP3	15,40	4,37	11,03	No claramente definido
SPLP4	9,80	4,37	5,43	No claramente definido
Promedio ripios	9,32	4,76	4,57	No claramente definido
Relaves				
REL 1 AGQ	3,7	10,9	-7,20	No claramente definido
REL 2 AGQ	4,2	10,6	-6,40	No claramente definido
REL 3 AGQ	9,9	8,44	1,46	No claramente definido

Muestra	PN (CaCO ₃ /t)	PA (CaCO ₃ /t)	PNN (CaCO ₃ /t)	Clasificación del Potencial de Generación de Drenaje Ácido
REL 4 AGQ	12,5	3,75	8,75	No claramente definido
Promedio relaves	7,58	8,42	-0,85	No claramente definido
Promedio total	8,45	6,59	1,86	No claramente definido

Fuente: Elaboración propia.

Si bien el test ABA (bajo el criterio de Arcadis, 2014) clasifica los residuos como “no claramente definido”, es importante notar que el promedio de todas las muestras es de 1,86 kg CaCO₃/t, lo que es un valor positivo que indica que hay mayor capacidad neutralizadora que generadora de ácido. Como se ha mencionado anteriormente no se encontró en otros análisis (ej. pH en suelos y sedimentos) ni tampoco en observaciones en terreno evidencia de acidificación del terreno circundante ni en el río Seco, lo que indica que no existe riesgo evidente de generación de ácido por oxidación de los residuos.

De acuerdo a lo expuesto con respecto a el test SPLP y el test ABA, el riesgo de contaminación de aguas superficiales por disolución de los analitos presentes en los residuos no es significativo.

6.7. Posibilidades de Contaminación de Aguas Subterráneas por Residuos de Copaquilla

La contaminación de aguas subterráneas requiere de infiltración de aguas que lleven contaminantes disueltos hasta napas subterráneas, las cuales se estiman a más de 200 m de profundidad (ver Informe II, Anexo N° 4 Caracterización Matriz Suelo). Las pruebas realizadas en terreno han demostrado muy baja permeabilidad de los residuos y adicionalmente, las pruebas de lixiviación y test ABA han mostrado muy baja disolución de analitos y riesgos de generación de drenaje ácido.

Dado lo anteriormente expuesto, no existe la posibilidad de contaminación de aguas subterráneas por efecto de los residuos mineros ubicados en Altos de Copaquilla.

6.8. Conclusiones

Como conclusiones de los análisis realizados se puede indicar que:

- Se comprobó que la única ruta para trasladar agua desde los residuos hasta las comunidades es la quebrada Q1. Esta quebrada descarga en el sector norte de Trigo Pampa, a 6 m bajo el nivel de las tierras agrícolas del lugar. Estas aguas no se emplean para regadío por lo tanto no tienen un efecto directo sobre la población en caso de que estuvieran afectadas de alguna manera por los residuos.
- Los resultados de los análisis químicos de agua realizados en aguas corrientes del río Seco, en períodos de ausencia de escorrentías desde la zona de los residuos en Alta Copaquilla, indican solo la presencia de arsénico por sobre el límite de detección de la metodología aplicada.

- Los resultados anteriores indican que no hay influencia de los residuos sobre las aguas del río Seco bajo esas condiciones, confirmándose la ausencia de ruta entre la fuente (residuos mineros) y las aguas del río Seco bajo las circunstancias de ausencia de escorrentías desde la zona de Copaquilla Alta.
- No habiendo oportunidad de muestrear aguas corrientes desde la zona de residuos hacia el río Seco y hacia la Quebrada de Cardones, se analizó la situación de cada quebrada en contacto con residuos en orden a estimar las posibilidades de contaminación de cuerpos de agua superficiales al momento de producirse lluvias y escorrentías en la zona de los residuos concluyéndose que:
 - Puede ocurrir arrastre de residuos mineros hacia las quebradas Q2, Q3 y Q4, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 11, en el Anexo 2 y por los resultados de análisis químicos que entregaron los sedimentos muestreados en esas quebradas (en época seca).
 - La quebrada Q4 es la que tiene mayores posibilidades de que se arrastren residuos por la extensión en que se encuentran residuos dispersos y residuos apilados sin barreras de contención (Tabla 11 y Anexo 2).
 - No hay evidencia que en la quebrada Q1 haya habido arrastre de residuos en el último tiempo por el buen desempeño de los diques E1 y E2 y del pretil construido en la zona alta de la quebrada.
 - La magnitud de los arrastres no ha sido relevante en vista de la comparación de la situación de los residuos entre 1997 y 2016.
 - La posibilidad de que los arrastres efectivamente contaminen las aguas del río Seco, son mínimas debido a la pequeña magnitud del volumen de agua que cae sobre los residuos en comparación con el volumen de agua que cae sobre la cuenca total del río Seco aguas arriba del punto de desembocadura de las quebradas Q1 a Q4.
 - La posibilidad de que las aguas del río Livilcar se contaminen resulta más remota aún al considerar que al volumen total de agua que cae sobre la cuenca del río Seco se debe agregar el volumen de agua que cae sobre la cuenca del río Tignamar.
 - Todas las quebradillas que drenan hacia la Quebrada de Cardones y que tienen posibilidades de arrastrar residuos durante las lluvias estivales, llegan al dique oeste, el cual no muestra evidencias de haber sido sobrepasado.
 - Análisis químicos de sedimentos en periodo seco, aguas abajo del dique oeste, constituyen un antecedente más que muestra que no hay influencia de los residuos. Los resultados son similares a los de sedimentos tomados de una quebrada contigua que no tiene ninguna relación con los residuos mineros (actuaría como una especie de *background*).
 - La posibilidad de que se contaminen las aguas del río Lluta, en un hipotético caso en que el dique oeste fuera sobrepasado es prácticamente nula al analizar la relación entre volumen de agua caída sobre los residuos con el volumen de agua caída en toda la cuenca del río Lluta.
- En vista de los resultados del test de lixiviación SPLP, que indica que los residuos tienen estabilidad química y que la disolución de los analitos en agua está dentro de la norma y que no constituye riesgo para la salud, se descarta el efecto de

contaminación por disolución de analitos en agua lluvia que pueden contaminar aguas superficiales o subterráneas.

Como conclusión final, no existe ruta para el traslado de contaminantes que puedan afectar a las comunidades de Copaquilla, Trigo Pampa y Pueblo de Mallku.

7. Resultados de Análisis de Ripios y Relaves Adicionales

En este informe se entregan resultados de análisis químicos de residuos que fueron realizados por diferentes razones, las que se enumeran a continuación:

- Análisis químicos a muestras de ripios en puntos de muestreo para realizar test de lixiviación (SPLP). El muestreo lo realizó laboratorio Algoritmo en la primera campaña de muestreo de suelos (Informe de Avance II) y el análisis químico lo realizó el laboratorio AGQ. Las muestras se designan como SPLP del 1 al 4 (resultados en Anexo 1).
- Análisis químicos a muestras de relave. Estos se realizaron con el objetivo principal de caracterizar los relaves que pueden ser arrastrados hacia el dique oeste. El muestreo lo realizó Algoritmos en la segunda campaña de muestreo de suelos, aguas y sedimentos. El análisis químico lo realizó Algoritmos (Rel1 a Rel4) y AGQ (Rel1 AGQ a Rel4 AGQ). Resultados en Anexo 1.

Los resultados de los análisis químicos se muestran en la Tabla 18 y Tabla 19. Los puntos de muestreo se muestran en la Figura 35.

Tabla 18. Resultados para muestras de ripios.

Muestra	Observaciones	Concentración (mg/kg) ²¹						
		As	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	CN ⁻
R1	Muestra N°1 Ripios	167,13	966,77	332,97	0,947	254,24	BLD	BLD
R2	Muestra N°2 Ripios	154,37	949,81	388,21	1,092	395,68	BLD	0,88
R3	Muestra N°3 Ripios	144,87	881,01	211,51	0,898	398,54	BLD	0,64
R4	Muestra N°4 Ripios	112,50	652,40	219,60	BLD	434,10	BLD	BLD
SPLP1	Muestra SPLP 1	441	615	206	0,73	131	15,8	-
SPLP2	Muestra SPLP 2	473	758	287	0,90	378	18,6	-
SPLP3	Muestra SPLP 3	632	1.526	508	2,93	661	15,0	-
SPLP4	Muestra SPLP 4	462	649	323	0,75	348	11,4	-
Promedio ²²		323	875	310	1,18	375	15,2	0,76

Fuente: Elaboración propia.

²¹ Las cifras decimales corresponden a las entregadas por cada laboratorio

²² Para cálculo del promedio, no se consideran los valores bajo el límite de detección.

Tabla 19. Resultados para muestras de relaves.

Muestra	Observaciones	Concentración (mg/kg) ²³						
		As	Pb	Zn	Cd	Cu	Cr	CN ⁻
Rel 1 AGQ	Muestra N°1 Relaves	233	231	147	BLD	117	60,8	-
Rel 2 AGQ	Muestra N°2 Relaves	353	341	263	BLD	156	70,2	-
Rel 3 AGQ	Muestra N°3 Relaves	569	681	553	BLD	385	68,9	-
Rel 4 AGQ	Muestra N°4 Relaves	423	653	337	BLD	426	56,6	-
Rel 1	Muestra N°1 Relaves	137,7	221,9	162,86	BLD	96,7	3,4	209,0
Rel 2	Muestra N°2 Relaves	181,7	276,5	224,23	BLD	115,6	2,7	160,0
Rel 3	Muestra N°3 Relaves	456,7	694,7	628,77	BLD	301,3	BLD	99,6
Rel 4	Muestra N°4 Relaves	356,8	493,5	274,56	0,79	325,1	BLD	239,0
Promedio ²⁴		339	449	324	0,79	240	43,8	176,9

Fuente: Elaboración propia.

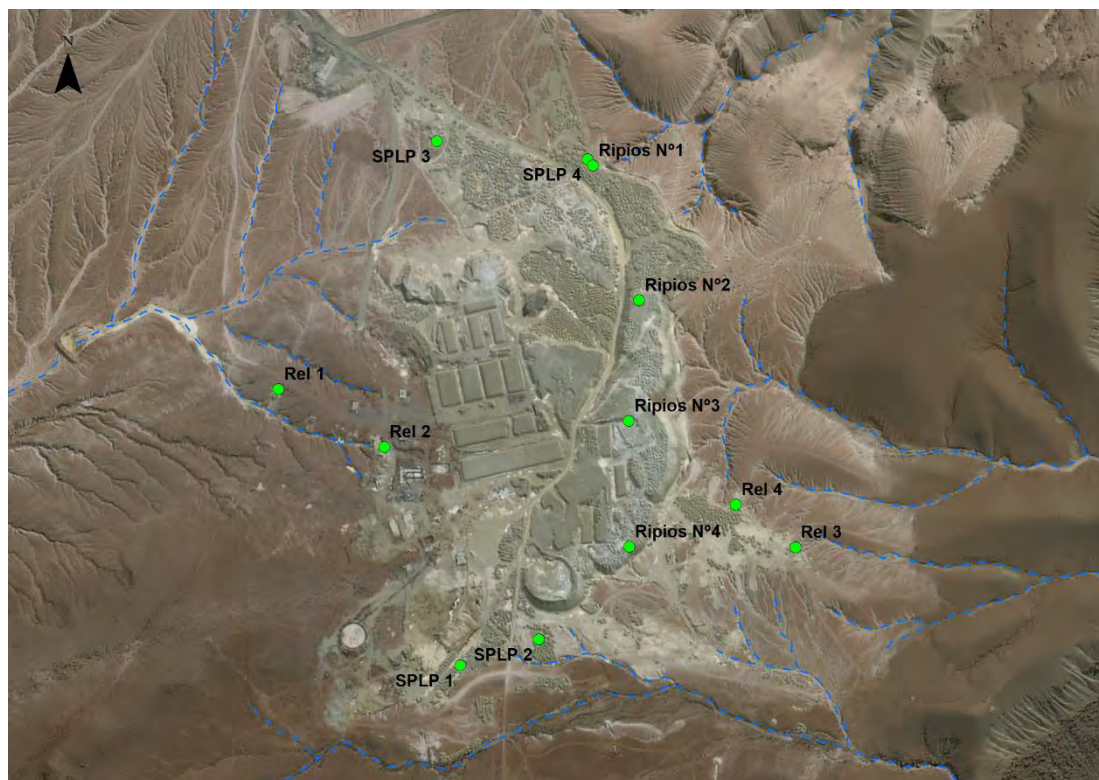


Figura 35. Puntos de muestreo rípios y relaves.

Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Digital Globe 2017 Google Earth.

Cabe notar que los resultados para las muestras R1 a R4 fueron informadas en el Informe II, sin embargo, se han incluido en el presente informe para dar una visión global de las concentraciones existentes en los residuos presentes en Alto Copaquilla.

²³ Las cifras decimales corresponden a las entregadas por cada laboratorio

²⁴ Para cálculo del promedio, no se consideran los valores bajo el límite de detección.

Como se puede notar en Tabla 18 y Tabla 19, las concentraciones de arsénico y zinc son bastante similares entre ripios y relaves. Por otro lado, las concentraciones de plomo, cadmio, cobre y cromo son considerablemente más altas en los ripios que en los relaves. Es interesante notar también que solo se encontró cianuro en cantidades relevantes en las muestras de relave. La razón de esto último es posiblemente la granulometría más fina de los relaves con respecto a los ripios, que resultaría en una menor exposición al aire y luz solar del cianuro, y, en consecuencia, menor degradación de este en los relaves que en los ripios.

Cabe notar también que los máximos obtenidos (en cuanto a concentraciones para cada elemento) se han utilizado para la evaluación de riesgos a la salud presentada más adelante.

8. Determinar los Niveles de Concentración de As, Cd, Cu, Pb, Zn, Cr y CN- en Matriz Aire, con el Objetivo de Definir el Riesgo Relativo a que estaría Sometida la Población Expuesta (Objetivo Específico III).

De acuerdo al modelo conceptual definido (Figura 1), la matriz aire (ruta) podría transportar residuos mineros (fuente) hasta las comunidades de Copaquilla, Trigo Pampa y Pueblo de Mallku (receptores), en forma de material particulado generado por la erosión eólica de los residuos mineros.

El tamaño del material que representa mayor riesgo para la salud de las personas es el material particulado respirable MP₁₀ ya que, por su diámetro inferior a las 10 micras, estas partículas son capaces de ingresar hasta los bronquios y alveolos del sistema respiratorio del ser humano. De acuerdo a lo señalado en los términos de referencia de este estudio, se requería la caracterización química de estas partículas.

Por otra parte, dependiendo de la intensidad del viento, también existe la posibilidad de transportar material particulado sedimentable (MPS) de los residuos, correspondiente a partículas menores de 100 micras, las pueden generar alteraciones fisicoquímicas sobre el suelo y la vegetación en la que sedimentan.

Anteriormente, mediante modelación atmosférica, se evaluó la posibilidad de que el viento depositara material particulado sedimentable erosionado desde los residuos mineros a las localidades de Trigo Pampa y Copaquilla. En el Anexo N°6 del Informe II se presentó la modelación de dispersión atmosférica realizada con el software AERMOD View versión 8.0.5 (*Lakes Enviromental*), la que concluyó que el área de dispersión de los contaminantes no alcanzaría a ninguna de las comunidades, por lo que esta ruta de transporte no sería relevante.

Para efectos de cumplir con el objetivo específico planteado (caracterización química de material particulado) y además corroborar los resultados obtenidos por la modelación, se determinó realizar entonces monitoreo en terreno y análisis de MP₁₀ y MPS. Cabe notar que el monitoreo MPS se realizó de manera adicional al MP₁₀ comprometido y considerado en las bases.

Adicionalmente, cabe señalar que los resultados gravimétricos (determinación de la masa de material particulado) corresponden a una condición puntual representativa de las

condiciones climáticas del periodo de muestreo (dos semanas en el mes de octubre del 2017, con ausencia de precipitaciones). Complementariamente, se midieron las variables meteorológicas de velocidad y dirección del viento por medio de un anemómetro²⁵ instalado en cada estación de monitoreo.

En el Anexo 1, Resultados Análisis de Laboratorio, se presentan los resultados entregados por el laboratorio encargado de realizar el monitoreo en terreno para la matriz aire.

Finalmente, se destaca el carácter referencial de las comparaciones de los resultados obtenidos con las normas que se indican, ya que no se contó con la cantidad de datos requeridos explícitamente por las normas usadas (las normas son en general de carácter anual). Esta limitación es reconocida por la consultora y la contraparte técnica, y es la razón por la cual se realizaron adicionalmente el modelamiento atmosférico y monitoreo MPS como forma dar más robustez a los resultados de la evaluación de esta matriz.

8.1. Plan de Muestreo de Material Particulado

El plan de monitoreo de aire presentado en el Anexo N°6 del Informe II contemplaba la medición de material particulado respirable MP₁₀ en el sector de los residuos y en las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa, pero con el fin de contar con mayor cantidad de antecedentes para el análisis, se consideró añadir a la medición de MP₁₀ mediciones de material particulado sedimentable y mediciones de velocidad y dirección del viento.

La ubicación de cada estación de monitoreo estuvo sujeta a las condiciones presentes en el terreno en la zona de residuos (Copaquilla Alta) y a los permisos de particulares para su ubicación en el sector de las comunidades (Copaquilla Baja).

Se consideró la medición de material particulado en un periodo de dos semanas continuas.

El montaje, calibración y operación de los equipos en la estación de monitoreo estuvo a cargo de la División de Medio Ambiente de CESMEC S.A. Los procedimientos respecto a los análisis gravimétricos tanto para MP₁₀ como para MPS, así como los resultados de los controles de calidad realizados durante este muestreo, se presentan en el Anexo N°1. de este documento.

8.2. Ejecución del Plan de Muestreo

El muestreo se realizó a través de la instalación, operación y mantenimiento de dos estaciones de monitoreo de MP₁₀ y MPS, cada una con su correspondiente anemómetro, en cada punto de muestreo: Copaquilla Alto y Bajo.

Las estaciones operaron por un periodo de 14 días, donde el equipo muestreador MP₁₀ de cada estación capturó material particulado por 24 horas cada 3 días. Al tercer día un operador debidamente capacitado se encargó de realizar el rescate y reemplazo de filtro en cada

²⁵ Anemómetro: Equipo que mide velocidad y dirección del viento

estación. Este método se repitió hasta el término de la campaña (día 14), de esta manera se obtuvo un total de 10 muestras en todo el sector de estudio.

En el muestreo de MPS, el equipo considerado recolectó material depositado por los 14 días de manera continua. Por lo cual, de esta medición se obtuvo dos muestras, es decir, una por estación.

Posteriormente los filtros fueron enviados al laboratorio para realizar los ensayos de gravimetría y análisis químico, en el caso del MP₁₀.

En paralelo al monitoreo de calidad de aire, el anemómetro midió las condiciones de velocidad y dirección del viento.

8.3. Ubicación de los Puntos de Muestreo

Se instaló una primera estación móvil (EM1) en el sector de los residuos mineros ubicados en Copaquilla Alto, específicamente en un lugar cercano a los puntos de máximo impacto del MP₁₀ y MPS obtenidos en las modelaciones de dispersión de emisiones presentado en la Etapa 2.

Un criterio importante en la ubicación definitiva, fue instalar la estación en un punto que estuviera rodeado de residuos, de modo que, independientemente de la dirección del viento siempre estuviera expuesto al material erosionado desde la fuente en estudio.

El segundo equipo (EM2) se instaló en Copaquilla Baja, en un lugar cercano a los habitantes permanentes de las comunidades.

En la Tabla 20 se indican las coordenadas de las estaciones EM1 y EM2, mientras que en la Figura 36 se muestra la ubicación espacial de estas estaciones de monitoreo. Las Figura 37 y Figura 38, presentan fotografías de la ubicación de cada estación.

Tabla 20. Coordenadas de la ubicación de las estaciones de monitoreo de aire.

Estaciones de Monitoreo (EM)	Coordenadas UTM, DATUM WGS84 (huso 19 S)	
	Este	Norte
EM1	432.476	7.963.832
EM2	433.130	7.965.914

Fuente: Elaboración propia.

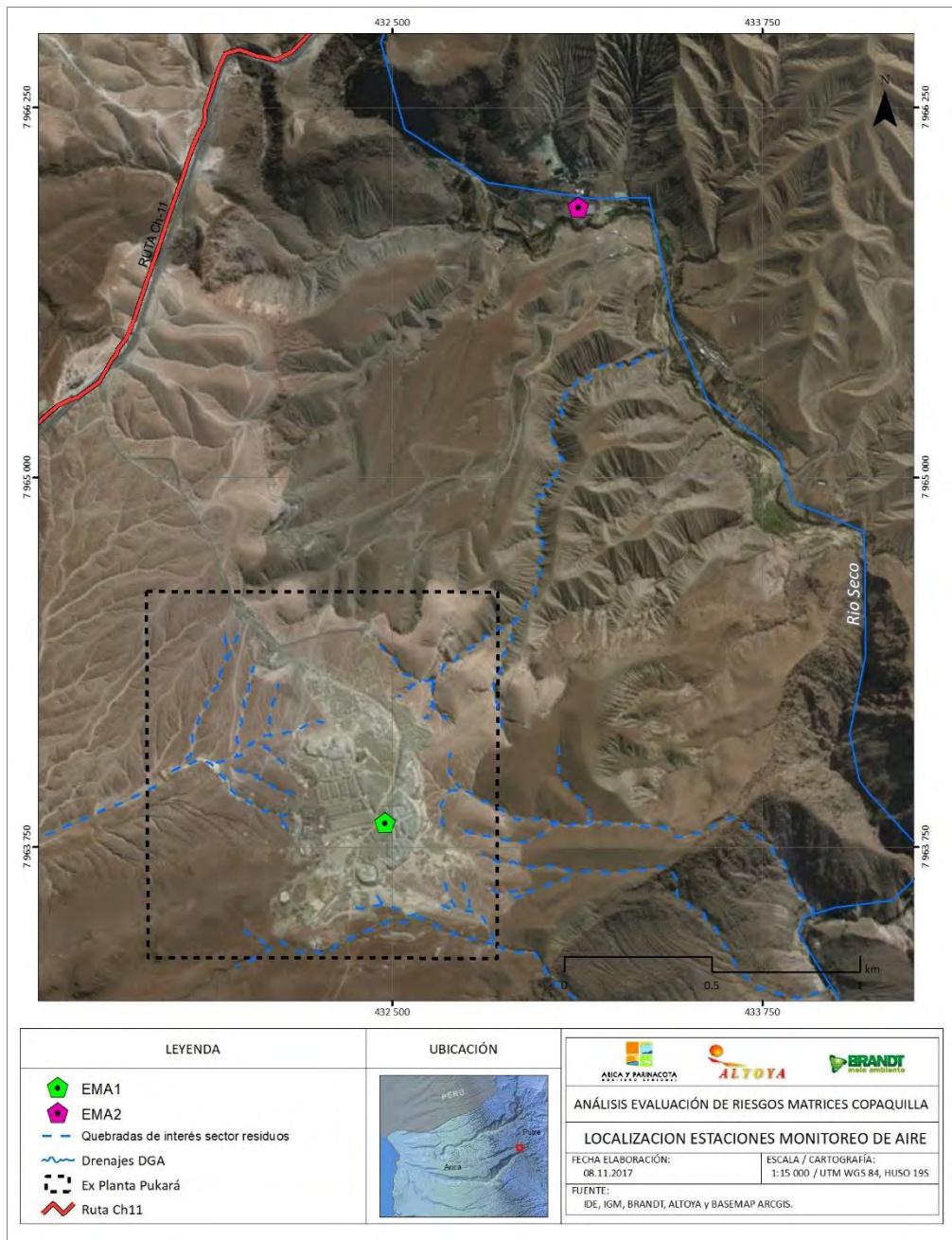


Figura 36. Representación de la ubicación de las dos Estaciones de Monitoreo.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.



Figura 37. Ubicación EM1- Copaquilla Alto
Fuente: Imagen capturada con fecha 26/09/2017.



Figura 38. Ubicación EM2- Copaquilla Bajo.
Fuente: Imagen capturada con fecha 26/09/2017.

8.4. Resultados

8.4.1. Material Particulado Respirable (MP₁₀)

Los resultados presentados en las tablas a continuación, corresponden a las concentraciones de MP₁₀, obtenidas a través del ensayo de gravimetría realizado a las muestras tomadas por el equipo colector de MP₁₀.

En el gráfico que se muestra en la Figura 39, se puede observar que la máxima concentración de MP₁₀ registrada se presenta el mismo día para Copaquilla Alto y Bajo (07/10/2017), observándose valores de una magnitud similar, 23,9 y 23,2 (µg/m³N) respectivamente. En cuanto a las concentraciones mínimas, para Copaquilla Alto (EM1) el valor se presenta el día 01/10/2017 y corresponde a 8,7 (µg/m³N), mientras que para Copaquilla Bajo (EM2) se presenta el día 10/10/2017 y su concentración corresponde 5,6 (µg/m³N).

Tabla 21. Resultados de gravimetría a filtros de MP₁₀, estación EM1.

Punto de Monitoreo: Copaquilla Alto			
Fecha toma de muestra	Nº Filtro	Masa Neta (mg)	Concentración MP10 (µg/m ³ N)
01/10/2017	47-TEF-337562	0,159	8,7
04/10/2017	47-TEF-385670	0,296	16,3
07/10/2017	47-TEF-337565	0,428	23,9
10/10/2017	47-TEF-337566	0,401	22,3
13/10/2017	47-TEF-385669	0,336	18,5

Fuente. Proporcionado por el laboratorio.

Tabla 22. Resultados de gravimetría a filtros de MP₁₀, estación EM2.

Punto de Monitoreo: Copaquilla Bajo			
Fecha toma de muestra	Nº Filtro	Masa Neta (mg)	Concentración MP10 (µg/m ³ N)
01/10/2017	47-TEF-337561	0,294	16,2
04/10/2017	47-TEF-337567	0,322	17,9
07/10/2017	47-TEF-383925	0,418	23,2
10/10/2017	47-TEF-337563	0,100	5,6
13/10/2017	47-TEF-337568	0,396	21,9

Fuente. Proporcionado por el laboratorio.

En la siguiente figura se presenta una gráfica temporal que compara las concentraciones de MP₁₀ de las estaciones de monitoreo EM1 y EM2.

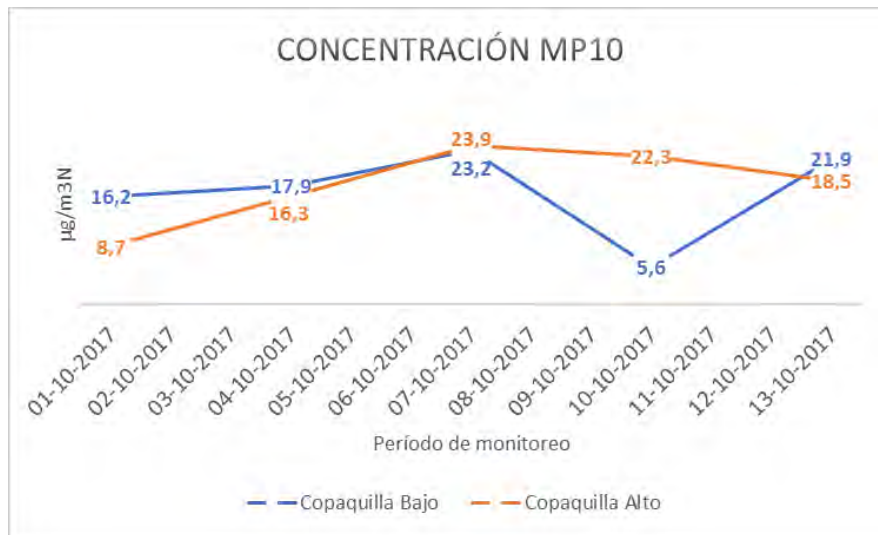


Figura 39. Resultados gravimétricos.

Fuente: elaboración propia basada en los resultados de CESMEC.

De los resultados gravimétricos obtenidos, durante dos semanas de muestreo, en Copaquilla Alto y las comunidades, se observa que las concentraciones de Material Particulado Respirable MP_{10} se presentaron por debajo de los estándares de calidad del aire al compararlo, de manera referencial, con la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP_{10} (Decreto N° 59 de 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; CONAMA), toda vez que los valores de concentración de MP_{10} , obtenidos para todas las muestras, se encuentran bajo los $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración máxima de 24 horas establecidos en dicho Decreto.

Otra consideración a tener en cuenta, es que las estaciones de monitoreo miden el material particulado del sector, sin distinguir si su origen es antrópico o natural y dada la cantidad de material particulado respirable recolectado en Copaquilla Alto ($< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de concentración máxima de 24 horas en todos los puntos), se puede contar con un antecedente más que se alinea con la hipótesis de que los rios no alcanzan, por la matriz aire, el hábitat de las comunidades localizadas en Copaquilla Baja.

En la Figura 40, se ubica las estaciones de monitoreo sobre la simulación de dispersión atmosférica realizada para MP_{10} .

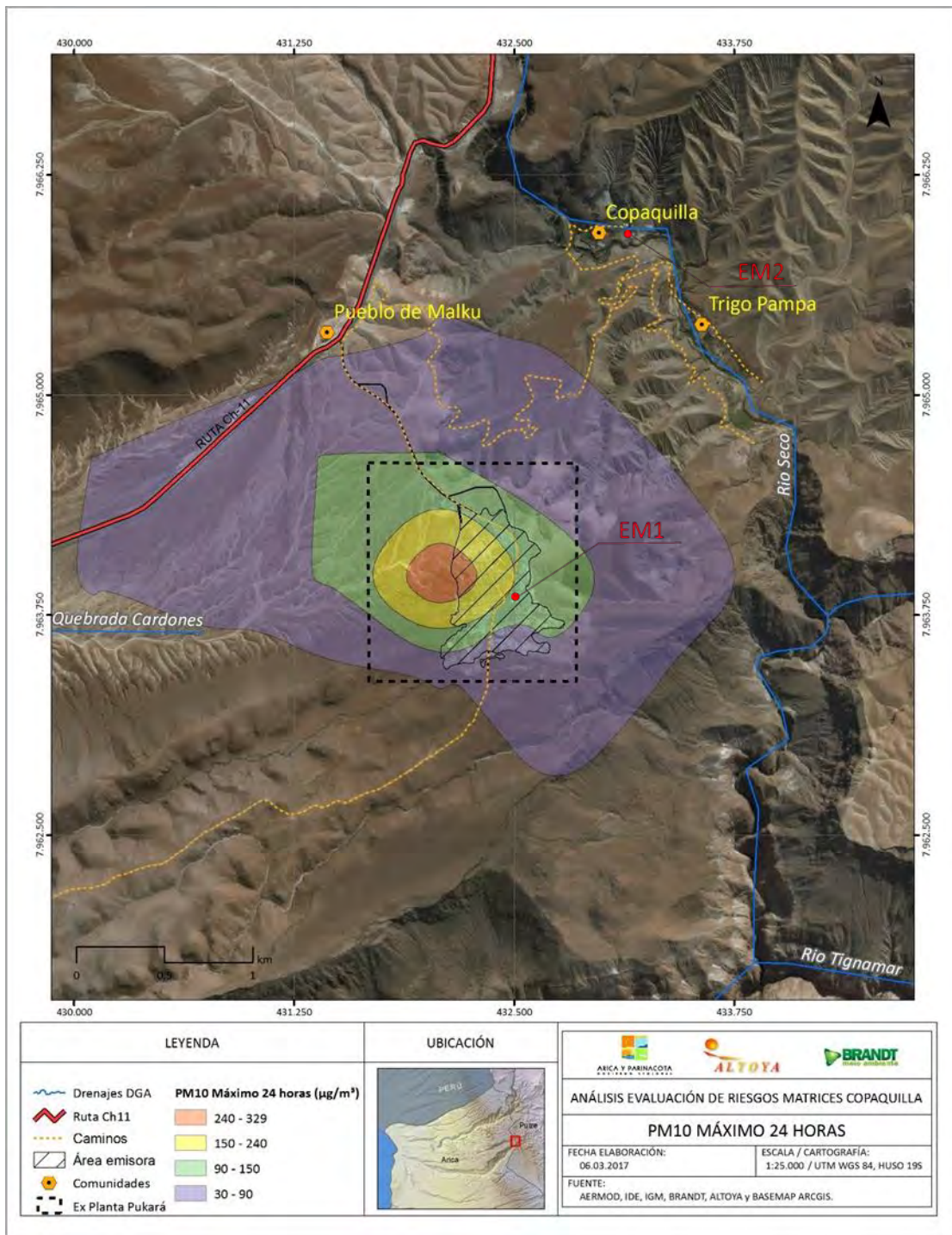


Figura 40. EM1, EM2 sobre representación de las concentraciones de PM10 máximo en 24 horas obtenidas mediante simulación ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Fuente. Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

8.4.1.1. Análisis Químico MP₁₀

Sin perjuicio de lo indicado en el punto que antecede, se realizó una caracterización química de los analitos de interés en las muestras de MP₁₀ recolectadas, cuyos resultados se presentan en las Tabla 23 y Tabla 24.

Tabla 23. Caracterización química de MP₁₀ discreto - Estación Copaquilla Alto (EM1).

Identificación elemento	Filtro monitoreado				
	47-TEF-37562 (µg/m ³ N)	47-TEF-37570 (µg/m ³ N)	47-TEF-37565 (µg/m ³ N)	47-TEF-37566 (µg/m ³ N)	47-TEF-37569 (µg/m ³ N)
Arsénico(As)	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33
Cadmio (Cd)	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Cobre (Cu)	<0,05	0,88	<0,06	<0,06	<0,05
Cromo (Cr)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Plomo (Pb)	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17
Zinc (Zn)	0,11	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

Fuente. Información extraída desde la Tabla 5, del Informe CESMEC adjunto en Anexo 1.

Tabla 24. Caracterización química de MP₁₀ discreto - Estación Copaquilla Bajo (EM2).

Identificación elemento	Filtro monitoreado				
	47-TEF-337561 (µg/m ³ N)	47-TEF-337567 (µg/m ³ N)	47-TEF-383925 (µg/m ³ N)	47-TEF-337563 (µg/m ³ N)	47-TEF-337568 (µg/m ³ N)
Arsénico(As)	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33
Cadmio (Cd)	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Cobre (Cu)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,22
Cromo (Cr)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Plomo (Pb)	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17
Zinc (Zn)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06

Fuente. Información extraída desde la Tabla 7, del Informe CESMEC adjunto en Anexo 1.

De la revisión de normas primarias de calidad ambiental²⁶ tenemos que para los analitos de interés en MP₁₀, en Chile solo se cuenta con un valor de referencia de concentración de Plomo anual (µg/m³).

Adicionalmente, a modo de referencia, en la Tabla 25, se entrega un resumen de los límites permisibles de concentración de los analitos de interés en MP₁₀ obtenidos de la revisión de normas internacionales.

Considerando los resultados entregados por el laboratorio, donde la totalidad menos una de las concentraciones por analito (Zn para EM1) se encuentran bajo el límite de detección, y a su vez, estos límites, para los analitos Cr y Pb, se encuentran por debajo de la concentración

²⁶ Aquella que establece los valores de las concentraciones y periodos máximos y mínimos permisibles de compuestos, elementos, sustancias, derivados químicos o biológicos, radiaciones, vibraciones y ruidos cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población. (Ley 19.300/94 MINSEGPRES).

permisible, se puede inferir que la presencia de esos elementos en la matriz aire de Copaquilla para el periodo de muestreo, no resulta perjudicial para la salud de las personas o el medio ambiente.

Para el elemento Zn, en la muestra correspondiente al filtro 47-TEF-37562, obtenida en la estación EM1 ubicada en Copaquilla Alta, se detectó una concentración de 0,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ de este elemento, mientras que en el resto de las muestras la concentración de Zn fue menor que 0,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ (límite de detección). No se encontró normas de referencia para comparar esta concentración.

Por otra parte, considerando que los límites de detección de As se encuentran por sobre la concentración permisible de estos elementos (de acuerdo a normas internacionales referenciadas), se incluyó la ruta de exposición inhalación dentro de la evaluación de riesgos a la salud realizada para receptores potenciales en el área de dispersión de material particulado respirable que pueda contener trazas de residuos mineros. Esto último se desarrolla en el punto 10 de este informe y en el Anexo N°4, Riesgo para la Salud de las Personas (punto 7.2.3). Cabe notar también que en el análisis de riesgos crónicos se utiliza un valor de referencia de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, el cual está contemplado bajo la normativa australiana como apropiado para evitar riesgos de cáncer al pulmón por exposición crónica a arsénico respirable. Este nivel es mayor al límite de detección entregado por los laboratorios que considera 0,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Tabla 25. Límites permitidos de concentración de los analitos de interés en MP₁₀, normas de referencia y riesgos para la salud de las personas.

Analito	Criterios de calidad del aire ambiental de Ontario (1)	Estándar de calidad de aire de la Unión Europea (2)	Reporte de la calidad del aire de Australia (3)	Ordenanza de la calidad del Aire de Suecia (4)	Decreto 136/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (5)	NC 1020:2014 de la Oficina Nacional de Normalización de Cuba (6)	
	24 horas (µg/m ³)	Anual (µg/m ³)	Anual (µg/m ³)	Anual (µg/m ³)	Anual (µg/m ³)	24 horas (µg/m ³)	Anual (µg/m ³)
Arsénico	-	0,006	-	0,006	-	0,02	0,01
Cadmio	-	0,005	-	0,005	-	0,02	0,01
Cromo	-	-	-	-	-	1	-
Plomo	-	0,5	0,5	-	0,5	1	0,5
Cobre	50	-	-	-	-	-	-
Zinc	-	-	-	-	-	-	-

(1) Documento "Ontario's ambient air quality criteria" del Ministerio del Medio Ambiente y Cambio Climático de Ontario, Canadá, año 2012. Contiene los límites de 334 compuestos para cuantificar la calidad del aire. Fuente: <http://www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf>.

(2) Documento "Air Quality Standards" de la Unión Europea (EU), 2008. Contiene los límites de 12 compuestos para cuantificar la calidad del aire. Fuente: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>; Respaldo legal: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050&from=EN>.

(3) Documento "National standards for criteria air pollutants 1 in Australia", del Departamento del Medio Ambiente y Patrimonio, del Gobierno de Australia, año 2005. Contiene los límites de 7 parámetros para cuantificar la calidad del aire. Fuente: <https://www.environment.gov.au/protection/publications/factsheet-national-standards-criteria-air-pollutants-australia>.

(4) "Air Quality Ordinance, SFS 2010:477", de la Agencia de Protección Ambiental de Suecia, año 2010. Fuente: <http://www.swedishepa.se/Guidance/Guidance/Environmental-quality-standards/>.

(5) Decreto N° 136/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile. Fuente: <http://www.leychile.cl/Navegar/index.html?idNorma=179878>.

(6) Norma Cubana "Calidad del Aire — Contaminantes — Concentraciones máximas admisibles y valores guías en zonas habitables", de Oficina Nacional de Normalización de Cuba, año 2014. Fuente: <http://www.bvv.finlay.edu.cu/download.php?url=regulaciones/142720126311.pdf>.

Analito	Riesgo para la salud al sobrepasar límite máximo permitido
Arsénico	El arsénico inorgánico que se inhala genera cáncer de pulmón, así como también irritación de la mucosa respiratoria generalmente (1). También, se ha observado que, en el contacto directo de compuestos inorgánicos de arsénico, la piel puede sufrir irritación, enrojecimiento e hinchazón. Sin embargo, parece improbable que el contacto con la piel produzca efectos internos graves (2). Existe un número de casos menores en los que existen problemas gastrointestinales y aparición de cáncer de hígado (2) y en casos excepcionales se ha evidenciado la aparición de callos y verrugas en las palmas de las manos y pies (3).
Cadmio	Cuando existe exposición prolongada, se puede generar: cáncer de pulmón, problemas renales por bioacumulación en el riñón y debilitamiento de los huesos (4). Por otro lado, la inhalación de altas cantidades de cadmio puede inducir la aparición de un cuadro sintomático no muy bien definido al principio, pero que luego se distingue por fiebre, alteraciones digestivas, dolor torácico, disnea y edema agudo de pulmón, el cual puede ocasionar la muerte por insuficiencia respiratoria. La inhalación también puede provocar anemia, albuminuria, hepatitis y anuria, que provocan la muerte por hepatonecrosis. En casos de exposición leve se puede producir irritación de piel y ojos (5).
Cromo	La exposición crónica genera alergias, lo que puede producir dificultad para respirar y salpullido en la piel. También se puede producir irritación del revestimiento interno de la nariz, úlceras nasales, secreción nasal y problemas respiratorios tales como asma, tos, falta de aliento o respiración jadeada (6).

Plomo	<p>Primero que todo, se debe tener presente que no existen problemas de salud, distintos por el ingreso de plomo al cuerpo a través de la vía respiratoria; el plomo afecta todos los órganos y sistemas. Actúa como agonista o antagonista de las acciones del calcio y se relaciona con proteínas que poseen los grupos sulfidrílicos, amina, fosfato y carboxilo, afectando a más de un órgano.</p> <p>El plomo afecta principalmente al sistema nervioso, tanto en niños como en adultos. La exposición ocupacional prolongada de adultos al plomo ha causado alteraciones en algunas funciones del sistema nervioso. La exposición al plomo también puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo también puede producir anemia. Los niveles de exposición altos pueden dañar seriamente el cerebro y los riñones en adultos o en niños y pueden causar la muerte. En hombres, la exposición a altos niveles de plomo puede alterar la producción de espermatozoides.</p> <p>El nivel sanguíneo de plomo materno aumenta el riesgo fetal y de alteraciones neurológicas en los recién nacidos. Los embarazos con niveles elevados de plomo en la sangre tienen un riesgo mayor de partos prematuros, abortos espontáneos, muertes fetales y de recién nacidos con peso bajo para su edad gestacional.</p> <p>En niños, se ha asociado la exposición al plomo con ausencias más frecuentes a la escuela, menor rendimiento escolar, intervalos de reacción prolongados y coordinación mano-ocular disminuida, retardo mental, convulsiones e incluso la muerte. El plomo también puede afectar los sistemas renal, endocrino y sanguíneo (7)(8)(9).</p>
Cobre	<p>Antes que todo, se debe tener conocimiento que la absorción de cobre en pequeñas cantidades es un proceso natural del metabolismo, puesto que es un micronutriente esencial que se encuentra en más de 30 enzimas en el cuerpo humano.</p> <p>En cuanto a su inhalación prolongada y aguda puede producir un síndrome de fiebre de vapores metálicos, la que puede generar dolor abdominal, diarrea, vómitos y/o piel amarilla (ictericia), y cuando existe exposición prolongada en el tiempo, se puede producir inflamación del pulmón y cicatrización permanente, llevando a una disminución de la función pulmonar, como también se puede presentar: anemia, sensación de ardor, escalofríos, convulsiones, fiebre, insuficiencia hepática, sabor metálico en la boca, dolores musculares, debilidad y dolor ocular.</p> <p>Algunos estudios han demostrado disminución de eritrocitos después de la exposición al cobre por inhalación. Por último, se debe señalar que el cobre no ha sido considerado como un elemento cancerígeno por la EPA Norteamericana. (10) (11)</p>
Zinc	<p>Inhalar grandes cantidades de zinc (en forma de vapor o polvos) puede generar una enfermedad de corta duración llamada fiebre de vapores de metal, que es generalmente reversible una vez que la exposición cesa. Sin embargo, poco se sabe de los efectos a largo plazo de respirar polvos o vapores de cinc (12).</p> <p>Por otro lado, algunos estudios han asociado la inhalación de zinc con riesgos de cáncer pulmonar, así como la aparición de meningitis aséptica con pericarditis, pleuritis y neumonitis (13).</p>
<p>(1) “¿Cuáles son los efectos fisiológicos de la exposición al arsénico?”, ATSDR, año 2009. Fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/csem/arsenic/efectos_fisiologicos.html.</p> <p>(2) “Resúmenes de Salud Pública – Arsénico”, ATSDR, año 2016. Fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html.</p> <p>(3) “Impacto y consecuencias del Arsénico en la salud y el medio ambiente en el Norte de Chile”, Revista Interamericana de Ambiente y Turismo, año 2010. Fuente: http://riat.atalca.cl/index.php/test/article/download/65/56.</p> <p>(4) “ToxFAQs™ - Cadmio”, ATSDR, año 2016. Fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.html.</p> <p>(5) “Los efectos del cadmio en la salud”, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal; año 2012. Fuente: http://www.redalyc.org/pdf/473/47324564010.pdf.</p> <p>(6) “Resúmenes de Salud Pública – Cromo”, ATSDR, año 2016. Fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs7.html.</p> <p>(7) “Resúmenes de Salud Pública – Plomo”, ATSDR, año 2016. Fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html.</p> <p>(8) “Intoxicación por plomo en humanos”, Anales de la Facultad de Medicina, Scielo Perú, año 2008. Fuente: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832008000200011&script=sci_arttext.</p> <p>(9) “Intoxicación por plomo y salud”, Organización Mundial de la Salud, año 2016. Fuente: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/.</p> <p>(10) “Resúmenes de Salud Pública – Cobre”, ATSDR, año 2016. Fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs132.html.</p> <p>(11) “The facts on copper”, Superfund Research Program Dartmouth Toxic Metals, Fuente: http://www.dartmouth.edu/~toxmetal/toxic-metals/more-metals/copper-faq.html.</p> <p>(12) “Resúmenes de Salud Pública - Cinc (Zinc)”, ATSDR, año 2016. Fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs60.html.</p> <p>(13) “Zinc toxicology following particulate inhalation”, U.S. National Institutes of Health's National Library of Medicine, año 2008. Fuente: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2796768/.</p>	

Fuente: Elaboración propia. Fecha de recopilación de la información 8 de marzo de 2017.

8.4.2. Material Particulado Sedimentable (MPS)

Los resultados presentados en la Tabla 26 corresponden a las concentraciones de MPS obtenidas a través del ensayo de gravimetría de las muestras tomadas por el equipo receptor de MPS. La recolección se realizó en un periodo mínimo de catorce días para ambas estaciones.

Tabla 26. Resultados de gravimetría a filtros de MPS.

Fecha monitoreo	Punto Muestreo	N° días monitoreo	Masa Total Polvo (mg)	Concentración Polvo Sedimentable (mg/m ² /día)
05/10/17 – 19/10/17	EM1	14	62,0	22,5
28/09/17 – 19/10/17	EM2	21 ²⁷	113,5	27,6

Fuente. Proporcionado por el laboratorio.

En cuanto a los resultados gravimétricos obtenidos en Copaquilla Alto y Copaquilla Bajo para el MPS, las concentraciones se presentaron por debajo de los estándares de calidad del aire al compararlo, de manera referencial, con la Norma de Calidad de Aire para Material Particulado Sedimentable en la Cuenca del Río Huasco III Región (Decreto N° 4 EXENTO de 1992 del Ministerio de Agricultura, 1992), toda vez que los valores de concentración de MPS obtenidos se encuentran por debajo de los valores de la concentración media mensual diaria de 150 (mg/m²/día) establecidos en dicho Decreto. Es importante señalar que no existen normas primarias o secundarias de calidad asociadas al MPS, para la zona de estudio.

Por otra parte, el Material Particulado Sedimentable obtenido en Copaquilla Baja, sector de comunidades (EM2), corresponde principalmente a erosión eólica sobre terreno natural y sobre suelo intervenido por actividades agrícolas.

En la Figura 41, se ubican las estaciones de monitoreo sobre el modelo de dispersión atmosférica de MPS.

²⁷ Se consideró una mayor cantidad de días debido a que la estación de monitorio del sector de Copaquilla Alto debió reiniciar la modelación producto de problemas técnicos que fueron detectados al 7º día.

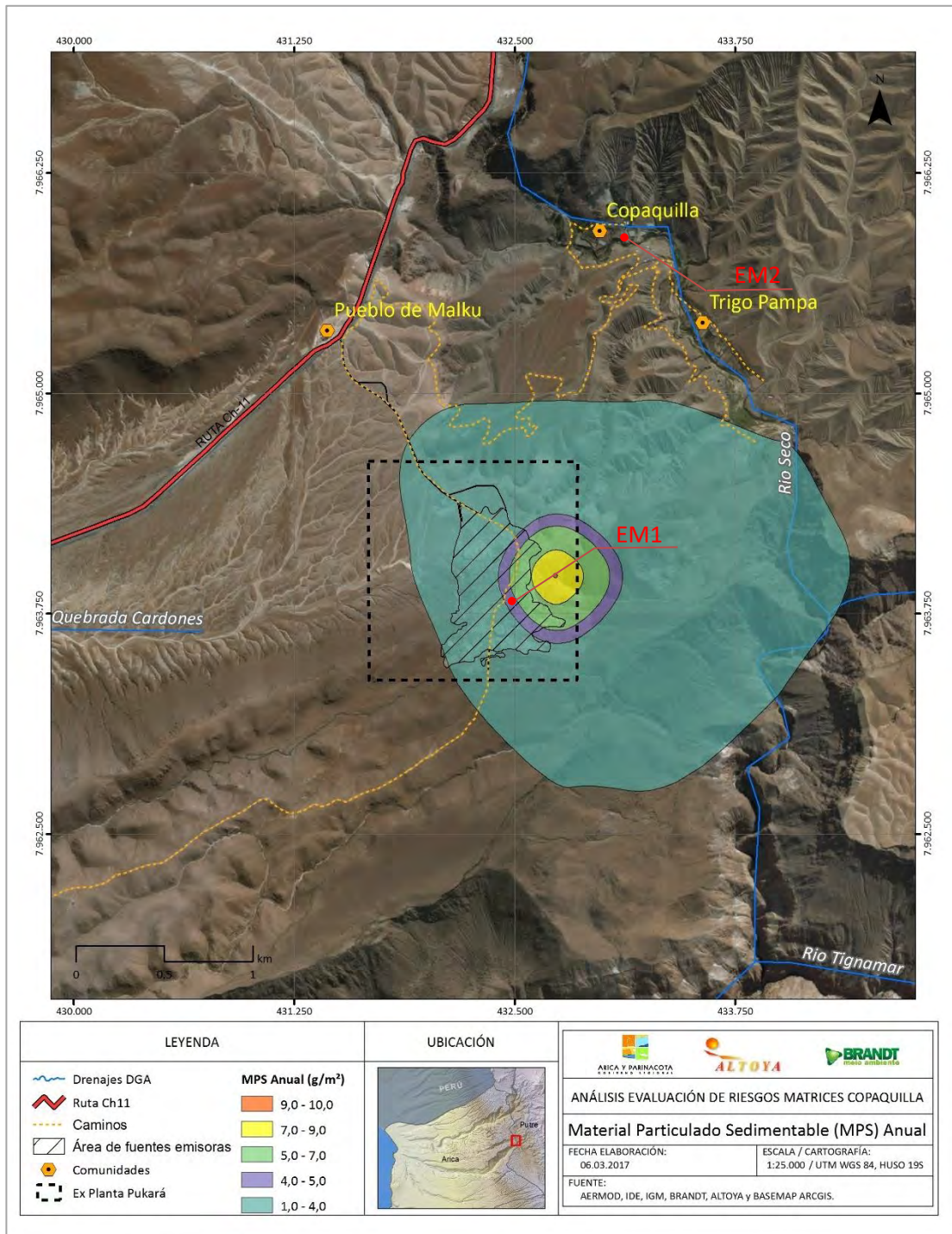


Figura 41. Depositación (MPS) anual (gr/m²).
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

8.4.2.1. Análisis Químico MPS

En la Tabla 27, se entregan los resultados de la caracterización química de los analitos de interés en las muestras de MPS recolectadas.

Tabla 27. Resultados de caracterización química de MPS

mg/kg/total del periodo						
Punto de Muestreo	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Plomo (Pb)	Zinc(Zn)
Copaquilla Alto	100	<20	800	120	360	940
Copaquilla Bajo	<60	<20	430	1570 ²⁸	60	430
mg/m ² /día						
Punto de Muestreo	Arsénico(As)	Cadmio(Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Plomo(Pb)	Zinc (Zn)
Copaquilla Alto	0,0008	BLD	0,007	0,0010	0,0030	0,0077
Copaquilla Bajo	BLD ²⁹	BLD	0,003	0,0105	0,0004	0,0029

Fuente: Elaboración propia en base a la Tabla 9, del Informe CESMEC, adjunto en Anexo N°1.

De la revisión de normas primarias de calidad ambiental aplicables a MPS, en Chile no se cuenta con valores de concentración para ninguno de los analitos en estudio.

En la Tabla 28, se presenta los límites de concentración definidos para Plomo (Pb) y Zinc (Zn) en la Ordenanza de la Confederación Suiza de 1993, sobre Control de Contaminación del Aire, única referencia internacional encontrada.

A modo de referencia, si comparamos los resultados con el valor de dicha Ordenanza, las concentraciones obtenidas durante el periodo de recolección para los elementos Pb y Zn, en ambas estaciones de monitoreo, se encuentran por debajo del límite de concentración establecido (mg/m²/día).

Tabla 28. Límites de concentración permitidos para MPS.

Nombre	Ordenanza de la Confederación Suiza sobre Control de Contaminación del Aire, de 1985.
	mg/m ² /día (anual)
Arsénico	-
Cadmio	0,002
Cromo	-
Plomo	0,1
Cobre	-
Zinc	0,4

Fuente: Elaboración propia. Información extraída desde <https://www.admin.ch/opc/en/classified-compilation/19850321/201704010000/814.318.142.1.pdf>

²⁸ Es necesario observar, que el material particulado sedimentable en Copaquilla Baja, presenta un alto contenido de Cr, lo que no se ha detectado en la revisión de otros resultados de análisis químico en el lugar.

²⁹ (BLD.) Valores bajo el límite de detección de la técnica empleada.

8.4.3. Dirección y Velocidad del Viento

8.4.3.1. Sector Copaquilla Alto

Desde los datos obtenidos, se observa que la dirección predominante (origen) de los vientos corresponde al oeste (W³⁰), con algunas variaciones desde el suroeste (SW). Se observa para estas direcciones que, en un 20,9% del tiempo medido por el anemómetro los vientos provinieron del W, en un 11,4% del tiempo los vientos provinieron del WSW y en un 10,4% del tiempo los vientos provinieron del SW, sumando así un 42,7% del total del tiempo medido.

En cuanto a la velocidad del viento, de las direcciones predominantes (W, WSW y SW) concentraron los vientos más intensos registrados por el anemómetro, ya que en un 33,6% del tiempo, medido en estas direcciones, los vientos fueron mayores a 3,6 m/s.

Por otra parte, la velocidad predominante se concentró entre los 0,5 y los 1,8 m/s ya que se presentaron en un 44,9% del tiempo. Los datos obtenidos se pueden observar en la tabla de compilación de frecuencias y la rosa de los vientos que se presentan a continuación:

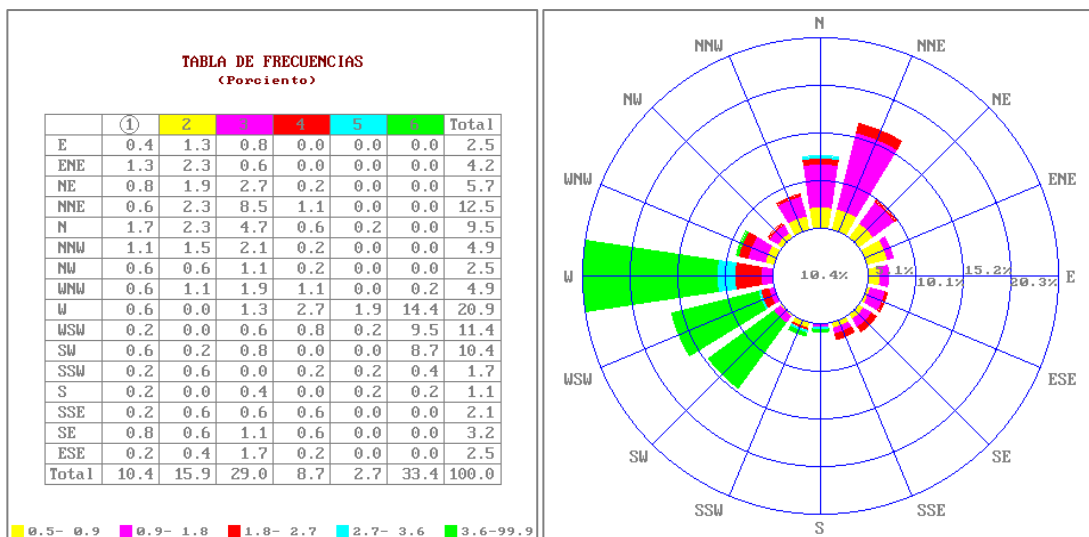


Figura 42. Tabla de frecuencias y rosa de los vientos del sector de Copaquilla Alto
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta un resumen respecto a la velocidad y dirección del viento:

Tabla 29. Resumen de los parámetros del viento en el sector Copaquilla Alto.

Parámetro	Predominante	Tiempo (%)
Velocidad	0,5- 1,8 m/s	29,0
Dirección	W	20,9

Fuente: Elaboración propia.

³⁰ Cabe destacar que se utilizaron en ingles las abreviaturas de los puntos cardinales, ya que la rosa de los vientos fue trabajada con AERMOD, software que se encuentra configurado en este idioma.

En cuanto al comportamiento de la velocidad diaria de los vientos, se puede observar que se presentan mínimas entre las 20:00 y las 8:00 horas, las que varían entre la Calma (0 y 0,5 m/s) y 1 m/s aproximadamente. Mientras que desde las 9:00 horas los vientos comienzan a aumentar, alcanzando el pick (más de 7 m/s) cerca de las 13:00 horas, para luego volver a disminuir (1 m/s aproximadamente) a las 20:00 horas.

De todo el registro de datos obtenidos se observa un pick de 9,6 metros por segundo, el cual se produjo el día 4 de octubre, cerca de las 15:00 horas. En la siguiente figura se grafica el comportamiento diario de la velocidad de los vientos.

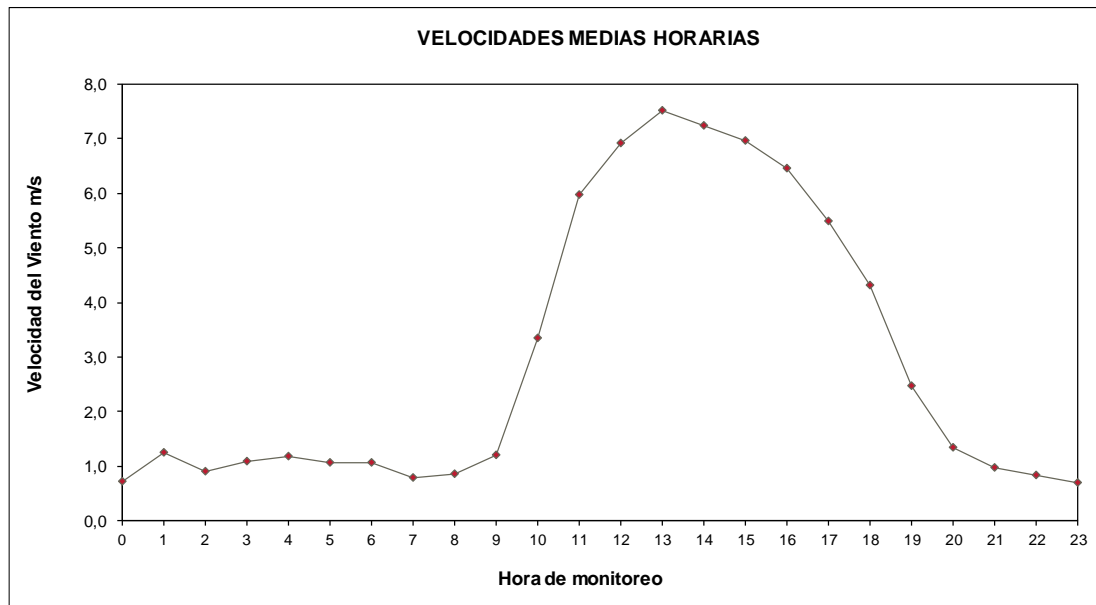


Figura 43. Velocidades medias horarias en sector de Copaquilla Alto
Fuente: Elaboración propia.

8.4.3.2. Sector Comunidades

En cuanto al viento en el sector de las comunidades, se puede observar que la dirección predominante del viento tiene un origen en el Norte (25,1% del tiempo medido), y que presenta algunos vientos de importancia desde el Oeste (12,2%) y Oeste-sur-oeste (14,5%), direcciones que en su conjunto suman cerca del 26,7% del tiempo medido.

En cuanto a la velocidad del viento, se observa que las máximas intensidades se concentran en los vientos provenientes Oeste y el Oeste-sur-oeste, las que presentaron en un 23,2% del total del tiempo medido en la estación, vientos superiores a 3,6 m/s. Mientras que en la dirección predominante (N), los vientos predominantes se varían entre los 1,8 y los 3,6 metros por segundo.

La velocidad predominante en la estación se concentró entre los 2,7 y los 6,2 m/s, las que se presentaron en el 44,8% del tiempo medido en la estación. Los datos obtenidos se pueden

observar en la tabla de compilación de frecuencias y la rosa de los vientos que se presentan a continuación:

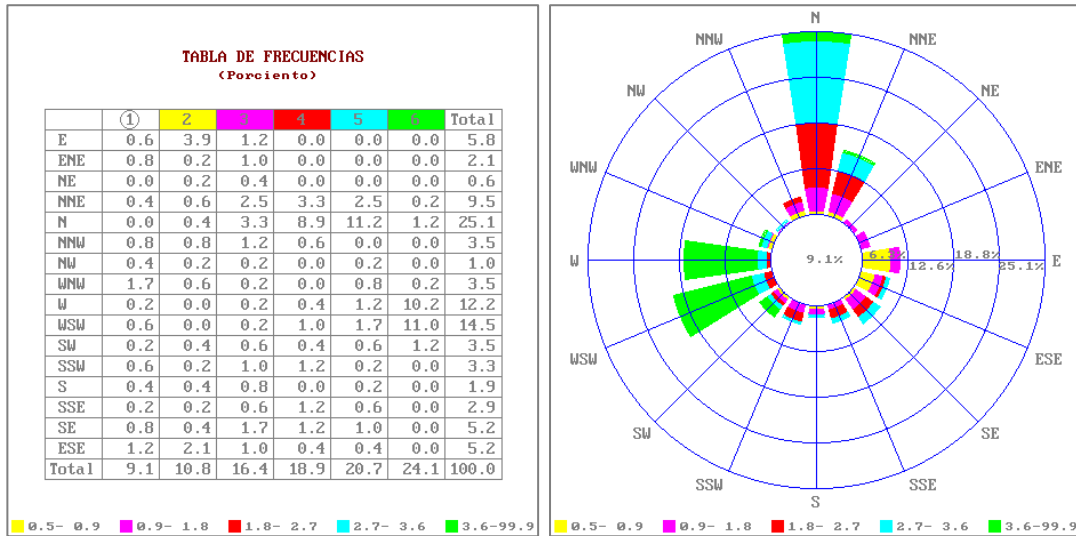


Figura 44. Tabla de frecuencias y rosa de los vientos del sector de Comunidades
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta un resumen respecto a la velocidad y dirección del viento:

Tabla 30. Resumen de los parámetros del viento en el sector de Comunidades.

Parámetro	Predominante	Tiempo (%)
Velocidad	2,7 y los 6,2 m/s	44,8
Dirección	N	25,1

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al comportamiento de la velocidad diaria de los vientos, en el sector de las comunidades de Copaquilla, se observan mínimas entre las 07:00 y las 08:00 horas y las 19:00 y las 20:00 horas, mientras que el aumentan gradualmente desde las un 9:00 horas, alcanzando el pick (más de 5 m/s promedio) cerca de las 13:00 horas, para luego volver a disminuir.

De todo el registro de datos obtenidos se observa un pick de 6,2 metros por segundo, el cual se produjo el día 16 de octubre, cerca de las 12:00 horas. En la siguiente figura se grafica el comportamiento diario de la velocidad de los vientos.

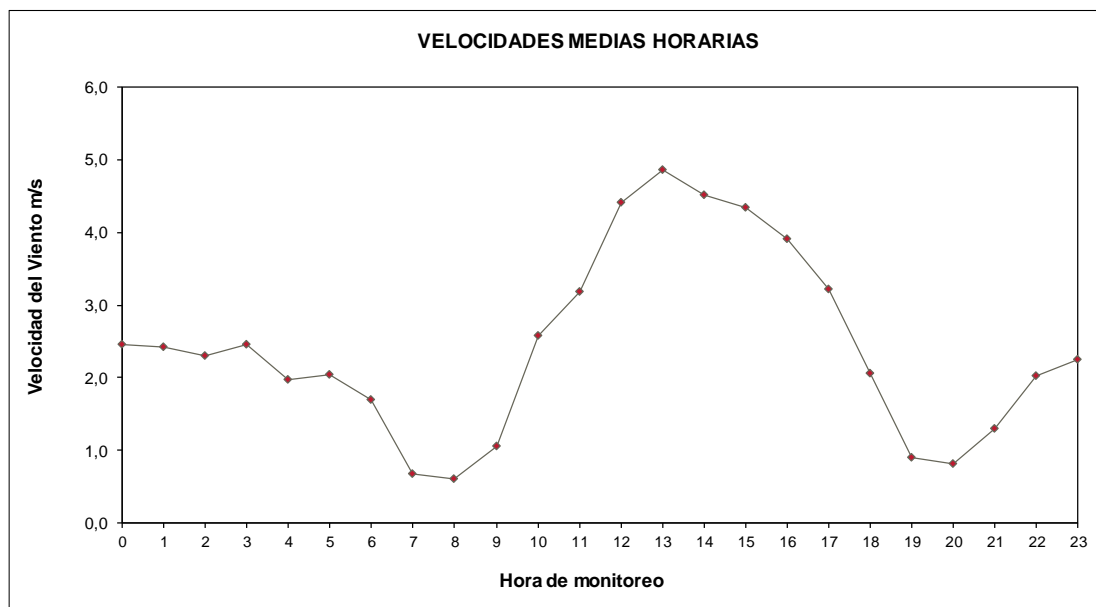


Figura 45. Velocidades medias horarias en sector de Comunidades
Fuente: Elaboración propia.

8.5. Procedimientos de Control y Aseguramiento de Calidad

Para los ensayos gravimétricos, la trazabilidad de los resultados entregados por el Laboratorio se constata mediante certificados de calibración de la instrumentación de laboratorio (masas patrón, balanza, temperatura y mantenimiento), y los procedimientos utilizados por la División de Medio Ambiente del CESMEC³¹, mientras que los resultados de los ensayos se encuentran acreditados, para los analitos en estudio, bajo ISO 17025 por el laboratorio del DICTUC. Antecedentes que respaldan lo señalado se presentan en el Anexo 9. Control y Aseguramiento de la Calidad, adjunto a este informe.

8.6. Posibilidad de Contaminación de Matriz Aire con Material de Residuos

Del análisis realizado en los numerales anteriores, se puede concluir que tanto los resultados de los monitoreos de MP₁₀ como de MPS, se encuentran bajo las normas referenciales que se les pudiesen aplicar. Lo anterior, considerando que el muestreo se realizó en una época en que los vientos se caracterizan por presentar velocidades por sobre la media anual, de acuerdo a datos estadísticos recopilados en la estación Belén y los observados en los anemómetros de las estaciones instaladas y en ausencia de precipitaciones.

Por otra parte, los resultados del muestreo de la matriz aire se alinean con la hipótesis de que el área de afectación de la dispersión de las emisiones atmosféricas generadas producto de la circulación de vehículos por caminos no pavimentados en Alto de Copaquilla, y erosión eólica en ripios y pilas, no presentan factibilidad de alcance por la matriz aire, a las zona donde se localizan las comunidades, ya que son coherentes con la modelación entregada junto con el Informe de Avance II, debido a que se observa que:

³¹ Empresa certificada en las normas OHSAS 18001; ISO 9001 e ISO 14000, hasta el 2018 como empresa y división.

- a) Los valores promedio de velocidad del viento son estrechamente similares, entre la estación de Belén, para el mes de septiembre-octubre (2,8 y 2,7 m/s respectivamente), con los datos obtenidos en la campaña de monitoreo de aire en la estación de Copaquilla Alto (2,8 m/s, finales de septiembre y principios de octubre).

Cabe destacar que el viento es una componente de la meteorología que tiene alta ponderación en la dispersión de emisiones atmosféricas.

- b) Las concentraciones obtenidas para MP_{10} , en el sector de los residuos mineros, concuerda con la concentración presentada en la modelación atmosférica para ese mismo sector, el área de dispersión para la fracción respirable de las emisiones atmosféricas no alcanza a producir afectación en el sector de emplazamiento de las comunidades (Copaquilla Baja) a través de la matriz aire.
- c) Por otra parte, la modelación atmosférica para MPS nos indica que este material no llega a depositarse en el sector donde habitan las comunidades. La concentración obtenida, de acuerdo con los resultados gravimétricos en el sector de los rios evidencian que el área de dispersión puede ser mayor a la entregada por la modelación, según se observa en la Figura 41.
- d) En cuanto a los resultados del análisis químico del material recolectado en el monitoreo en Copaquilla, se puede observar lo que sigue:
- En cuanto al MP_{10} , La concentración de todos los analitos en estudio, con excepción del Zn en Copaquilla Alta, se encuentran bajo el límite de detección del laboratorio. Con estos resultados no es factible establecer una proporcionalidad. En este sentido, solo se puede indicar que el contenido de Zn en el sector de los residuos mineros (Copaquilla Alta) no se refleja el resultado entregado para Copaquilla Baja.
 - En cuando al MPS, se puede visualizar que, para los analitos cuya concentración está sobre el límite de detección, la proporción de la concentración de los elementos entre estaciones de monitoreo (EM1 y EM2) indica que no es probable que el contenido de cromo, plomo o zinc, que sedimenta en Copaquilla Baja, provenga desde los residuos mineros, ya que no existe una coherencia entre estos valores. De acuerdo al resultado entregado para el Zn, y bajo la hipótesis de que los 0,0029 $mg/m^2/día$ detectados en el MPS en Copaquilla Bajo, proviniera en su totalidad de los residuos mineros, significaría que un 38% del MPS recolectado por la estación EM2 tendría el mismo origen. De esta manera, las concentraciones de Pb en Copaquilla Baja deberían ser de aproximadamente 0,0011 $mg/m^2/día$, lo que no ocurre ya que se obtuvo solo 0,0004 $mg/m^2/día$.
 - Por otra parte, en la estación ubicada en Copaquilla Baja el arsénico se encuentra bajo el límite de detección, a diferencia de este mismo analito en la estación de Copaquilla Alta, que presenta una concentración de 0,0008 $mg/m^2/día$.

- El material depositado en el sector de las comunidades, por material particulado sedimentable, no tiene la composición del MPS que proviene de los residuos mineros.

8.7. Conclusiones

De la discusión sobre la modelación atmosférica presentada en el Informe II y del análisis de los elementos químicos presentes en MP₁₀ y MPS en el sector de las comunidades, presentada en este informe, se confirma que la matriz aire no transporta elementos con contenido de residuos mineros desde la fuente (SPPC en estudio) hacia los eventuales receptores (localidades de Copaquilla, Trigo Pampa y Pueblo de Mallku), por lo que la matriz aire no constituye una ruta.

Por lo anteriormente señalado, no existe población expuesta a material particulado proveniente del SPPC en estudio.

9. Determinación de la o las Zonas de Riesgo por la Presencia de los Contaminantes de Interés en el Suelo de la Localidad de Copaquilla.

A modo de resumir toda la información generada en este estudio con el objeto de establecer la o las Zonas de Riesgo por la presencia de los residuos mineros en Copaquilla Alta, se empleará la metodología propuesta en el “Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)” (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008), desarrollado por *Golder Associates S.A.* para SERNAGEOMIN – BGR (2008), de ahora en adelante el Manual FMA/P.

Su elección responde a que está orientado a faenas minera abandonadas, que presenta una metodología adecuada, simple y que está en total alineamiento con la Guía Metodológica para SPPC. Por otra parte, el manual FMA/P corresponde a la política pública para la prevención y remediación de pasivos ambientales mineros en Chile previo a la implementación de la Ley 20.551 (Ministerio de Minería, 2011), ya que la ex-planta Pukará es anterior a esta.

El Manual fue elaborado para determinar cuáles FMA/P presentan riesgos significativos para la salud o seguridad de las personas y/o el medio ambiente, y permitir la clasificación a escala nacional de los sitios en categorías de Pasivo Ambiental Minero (PAM) o No PAM, además de ordenarlas de acuerdo a sus riesgos para su remediación o re-evaluación periódica según corresponda, y por tanto en el particular, es un insumo para la determinación del plan de acción que se presenta en este informe.

Previo a la aplicación de la metodología, es necesario concordar en la definición de algunos conceptos que se utilizarán en su desarrollo:

Peligro: Se refiere a la capacidad intrínseca de las sustancias para causar daño. El término “peligroso” define la capacidad de una sustancia de producir efectos adversos en los organismos (Ministerio del Medio Ambiente, 2013).

Riesgo: Combinación de la probabilidad de un suceso y su consecuencia (SERNAGEOMIN; ARCADIS, 2014).

Evaluación de riesgos: procedimiento mediante el cual se establecen y analizan los riesgos de una faena minera o instalación minera, de forma de determinar si dichos riesgos revisten o no el carácter de significativo (Ministerio de Minería, 2012)

Riesgo significativo: aquel que revista importancia en atención a la probabilidad de ocurrencia de un hecho y la severidad de sus consecuencias (Ministerio de Minería, 2012).

Probabilidad de ocurrencia de un hecho: la combinación de circunstancias y elementos que provocan un evento no deseado que trae consigo consecuencias para las personas y el medioambiente (SERNAGEOMIN; ARCADIS, 2014).

Severidad de las consecuencias: grado de impacto o daño que pueda generarse como resultado de la ocurrencia del hecho sobre las personas y el medio ambiente existentes en el área de estudio (SERNAGEOMIN; ARCADIS, 2014).

9.1. Metodología

Se ha contemplado el desarrollo de las etapas metodológicas que incluye la evaluación del riesgo del Manual de FMA/P (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008), de acuerdo a su sección relativa a Evaluación de Riesgo para la Salud por Contaminación, en receptores personas, proceso que contempla cinco etapas: definición del problema, identificación de escenarios de peligro, probabilidad de ocurrencia, severidad de las consecuencias en receptores y matriz de riesgos.

Este análisis preliminar es el que entrega como resultado la pertinencia de efectuar una evaluación de riesgo por contaminación detallada (ERD) en el sector en estudio, incluyendo la necesidad en particular de efectuar una evaluación de riesgo a la salud de las personas, y la clasificación del sitio como PAM o no PAM.

9.1.1. Definición del Problema.

Debe señalarse que la metodología contenida en Manual FMA/P es complementario con la señalada en la Guía de SPPC y la definición del problema señalada en Manual FMA/P se corresponde con el modelo conceptual desarrollado de acuerdo a directrices de la Guía SPPC. Por tanto, el problema en estudio busca determinar la posible relación entre la fuente contaminante, los residuos mineros, las rutas por las que los contaminantes podrían movilizarse o vías de exposición, que se corresponden a las matrices ambientales agua, suelo y aire, y las comunidades/personas como receptores, en función del riesgo a la salud. Para todas las consideraciones de este capítulo, la evaluación del sitio es realizada bajo la definición de residuos mineros masivos, en la página 4-35 del Manual FMA/P, los que incluyen los botaderos de rípios de lixiviación (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008).

9.1.2. Identificación de los Escenarios de Peligro

De acuerdo a los Escenarios de Peligro propuestos para botaderos de rípios de lixiviación por el Manual FMA/P, se han seleccionado los escenarios de peligro indicados en la Tabla 31.

Al identificar los escenarios de peligro se indica su código definido en el Manual FMA/P y el medio susceptible de contaminación.

Tabla 31. Escenarios de peligro de contaminación en botaderos de rípios de lixiviación.

Código	Escenario de peligro	Medio susceptible de contaminación
EPC1	Presencia de drenaje que podría contaminar los recursos hídricos superficiales, afectando a personas, medio ambiente o actividades económicas.	Agua superficial /suelos
EPC1a ³²	Arrastre mecánico que podría contaminar los recursos hídricos superficiales, afectando a personas, medio ambiente o actividades económicas.	Agua superficial /suelos
EPC 2	Infiltración de drenaje que podría contaminar los recursos hídricos subterráneos, afectando a personas, medio ambiente o actividades Económicas	Aguas subterráneas
EPC3	Presencia de aguas contaminadas en las labores que podrían ser empleadas para bebida u otros usos (riego, baño, bebida de animales).	No aplica
EPC7	Desarrollo de actividades en la superficie de relaves, acopios o suelos contaminados, que podrían afectar a las personas, medio ambiente o actividades económicas por inhalación, ingestión accidental o contacto dérmico.	Suelo
EPC8	Movilización de material particulado por acción del viento en sector de residuos, que podría afectar por inhalación a personas, medio ambiente o actividades económicas.	Aire
EPC8a ³³	Movilización de material particulado respirable y sedimentable por acción del viento hacia comunidades, lo que podría afectar por inhalación a las personas y por sedimentación a los suelos	Aire/suelo

Fuente: Manual de Evaluación de Riesgos FMA/P (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008).

A los escenarios estándar contemplados por el Manual FMA/P se agregaron dos específicos para el sitio, para profundizar en el cumplimiento del objetivo general del estudio y sus bases técnicas. A dichos escenarios adicionales se los identificó agregándole una letra “a” al código existente de mayor similitud: EPC1 y EPC1a; EPC8 y EPC8a.

9.1.3. Estimación de la Probabilidad de que ocurra cada Escenario de Peligro por Contaminación.

En esta etapa se identifica la Guía para la estimación del Índice de Probabilidad correspondiente al código del escenario de peligro según lo indicado en el Manual FMA/P.

³² Escenario de peligro adicional, adecuado a la realidad del SPPC en estudio

³³ Escenario de peligro adicional, adecuado a la realidad del SPPC en estudio

En la Tabla 32 se presenta la identificación de escenarios de peligro particulares, la estimación de índices de probabilidad y su justificación, de acuerdo a consideraciones y guías contenidas para cada escenario en Manual FMA/P.

El Índice de Probabilidad (P) es un “indicador del grado en que la contaminación asociada a un Escenario de Peligro afecta a un receptor” (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008), determinado a través de guías metodológicas de cada escenario de peligro en manual.

Tabla 32. Estimación de escenarios de peligro y su probabilidad de ocurrencia para acopios “Botaderos de rípios de Lixiviación”, Rípios y Pilas.

Código FMA/P	Código en Faena	Descripción del EPC	Medio susceptible de contaminación	Guía de estimación IP	Descripción del EPC en Sitio	Índice de Probabilidad	Justificación del Índice de Probabilidad
EPC1	R2-EPC1	Presencia de drenaje que podría contaminar los recursos hídricos superficiales, afectando a personas.	Agua superficial /suelos	Guía 1*	Drenaje de agua lluvia desde residuos a través de Q1, Q2, Q3, Q4 a comunidades, o hacia Quebrada de Cardones desde dique oeste y posterior arrastre de contaminantes en fase disuelta hacia aguas superficiales por precipitaciones estivales intensas de corta duración.	Despreciable	Las aguas que drenan por las quebradas Q1 a Q4 no afectan las aguas de regadío ni de bebida de las comunidades y hacia Quebrada de Cardones llegan al dique oeste y no existen comunidades cercanas aguas abajo. Los resultados de análisis químicos no mostraron influencia de los rípios en concentraciones de contaminantes en sedimentos o aguas del río Seco. El Test de Lixiviación determinó valores de disolución bajo los límites máximos aceptables bajo la normativa chilena. La posibilidad de producirse drenaje ácido es prácticamente imposible por las condiciones climáticas de la zona (punto 6.6.2)
EPC1a	R2-EPC1a	Arrastre mecánico que podría contaminar los recursos hídricos superficiales, afectando a personas.	Agua superficial /suelos	No Aplica	Arrastre mecánico de residuos a través de Q1, Q2, Q3, Q4 a comunidades, o hacia Quebrada de Cardones desde dique Oeste y contaminación de aguas superficiales por precipitaciones estivales intensas de corta duración.	Bajo	Los resultados de análisis químicos no mostraron influencia de los rípios en sedimentos o aguas del río Seco y el análisis de las posibilidades de arrastre y su posible influencia en las aguas del río Seco, Livilcar y San José, determinan que la ocurrencia de este fenómeno tiene un efecto no significativo (punto 6.6.1)

Código FMA/P	Código en Faena	Descripción del EPC	Medio susceptible de contaminación	Guía de estimación IP	Descripción del EPC en Sitio	Índice de Probabilidad	Justificación del Índice de Probabilidad
EPC 2	R2-EPC2	Infiltración de drenaje que podría contaminar los recursos hídricos subterráneos, afectando a Personas.	Aguas subterráneas	Guía 2	Drenaje de agua lluvia desde los residuos hacia suelo natural y luego arrastre en fase disuelta de contaminantes hacia napas subterráneas por precipitaciones estivales intensas de corta duración.	Despreciable	El Test de Lixiviación determinó valores de disolución bajo los límites máximos aceptables bajo la normativa chilena. La posibilidad de producirse drenaje ácido es prácticamente imposible por las condiciones climáticas de la zona (punto 6.6.2). Estudios de permeabilidad en los ripios indican que esta es muy baja (Informe 2, punto 3.2.1). No se encontró contaminación de los suelos bajo los ripios (Informe 2, punto 4.2.2 y 5.1.3.2. La napa se encuentra bajo 200 metros de la superficie (Informe 2, Anexo N°4).
EPC3	R2-EPC3	Presencia de aguas contaminadas en las labores que podrían ser empleadas para bebida u otros usos (riego, baño, bebida de animales).	No aplica	Guía 3	Precipitaciones que provoquen apozamientos (excesos de agua) en zona de ripios, que pudiere ser empleado en labores señaladas.	Bajo	Se observaron apozamientos de menor envergadura durante días posteriores a precipitaciones en el área. Sin embargo, Test de Lixiviación SPLP determinó valores de disolución bajo los límites máximos aceptables bajo la normativa chilena (punto 6.6.2.)
EPC7	R2-EPC7	Desarrollo de actividades en la superficie de relaves, acopios o suelos contaminados, que podrían afectar a las personas.	Suelo	Guía 7	Desarrollo de actividades humanas o tránsito de personas por sector de ripios, pilas y relaves a través de camino que va hacia comunidad de Livilcar.	Bajo	El camino que atraviesa por sector de residuos es la vía de tránsito hacia localidad de Livilcar. Por otro lado, el área de residuos mineros no está delimitado, confinado, ni presenta señaléticas que indiquen el carácter potencialmente peligroso de estos para personas que eventualmente circulen, se detengan o realicen cualquier actividad en el área.

Código FMA/P	Código en Faena	Descripción del EPC	Medio susceptible de contaminación	Guía de estimación IP	Descripción del EPC en Sitio	Índice de Probabilidad	Justificación del Índice de Probabilidad
EPC8	R2-EPC8	Movilización de material particulado por acción del viento en sector de residuos, que podría afectar por inhalación a personas.	Aire	Guía 8	Exposición directa de personas en el área de residuos por inhalación de los mismos.	Bajo	El camino que pasa por los rípios es usado por gente que transita hacia la comunidad de Livilcar. Se destaca que el área donde se encuentran los rípios no posee ningún tipo de cerca o de señalética indicando el carácter potencialmente riesgoso a la salud por contacto mediante diversas vías de exposición en el sitio. Mediciones de material particulado en el sitio por un periodo corto de tiempo, mostró valores puntuales bajo las normas para el MP ₁₀ (punto 8.4.1)
EPC8a	R2-EPC8a	Movilización de material particulado respirable y sedimentable por acción del viento hacia comunidades, lo que podría afectar por inhalación a las personas y por sedimentación a los suelos	Aire/suelo	Guía 8	Exposición de personas en comunidades a material particulado respirable erosionado desde los residuos y material particulado sedimentable erosionado desde los residuos y depositado sobre los suelos de las comunidades.	Despreciable	La modelación de material particulado MP ₁₀ indicó que no hay transporte de este desde los rípios hacia las comunidades lo que es corroborado por monitoreo de MP ₁₀ y MPS (punto 8.4.1 y 8.4.2). La modelación de dispersión de material sedimentable muestra que material de residuos no llega a las comunidades (Informe 2, Anexo N°6), el análisis químico del suelo de las comunidades no muestra relación con la composición de los residuos mineros (Informe II, punto 6.2.)

Fuente: Elaboración propia a partir de Manual de Evaluación de Riesgos por FMA/P (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008)

9.1.4. Estimación de la Severidad de las Consecuencias sobre los Receptores.

La estimación de la severidad de las consecuencias sobre los receptores se efectúa asignando valores cualitativos determinados bajo criterios de cantidad en Manual FMA/P, en los cuales los receptores posibles objetos de evaluación son personas.

El resultado es un valor de severidad de las consecuencias para receptores personas por cada escenario de peligro, los que en este caso van desde el valor de “despreciable” (ausencia) a “moderado”.

Como se señaló anteriormente, en temáticas de personas y salud pública la categoría moderada se analiza en función de número de personas que pueden entrar en contacto con sustancias químicas, lo que podría considerarse como una cuantificación numérica no pertinente, y que genera incertidumbre ante la poca claridad respecto a la evolución espacial de las comunidades y su relación con el territorio a corto, mediano y largo plazo.

Con el objeto de subsanar una posible subestimación de los escenarios de severidad, se ha desarrollado la justificación en detalle de la posible severidad de las consecuencias bajo criterio experto, a partir de los resultados obtenidos en este estudio en el análisis de las matrices agua, suelo y aire de manera conjunta.

Bajo estas consideraciones e hipotéticamente, se ha considerado que, en los diversos escenarios de severidad de las consecuencias, los denominados EPC7 y EPC8 podrían pasar de una baja probabilidad a severidad moderada, en caso de que a mediano y largo plazo se desarrollen algún tipo de actividad antrópica permanente o un flujo mayor de personas en el área de ex-planta (Tabla 33).

Tabla 33. Estimación de la severidad de las consecuencias para personas por escenarios de peligro para “Botaderos de rios de Lixiviación”,
Ripios y Pilas.

Código en Faena	Descripción del EPC en Sitio	Consecuencia de Severidad	Justificación de la estimación de la severidad de las consecuencias
EPC1	Drenaje de agua lluvia desde residuos a través de Q1, Q2, Q3, Q4 a comunidades, o hacia Quebrada de Cardones desde dique oeste y posterior arrastre de contaminantes en fase disuelta hacia aguas superficiales por precipitaciones estivales intensas de corta duración.	Baja	De afectar estos drenajes, solamente lo harían a las personas que habitan aguas abajo de Q1. Sin embargo, los aportes hipotéticos a río Seco serán a una cota de a lo menos 6 metros bajo comunidad de Trigo Pampa, donde no hay habitantes de manera permanente y cuya agua de riego proviene canalizada 600 metros aguas arriba en sector de comunidad de Copaquilla. La relación de volúmenes de agua caída sobre los residuos, respecto a los volúmenes de agua caída sobre la cuenca total del río Seco y Livilcar determina que la influencia del aporte de las quebradas Q1 a Q4 son despreciables (punto 6.6.1.1.c) Ídem para la Quebrada de Cardones y cuenca del río Lluta (punto 6.6.1.2.d).
EPC1a	Arrastre mecánico de contaminantes desde los rios a través de Q1, Q2, Q3, Q4 a comunidades, o hacia Quebrada de Cardones desde dique Oeste. Posterior arrastre mecánico hacia suelo natural y posterior contaminación de aguas superficiales por precipitaciones estivales intensas de corta duración.	Despreciable	los aportes hipotéticos a río Seco serán a una cota de a lo menos 6 metros bajo comunidad de Trigo Pampa, donde no hay habitantes de manera permanente y cuya agua de riego proviene canalizada 600 metros aguas arriba en sector de comunidad de Copaquilla. La relación de volúmenes de agua caída sobre los residuos, respecto a los volúmenes de agua caída sobre la cuenca total del río Seco y Livilcar determina que la influencia del aporte de las quebradas Q1 a Q4 son despreciables (punto 6.6.1.1.c) Ídem para la Quebrada de Cardones y cuenca del río Lluta (punto 6.6.1.2.d).
EPC2	Drenaje de agua lluvia desde rios hacia suelo natural y luego arrastre en fase disuelta de contaminantes hacia napas subterráneas por precipitaciones estivales intensas de corta duración.	Despreciable	Los test de lixiviación determinaron la estabilidad química de los residuos, por lo tanto, aunque exista drenaje, este no producirá contaminación hacia napas subterráneas (punto 6.6.2)

Código en Faena	Descripción del EPC en Sitio	Consecuencia de Severidad	Justificación de la estimación de la severidad de las consecuencias
EPC3	Precipitaciones que provoquen apozamientos (excesos de agua) en zona de rípios, que pudiere ser empleado para bebida u otros usos (riego, baño, bebida de animales).	Despreciable	Los apozamientos producidos no deben producir la disolución de analitos en las aguas en virtud de los resultados de los test de lixiviación que indican la estabilidad química de los residuos (6.6.2). Además, son apozamientos que en ningún caso puedan confundirse con lugar para recreación.
EPC7	Desarrollo de actividades humanas en el área de residuos, o tránsito de personas por el sector de rípios, pilas y relaves a través de camino que va hacia comunidad de Livilcar.	Moderada	Aunque el área de los rípios no tiene un tránsito permanente de personas, sino muy esporádicamente de vehículos que se dirigen a Livilcar principalmente, la permanencia en un lugar con la presencia de rípios de lixiviación puede generar riesgos para la salud, por algunas de las vías de exposición: inhalación, dermal o ingesta. No se considera alta ya que no se tiene noticias de personas que hayan sufrido algún efecto de intoxicación por su presencia en los residuos.
EPC8	Exposición directa de personas en el área de residuos por inhalación de los mismos.	Moderada	Aun cuando el monitoreo de material particulado dio niveles aceptables desde el punto de vista gravimétrico y químico (al comparar con las normas correspondientes, punto 8.4.1), el carácter puntual de dichas mediciones no permite descartar el peligro de este escenario en el sitio mismo de los residuos
EPC8a	Exposición de personas, en comunidades, a material particulado respirable erosionado desde los residuos y material particulado sedimentable erosionado desde los residuos y depositado sobre los suelos de las comunidades.	Despreciable	El monitoreo del material respirable en el sitio entregó valores bajo las normas para análisis químico y gravimétrico (8.4.1), por lo tanto, si este material particulado llegara a las comunidades, mucho menos concentrado, no constituiría riesgo para las comunidades. Si el material sedimentable alcanzara las comunidades sería en cantidades muy pequeñas, de acuerdo a la modelación presentada, por lo que no constituiría riesgo según lo indicado en Informe de Avance II, punto 6.2.

Fuente: Elaboración propia a partir de Manual de Evaluación de Riesgos por FMA/P (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008)

9.1.5. Desarrollo de Matriz de Riesgos por Contaminación a Personas

La aplicación de la matriz de riesgo permite combinar los resultados de la probabilidad de ocurrencia y de severidad de la consecuencia para cada uno de los 7 escenarios de peligro de contaminación analizados: 4 de ellos considerados en Manual FMA/P, y tres construidos por esta consultora con el objeto de reducir niveles de incertidumbre en escenarios no considerados de manera específica por dicho manual.

El resultado se muestra en Tabla 34.

Todos los riesgos que caen en las celdas verdes, de la b1 a la b11, representan riesgos no significativos. Los riesgos que caen en las celdas b7 a b11, aunque son no significativos, deben someterse a evaluación en el sentido de conocer el grado de incerteza que tuvo el proceso de evaluación para no incurrir en un error.

Tabla 34. Resultados de Matriz de Evaluación de Riesgos.

Índice de Probabilidad	Severidad de la Consecuencia				
	Despreciable	Baja	Moderada	Alta	Catastrófica
Alto	b7	a1	a4	a7	a9
Medio	b4	b8	a2	a5	a8
Bajo	EPC1a EPC3		EPC7 EPC8		
	b2	b5	b9	a3	a6
Despreciable	EPC2 EPC8a	EPC1			
	b1	b3	b6	b10	b11

Nota. Los escenarios EPC7 y EPC8 se han tomado en un peor escenario, con un índice de probabilidad de "Moderada" si bien son probabilidad "Baja/Moderada".

Fuente: Elaboración propia a partir de Manual de Evaluación de Riesgos por FMA/P (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008)

En este caso, los escenarios de peligro de mayor magnitud, EPC7 y EPC8, se ubican en la celda b9 y requieren de una revisión.

El resto de los escenarios representan riesgos no significativos para las personas y no requieren de una revisión mayor.

En consecuencia, la matriz de riesgo aplicada a partir de toda la información primaria y secundaria recopilada durante la realización de este estudio, concluye que los residuos mineros ubicados en Copaquilla Alta no representan riesgos significativos para los habitantes

de las comunidades de Copaquilla, Trigo Pampa y Pueblo de Mallku, dado que sus matrices ambientales de aire, suelo y agua no se ven afectadas por los mismos, por no verificarse la trilogía fuente-ruta-receptor.

Por otra parte, el proceso de evaluación del SPPC indica que el área que podría constituir un riesgo para la salud es la fuente de residuos mineros misma. Es decir, puede haber riesgo para la salud para las personas que entren en contacto directo con los residuos de manera eventual o permanente en el sitio de la ex-faena.

Esto significa que la Zona de Riesgo potencial por la presencia de contaminantes se restringe la zona en que estos se encuentran presentes, que corresponde a los escenarios EPC7 y EPC8, para los cuales el Manual FMA/P recomienda realizar un estudio detallado en caso que se requieran más antecedentes para tomar una decisión definitiva.

En este marco se considera pertinente evaluar los riesgos de la salud de las personas para los casos EPC7 y EPC8 que se relacionan específicamente con el ingreso de las personas al sitio en cuestión y su contacto con residuos por diferentes vías de exposición: ya sea ingesta, inhalación o contacto dérmico con los residuos, los cuales serán discutidos en las siguientes secciones.

10. Evaluación y Análisis de los Riesgos a la Salud de la Población Expuesta, Debido a la Presencia de contaminantes en el Suelo de la Localidad de Copaquilla.

Como se describió en el punto anterior, se ha determinado un posible riesgo significativo por contaminación para receptores personas en dos de los escenarios tipificados bajo el manual FMA/P (Golder Associates, SERNAGEOMIN, 2008). Estos corresponden a los escenarios:

- EPC7 *Posibilidad de que se desarrollen actividades humanas o tránsito de personas por sector de ripios, pilas y relaves a través de camino que va hacia comunidad de Livilcar.*
- EPC 8 *Exposición directa de personas en el área de residuos por inhalación de los mismos.*

El riesgo en ambos casos se relaciona principalmente con la posibilidad de personas que pudiesen exponerse a los contaminantes presentes en los residuos en la misma área de los acopios. Es decir, personas que transiten o hagan algún tipo de actividad directamente en la zona de acopio de residuos de la ex-faena. Cabe hacer notar que el área de residuos mineros no está delimitado, confinado, ni presenta señaléticas que indiquen el carácter potencialmente peligroso de estos para personas que eventualmente circulen, se detengan o realicen cualquier actividad en el área. En otras palabras, no existe ninguna forma de control de riesgo actualmente para estos receptores.

Es por lo anterior que se ha determinado realizar una evaluación de riesgos para la salud de potenciales receptores que pudiesen ser expuestos a los contaminantes en estudio y de esta manera cuantificar estos riesgos. Es importante señalar que esta evaluación se ha realizado

únicamente para receptores potenciales que entren en contacto directo con los residuos ubicados en Altos de Copaquilla.

10.1. Método

Esta evaluación se realizó siguiendo Sección 6.2.1 “Evaluación de Riesgo a la Salud Humana” de la Guía Metodológica para la Gestión de SPPC (Ministerio del Ambiente, 2013).

De acuerdo con la Guía mencionada, la evaluación de riesgo ambiental tiene por objetivo el determinar el riesgo que la contaminación potencial presente en un lugar determinado supone para los diferentes receptores potenciales de acuerdo a las características y usos del sitio.

Las etapas definidas por la Guía para realizar una evaluación de riesgo a la salud humana son desarrolladas en las siguientes secciones.

10.2. Caracterización del SPPC

Como se ha mencionado anteriormente, para el proceso de Evaluación de Riesgo a la Salud Humana se ha delimitado el SPPC únicamente al sector de residuos ubicados en Altos de Copaquilla. Esto dado que el análisis integrado de riesgos por contaminación únicamente identificó riesgos potenciales para personas que entren en contacto con los residuos directamente; no así para los residentes de las comunidades cercanas.

El sector de residuos ha sido caracterizado extensamente con anterioridad en este estudio y corresponde principalmente a rípios de lixiviación y en mucho menor medida a relaves (material fino) abandonados en Altos de Copaquilla, los que tienen una extensión aproximada de 16 Ha.

Adicionalmente al muestreo realizado inicialmente (descrito en el Informe II), para la caracterización del SPPC y delimitación de los sectores impactados se realizó un muestreo adicional ad-hoc que contempló la colección y análisis de muestras de relaves y sedimentos de las diferentes quebradas y del Dique Oeste. Los resultados de estos análisis indicaron como conclusiones principales que:

- Los diques presentes han actuado generalmente de manera efectiva limitando la contaminación aguas abajo por las quebradas.
- Los rípios y relaves tienen una composición química similar (con algunas pequeñas diferencias) y por ende pueden ser tratados de manera similar.
- El Dique Oeste ha actuado de manera efectiva capturando el material transportado.

Adicionalmente, con esta información se definieron los límites geográficos del SPPC los cuales corresponden únicamente al sector de residuos en Alto Copaquilla.

10.3. Evaluación de la Exposición

10.3.1. Receptores y Escenarios de Exposición

Para la evaluación de las vías de exposición primeramente se definieron los escenarios puntuales para el sitio bajo los cuales podría presentarse algún riesgo de acuerdo a los escenarios descritos de acuerdo al manual FMA/P. De esta manera, los escenarios definidos para esta Evaluación de Riesgo para la Salud fueron los siguientes:

- **Residentes futuros potenciales (exposición residencial de adultos y niños):** Considerado muy poco probable, pero correspondería al escenario más conservador.
- **Trabajadores in-situ (exposición industrial de adultos):** Se contemplan trabajos en los residuos que incluyen labores de obras viales y limpieza/gestión de estos.
- **Visitantes ocasionales (exposición recreacional de adultos y niños):** El sitio no está cercado y es atravesado por un camino público, por ende, carece de mecanismos que prevengan la exposición de los visitantes a los residuos.

Cabe notar también que los escenarios anteriores se definen para la exposición crónica (constante) a los residuos. Para la exposición aguda (una vez) no se establecieron escenarios, salvo que se consideraron niños ya que serían los receptores más sensibles.

10.3.2. Identificación de Vías de Exposición

De acuerdo a la Guía, *“esta etapa consiste básicamente en evaluar la magnitud (actual o potencial), frecuencia y duración de la exposición a los contaminantes de interés considerando las vías principales a las que la población está o puede estar expuesta.”*

Considerando los escenarios puntuales anteriormente mencionados, las vías de exposición correspondientes son:

- Contacto dermal (absorción a través de la piel).
- Ingestión incidental o indirecta.
- Inhalación de polvo (en actuales y potenciales obras en terreno).
- Consumo de productos elaborados en suelos contaminados.

Dado que ninguno de los elementos evaluados en este estudio (As, Pb, Zn, Cu, Cr, Cd y CN) se volatilizan, la inhalación de vapores no se considerará.

10.3.3. Determinación de Algoritmos para el Cálculo de Dosis de Exposición y Selección de Factores de Exposición

Se contactó con especialistas en evaluación de riesgos ambientales de Australia (*Environmental Earth Sciences*), a quienes se solicitó la determinación de algoritmos para el

cálculo de dosis de exposición y selección de factores de exposición para los tres escenarios de exposición descritos anteriormente en la Sección 10.3.1. El informe original en inglés y su traducción al español se encuentran en el Anexo 4.

Este análisis se realizó bajo estándares y métodos internacionales (Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos (USEPA), el Consejo enHealth australiano (enHealth 2012a), el Consejo Nacional de Protección Medioambiental Australiano (NEPC 2013) y la Guía Metodológica para la Gestión de SPPC (Ministerio del Ambiente, 2013), y consideró tanto riesgos por exposición aguda como crónica.

La determinación de dosis de exposición se encuentra en las Secciones 6.2 *Identificación de Vías de Exposición* y 6.3 *Exposición Background* del informe en Anexo 4. La determinación de factores de exposición y fuentes de información se encuentra en las Secciones 7.1 *Cálculo de Concentraciones Permitidas de Contaminantes en Residuos, Tierra y Sedimentos* y 7.2 *Resumen de Caracterización de Riesgo por Vía de Exposición para Arsénico*, del Anexo 4.

10.4. Caracterización del Riesgo

10.4.1. Elementos que Requieren Consideración

Considerando los resultados máximos obtenidos en los residuos en comparación con los criterios residencial e industrial canadiense para suelos como se muestra en la Tabla 35, se determinó como relevante realizar la evaluación de riesgo a todos los elementos menos cadmio y cromo (estos últimos registraron máximos menores a los criterios establecidos).

Tabla 35. Resumen Estadístico para residuos

Área	Máximo (mg/kg)	Criterios residencial/industrial canadiense *
As	632	12/12
Zn	628	200/360
Cu	661	63/91
Pb	1.526	140/600
Cd	2,9	10/22
Cr	70	64/87
Cianuro	239	0,9/8

(*) Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007).

Fuente: Elaboración propia.

10.4.2. Desarrollo de Criterios Sitio-específicos y Evaluación de Riesgo

Bajo las metodologías mencionadas anteriormente se desarrollaron criterios sitio-específicos (valores umbral crónicos y agudos) para cada receptor potencialmente expuesto a los contaminantes en los ríos dentro de los diferentes escenarios. De superarse estos umbrales,

existiría la posibilidad de que los receptores expuestos presentasen efectos a la salud bajo los escenarios establecidos.

Entre los efectos de una intoxicación aguda por plomo se encuentran síntomas gastrointestinales severos y signos de encefalopatía, mientras que la intoxicación crónica podría dar lugar a diferentes tipos de cáncer (o afectar a diferentes órganos) (ATSDR, 2007).

Los efectos agudos de una intoxicación por arsénico varían entre síntomas gastrointestinales intensos a, en casos extremos, muerte por falla sistémica. Los efectos crónicos incluyen hiperpigmentación, queratosis y posibles complicaciones vasculares además de distintos tipos de cáncer (ATSDR, 2007).

La Tabla 36 muestra los valores umbral en mg/kg para cada elemento químico dado los escenarios específicos de exposición crónica (residencial, trabajador y visitante) y aguda (notando que la ruta de mayor riesgo fue determinada como la ingestión en este caso). Se muestran también las concentraciones máximas obtenidos en los ripios y relaves en el presente estudio. Cabe notar que en el caso de la exposición aguda se incluyen dos valores, uno para un niño “común” y otro en el caso de un niño que presentase un trastorno pica, especialmente geofagia (que es el deseo de consumir tierra, el cual en niños de 1 a 6 años tiene una frecuencia aproximada del 10-30% de la población). Para el cálculo de los valores umbral de consideró un niño de 15 Kg de peso.

Tabla 36. Valores Umbrales de Concentraciones para Exposición Crónica y Aguda

Elemento/ Compuesto Químico	Receptor Potencial – Exposición Crónica			Exposición Aguda	Concentración máxima obtenida en los residuos
	Residencial	Trabajador	Visitante	Corto-Plazo (ingesta)	
	Unidades en mg/kg				
As	80	1,000	8,000	75*/ 750	632
Pb	90	1,600	7,100	50*/ 500	1,526
Cu	6,000	120,000	510,000	NR	661
Zn	7,400	200,000	900,000	NR	628
CN libre	200	1,300	7,400	750*/ 7,500	239

Notas: NR No Relevante; * considera receptores (niños) con trastorno pica. Umbrales sobrepasados se han destacado
Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los resultados de los umbrales mostrados en la Tabla 36 con las máximas concentraciones encontradas en los ripios, se puede observar que:

- Existe riesgo crónico para el escenario de potenciales residentes por arsénico y plomo. Esto es solo en el caso improbable de que se establecieran residentes en el mismo lugar de los acopios mineros.
- Existe riesgo por ingesta aguda de estos elementos en el caso de niños con trastorno pica (arsénico y plomo) y para niños “sanos” (plomo).
- Se desestimaron riesgos crónicos por cianuro, dado que, si bien el máximo encontrado en los ripios supera la concentración permisible bajo un escenario residencial, los valores obtenidos por todas las muestras pasan el criterio estadístico

(como se describe en el informe de *Environmental Earth Sciences* en la Sección 5.1, Anexo 4)

De acuerdo a estos resultados de evaluación de riesgo para la salud, el riesgo más relevante es la exposición aguda, que se traduce en la posible ingesta de residuos por personas que se encuentren en el sitio. Entre los dos analitos críticos están el Pb, en primer lugar, y el As en segundo.

La Figura 46 muestra un gráfico de la ingesta máxima de residuos permisible para un niño de 15 kg de peso, según el contenido de plomo que este tuviese (para riesgos agudos). Se estima que un niño jugando en la tierra puede ingerir alrededor de 100 mg de material (USEPA, 2011), por esa razón se considera ese valor para establecer la concentración máxima de Pb que puede tener el residuo consumido. Según Figura 46, para una ingestión de 100 mg, la máxima concentración de plomo permisible es de 500 mg/kg (valor que aparece en la Tabla 36). Cabe notar que un niño con síndrome pica puede ingerir hasta 1000 mg en un día, lo que lleva a que la concentración de Pb máxima en ese caso sería de 50 mg/kg.

Considerando que en los residuos de Altos de Copaquilla se han encontrado concentraciones de plomo por sobre 1.500 mg/kg, estos constituyen un riesgo para la salud y deben tomarse medidas de mitigación para evitar el libre acceso al lugar.

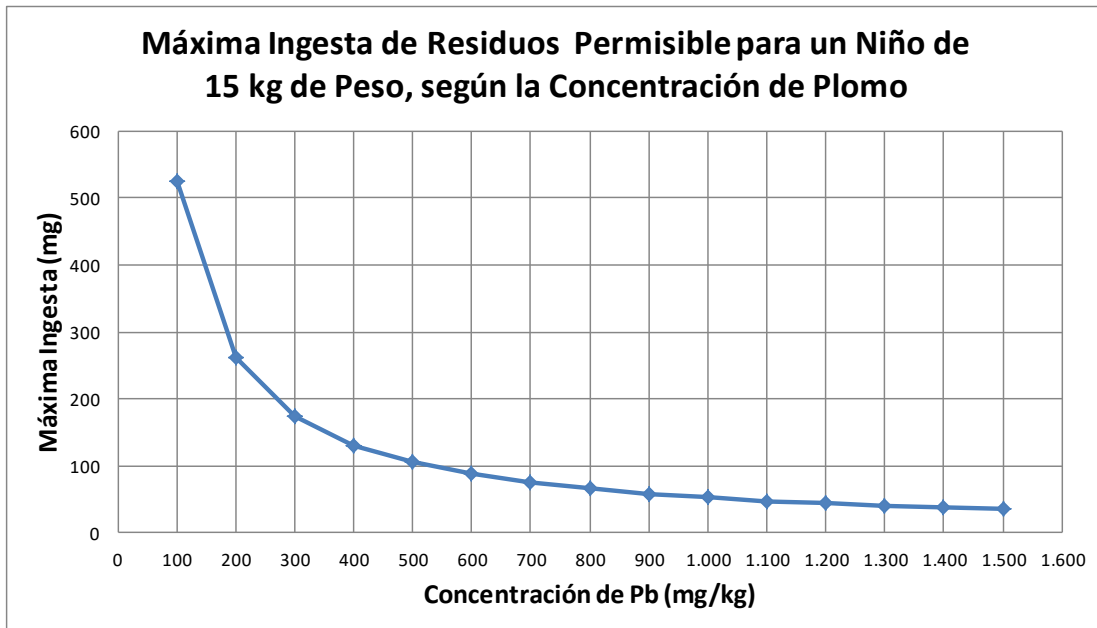


Figura 46. Máxima ingesta de Pb para un niño de 15 kg de peso, según concentración de Pb. El criterio se establece asumiendo que un niño jugando en el suelo puede “comer” 100 mg/día.

Fuente: Elaboración propia.

Estos cálculos se aplican a niños por ser potencialmente los más expuestos a ingerir residuos (en caso de estar jugando en ellos) y los que requieren ingerir menor cantidad para

sobrepasar el umbral (los más sensibles), pero son aplicables a cualquier persona y la cantidad umbral referencial dependerá de su peso corporal.

10.5. Análisis de Incertidumbre

El programa de toma de muestras y análisis es considerado como apropiado para los escenarios planteados, los que incluyen un rango de posibles usos de suelo (inclusive un uso poco esperable y muy conservador como es el uso residencial de la zona de residuos). La densidad de las muestras también fue apropiada considerando la homogeneidad de los residuos y la consistencia de los datos con estudios anteriores. Se reconoce también que un programa analítico extensivo se llevó a cabo.

La evaluación de exposición ha utilizado varios supuestos estándar en cuanto al peso corporal, tiempo de exposición, expectativa de vida e índices de ingestión de suelo, y ha estimado otros factores como dieta alimenticia, índices de absorción estomacal y sanguínea (biodisponibilidad y bioaccesibilidad). No obstante, estas estimaciones y suposiciones, todas las etapas de la evaluación de riesgo han tomado el enfoque más conservador posible. La elección de esta metodología ha dado como resultado en un análisis basado en las peores situaciones posibles, de manera de minimizar las incertidumbres relacionadas a la evaluación de la exposición.

10.6. Conclusiones

El presente análisis ha determinado riesgos potenciales por escenarios de exposición aguda, específicamente ingesta de residuos mineros de alto Copaquilla, especialmente para niños por ser los más expuestos y requerir una menor cantidad de material ingerido para alcanzar el umbral de riesgo. Se determinaron riesgos por exposición crónica en un escenario residencial (si gente se instalase a vivir en el área), si bien este escenario es improbable. Estos riesgos se han determinado por las concentraciones máximas de arsénico y plomo obtenidas en los rios y el posible contacto que tuviesen los receptores con los residuos tomando en cuenta que el lugar no tiene en este momento ninguna protección o cerco y es de acceso público.

De acuerdo estos resultados, se recomienda realizar medidas de mitigación que restrinjan el libre acceso de personas al lugar de los residuos. Estas medidas se desarrollan en el próximo numeral.

11. Evaluación y Propuesta de Plan de Acción de Corto, Mediano o Largo Plazo para los Medios que se Identifiquen en Riesgo.

Luego de la evaluación y análisis de los riesgos a la salud de las personas potencialmente expuestas a la amenaza de la cercanía al SPPC en estudio, resulta concluyente que el sector de emplazamiento del Pueblo de Mallku y de las localidades de Copaquilla y Trigo Pampa se encuentran fuera de una zona de riesgo por la presencia de los contaminantes de interés, a causa el SPPC, en su territorio.

De este mismo análisis, se desprende que **la única zona de riesgo para la salud de las personas en el sector es la fuente en estudio**, los residuos mineros abandonados en Copaquilla Alta, los que presentan altas concentraciones de elementos tóxicos haciendo vulnerables³⁴ a algún tipo de daño a la salud, por intoxicación aguda, a los transeúntes que pudiesen tener contacto directo con estos residuos y llegaran a ingerirlos.

En los numerales 8 y 9 de este informe, se presenta la evaluación del riesgo por presencia de contaminantes en las matrices ambientales y la evaluación y análisis de los riesgos a la salud de la población expuesta, dónde se puede verificar que el riesgo califica de no significativo, por lo que podría detenerse el proceso de evaluación sin definir un Plan de Acción, de acuerdo a lo indicado en la Guía Metodológica para la Gestión de SPPC (Res. Ex. N° 406/2013 del MMA).

Sin perjuicio de lo ya señalado, en consideración de la “vulnerabilidad” de los transeúntes y con la finalidad de evitar cualquier contacto humano indeseado con el SPPC, se propone un plan de acción para minimizar el riesgo identificado y eliminar la percepción de peligro en los habitantes del área de influencia del SPPC en estudio.

Con el objeto de asegurar la protección de la salud humana y gestionar adecuadamente el riesgo presente en Copaquilla Alta, específicamente en el área comprendida por el acopio de residuos mineros abandonados, se presenta una propuesta de Plan de Acción conteniendo medidas de mitigación³⁵ del riesgo a corto, mediano y largo plazo, las que se definen como estructurales o no estructurales dependiendo de la necesidad de ocupar o no durante su implementación, elementos físicos que permanezcan o no en el lugar.

Estas medidas se han seleccionado en forma preliminar, teniendo en consideración su efectividad, factibilidad técnica y costos asociados a su implementación, presentando los antecedentes básicos requeridos para que la autoridad pueda evaluar la oportunidad de su inversión.

El Plan de Acción, debe ser previamente aprobado por las autoridades correspondientes y consensado con los actores comunitarios claves, pudiendo ajustarse o modificarse de acuerdo con sus consideraciones. Para la implementación de este plan se requiere de la disponibilidad de fuentes de financiamiento, las que podrían provenir tanto del sector público como del privado.

Las medidas propuestas se encuentran clasificadas como medidas de remediación tradicionales de contención in situ, y se refieren al SPPC identificado en el Informe Diagnóstico Regional de Suelos Abandonados con Potencial Presencia de Contaminantes en la Región de Arica y Parinacota, del 2015 con la glosa CIU 6302, Ripios y Relaves, Acopios Copaquilla.

³⁴ Vulnerables, entendido como expuestos al riesgo.

³⁵ La mitigación es la implementación de acciones destinadas a reducir o evitar la vulnerabilidad frente a algún tipo de amenazas.

En el polígono definido por las siguientes coordenadas WGS 84 Huso 19: (432.000, 7.964.412), (432.018, 7.963.371), (432.815, 7.963.436), (432.815, 7.963.436), (432.809,7.964.153), (432.453, 7.964.547) y que se representa como “Zona a intervenir” en la Figura 47, se encierra el sector en que se propone realizar las medidas propuestas en este Plan de Acción. Sin perjuicio de lo anterior, se propone el desarrollo de un bypass definitivo de camino, que reemplace a la habilitación provisoria actualmente en desarrollo, y que inhabilita el que cruza por el centro de los residuos mineros abandonados.

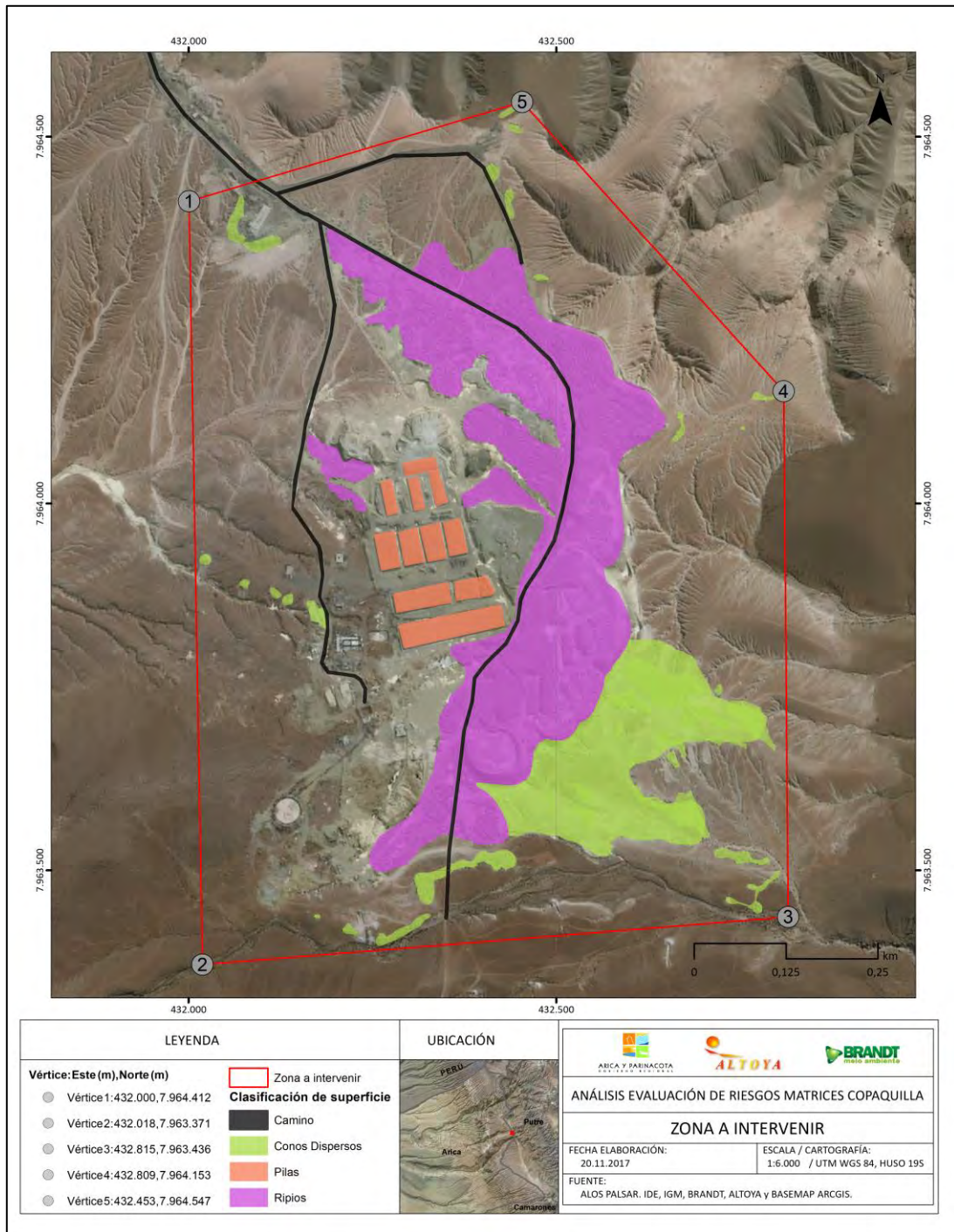


Figura 47. Zona a intervenir-Residuos mineros en Altos de Copaquilla.

Fuente: Elaboración propia.

11.1. Medidas de Mitigación

11.1.1. De Corto Plazo

Las medidas de corto plazo se encuentran relacionadas principalmente con la comunicación y gestión del riesgo, informando del peligro, la probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias, a la vez de gestionar las acciones de control inmediato mediante la implementación de las soluciones primarias de contención del peligro. En este caso se observa como adecuada la implementación de las siguientes medidas:

Medidas de Gestión

- Difundir resultados del estudio.
- Planificar y programar la implementación del Plan de Acción

Elementos de Control y Seguridad

- Instalar Señalética que informe sobre el SPPC al costado sur de la bifurcación Livilcar-Copaquilla.
- Instalar Señalética de Prohibición de acceso al SPPC. Gigantografía emplazada a 1.700 m de la bifurcación ruta 11-CH y a 25 m del costado norponiente del camino perimetral existente en el SPPC.

11.1.2. De Mediano y Largo Plazo

Las medidas de mediano y largo plazo corresponden a la implementación de las soluciones definitivas de contención o eliminación del peligro. Se propone las que sigue:

Medidas de Gestión

- Cerrar el actual camino que cruza el SPPC.
- Mantener anualmente la señalética. Actividad periódica permanente desde el año siguiente a la implementación de las primeras señales informativas.

Elementos de Control y Seguridad

- Instalar señalética de Prohibición de estacionar o detenerse en el camino habilitado por el sector oeste del SPPC.
- Instalar señalética de circular a baja velocidad y con las ventanas cerradas.

Infraestructura y Traslado de residuos dispersos

- Habilitar el camino alternativo, al que cruza el SPPC, por el trazado existente en el perímetro oeste del SPPC.
- Reforzar los Diques al Este del SPPC.
- Proyectar un pretil de contención de eventuales arrastres de residuos en el perímetro sureste del SPPC.
- Trasladar el material disperso en “conos” hacia el centro del SPPC.

- Desarrollar y materializar un trazado de *By-pass* SPPC definitivo entre la Ruta CH 11 y el Camino a Livilcar.

11.1.3. Medidas Transversales a la Realización de Cualquier Faena en el Lugar

- Instalar elementos de control y seguridad al momento de ejecutar faenas en el SPPC.
- Informar los riesgos a los que se exponen los trabajadores.
- Facilitar los EPP necesarios para minimizar la exposición a los contaminantes presentes en los residuos mineros.
- Habilitar una zona de descontaminación, para que los trabajadores no lleguen a sus hogares con la ropa y elementos de trabajo contaminados.

11.2. Especificación de las Medidas

Medida N°1	Difundir los resultados del estudio.
Tipo	De corto plazo / no estructural
Objetivo	<ul style="list-style-type: none">- Comunicación del riesgo.- Que la comunidad interesada conozca los resultados del estudio “Análisis Evaluación de Riesgos Matrices Copaquilla”, elaborado para el Gobierno Regional de Arica Parinacota.- Que la comunidad disminuya los niveles de incertidumbre que existen con respecto a los residuos mineros acopiados en la cercanía de la localidad de Copaquilla.- Disminuir o eliminar la percepción de peligro existente en los locales.
Descripción	<p>Medida de Gestión.</p> <p>Realizar las actividades necesarias para abordar la difusión de los resultados de la evaluación y análisis del SPPC en estudio.</p> <p>El inicio de la difusión, comenzará con la materialización de un Seminario abierto a todos los interesados con los cuales ya se ha trabajado en Talleres de difusión, en el transcurso del estudio. La invitación al Seminario deberá ser abierta a la comunidad de Arica y Parinacota. En dicha conferencia, al menos, se contará con la presencia de los representantes de los organismos públicos que han participado, con representantes de las comunidades de Copaquilla, ONG regionales, y agrupaciones Aymara. (Actividad financiada dentro del presente estudio).</p> <p>Se propone que el MMA realice al menos un segundo seminario de este tipo, para dar por cerrada las actividades de gestión del SPPC, en el cuál informe de todas las medidas implementadas y sus resultados, transcurrido al menos un año desde la realización del primer seminario. Adicionalmente, realizar entre ambos, dos actividades de difusión radial dónde se comunique los avances en la implementación de las medidas de mitigación.</p>

Medida N°2	Planificar y programar la implementación del plan de acción.
Tipo	De corto plazo / no estructural
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar las actividades requeridas para conseguir el financiamiento público/privado del Plan de Acción. - Priorizar la materialización de las medidas de mitigación. - Programar su ejecución, atendiendo a la disminución del indicador Costo/Beneficio y velando por la permanencia en el tiempo de las MM estructurales (considerar mantenimiento).
Descripción	Medida de Gestión. Gestionar y provisionar los recursos necesarios para la implementación del plan de acción, definir costos y oportunidad del desarrollo de los proyectos asociados.

Medida N°3	Instalar señalética que informe sobre el SPPC al costado sur de la bifurcación Livilcar-Copaquilla.
Tipo	De corto plazo / estructural
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Informar a las personas de las características del SPPC. - Comunicación gráfica del riesgo detectado. - Coartar el ingreso de personas al interior del SPPC.
Descripción	Elemento de control y seguridad. Medida informativa tradicional, ubicada fuera del sitio. Ver en Ficha 1, en el Anexo 5.

Medida N°4	Instalar señalética de prohibición de acceso al SPPC.
Tipo	De corto plazo / estructural
Objetivo	- Prohibir el ingreso de personas al interior del SPPC.
Descripción	Elemento de Control y seguridad. - Medida informativa tradicional, gigantografía ubicada fuera del sitio, emplazada a 1.700 m de la bifurcación ruta 11-CH y a 30 m del costado nororiente del camino existente en el SPPC. Ver en Ficha 2, en el Anexo 5.

Medida N°5	Habilitar el camino alternativo, al que cruza el SPPC, por el trazado existente en el perímetro oeste del SPPC.
Tipo	De corto plazo / estructural
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Desviar el flujo vehicular para que no transiten en el área definida como de riesgo. - Utilizar el camino como límite de contención de los residuos mineros.
Descripción	Medida de Infraestructura. Tradicional. Ubicada al costado poniente de la zona a remediar, en el sector que lo cruza, sobre suelo con trazas de residuos mineros. Ver en Ficha 3, en el Anexo 5.

Medida N°6	Cerrar el actual camino que cruza el SPPC.
Tipo	De corto plazo / estructural
Objetivo	- Impedir que los vehículos transiten en el área definida como de riesgo.
Descripción	Medida de Gestión. Ubicada al inicio y término del camino que cruza por el centro del SPPC (zona a remediar). Esta medida requiere que previamente se encuentre habilitado un trazado alternativo. Ver en Ficha 4, en el Anexo 5.

Medida N°7	Instalar señalética de Prohibición de estacionar o detenerse en el camino habilitado por el sector oeste del SPPC.
Tipo	De mediano plazo / estructural
Objetivo	- Proteger a los transeúntes de la posibilidad de ingerir material con residuos mineros, disminuyendo la probabilidad de contacto con los residuos mineros abandonados.
Descripción	Elemento de Control y Seguridad. Medida informativa Tradicional, ubicada dentro del sitio. Ver en Ficha 5, en el Anexo 5.

Medida N°8	Instalar señalética de circular a baja velocidad y con las ventanas cerradas.
Tipo	De mediano plazo / estructural
Objetivo	- Proteger a los transeúntes de la eventual exposición de suelo con trazas de residuos mineros.
Descripción	Elemento de Control y Seguridad. Medida informativa Tradicional, ubicada dentro del sitio. Ver en Ficha 6, en el Anexo 5.

Medida N°9	Mantener anualmente la señalética.
Tipo	De corto plazo / no estructural
Objetivo	- Que las señales y letreros instalados se mantengan en buenas condiciones para que permanezcan en el tiempo.
Descripción	Medida de Gestión. Mantenimiento periódico de la señalética. Anualmente debe realizarse una inspección visual que evalúe si es necesario realizar un recambio de señales o letreros, la reinstalación de las mismas o si sólo es suficiente realizar una limpieza superficial y/o aplicación de pintura para que queden en condiciones de legibilidad y en buen estado físico.

Medida N°10	Trasladar el material disperso en "conos" hacia el centro del SPPC.
Tipo	De mediano plazo /estructural
Objetivo	- Confinar el material contaminado dentro de la zona de rípios. - Minimizar el área de impacto de los residuos mineros abandonados. - Facilitar las medidas de control y seguridad.
Descripción	Medida de reubicación de residuos. Tradicional, ubicada en el sitio. Ver en Ficha 7, en el Anexo 5.

Medida N°11	Reforzar los diques al este del SPPC.
Tipo	De mediano plazo / estructural
Objetivo	- Evitar que las aguas lluvias que escurran por el SPPC hacia las quebradillas del sector arrastren residuos mineros hacia el río Seco. (Q1, Q2, Q3 y Q4).
Descripción	Medida de Infraestructura. Tradicional, ubicada al sureste del sitio, sobre las quebradillas. Ver en Ficha 8, en el Anexo 5.

Medida N°12	Proyectar un pretil de contención de eventuales arrastres de residuos en el perímetro sureste del SPPC.
Tipo	De mediano plazo / estructural
Objetivo	- Contener eventuales arrastres y/o escurrimientos de material con residuos mineros en el perímetro de cara a las quebradillas.
Descripción	Medida de Infraestructura. Tradicional, ubicada en el perímetro sureste del sitio. Ver en Ficha 9, en el Anexo 5.

Medida N° 13	Desarrollar y materialización de un trazado de <i>bypass</i> SPPC definitivo desde la ruta CH-11 hasta el cruce con el camino a Livilcar.
Tipo	De largo plazo / estructural
Objetivo	- Proveer a las comunidades de un camino alejado del SPPC, que cuente con rol de vialidad comunal y mejore las condiciones de tránsito en el sector, eliminando definitivamente la posibilidad de contacto con los residuos mineros abandonados.
Descripción	Medida de Infraestructura. Tradicional, ubicada fuera del sitio. Ver en Ficha 10, en el Anexo 5.

Las medidas definidas como transversales, no ameritan una descripción particular y son intrínsecas a la realización de cualquier tipo de faena constructiva en el sector de los residuos mineros abandonados.

En el numeral 11.2.1 se presenta una cartografía con la ubicación de las medidas estructurales y en el numeral 11.2.2 se presenta una sugerencia de cronograma de implementación del plan de acción propuesto.

11.2.1. Cartografía de Ubicación de las Medidas Estructurales

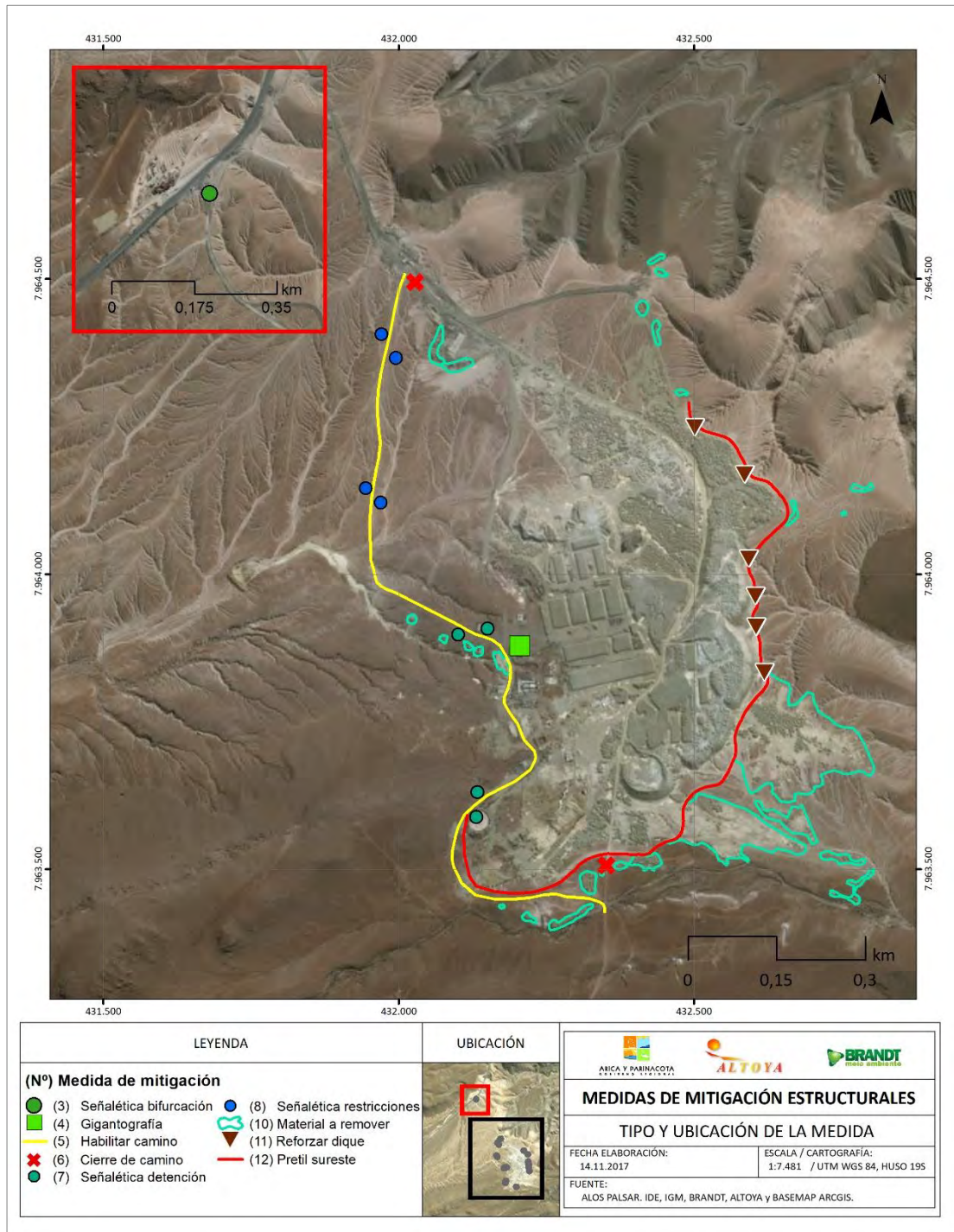


Figura 48. Ubicación de las medidas de mitigación estructurales.

Fuente: Elaboración propia

11.2.2. Cronograma de Actividades Sugerido – Implementación Plan de Acción

Nº MM	Clasificación de la medida	Descripción de la medida	Periodo implementación	Años																					
				1			2			3			4			5			6						
				Trimestres																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Medidas de gestión	Difundir resultados del estudio:	Corto plazo																						
		- Elaborar programa y metodología de difusión																							
	- Difundir los resultados a través de, por ejemplo: exposiciones locales, información gráfica y/o seminarios de convocatoria regional. Primer Seminario a realizar en el mes de Diciembre del 2017, cómo finalización de este estudio.																								
2	Medidas de gestión	Planificar y programar la implementación del Plan de Acción, en la cual se debe tener las siguientes consideraciones:																							
		- Elaborar y presentar plan de implementación de las medidas a los organismos involucrados SERNAGEOMIN - VIALIDAD REGIONAL - MUNICIPALIDADES - OTRO. Cuya finalidad es informar a los servicios de las obras y actividades proyectadas, discutir factibilidad técnico-económica y readecuar el Plan de Acción si corresponde.																							
		- Definir costos y financiamiento, elaborar las solicitudes presupuestarias que corresponda y definir contrataciones directas de los elementos de control y seguridad 3,4 y 5.																							
		- Determinar prioridades de acuerdo al indicador Costo/Beneficio.																							
		- Preparar licitaciones para contratar de materialización de las medidas estructurales.																							
3	Elementos de control y seguridad	Instalar Señalética que informe sobre el SPPC al costado sur de la bifurcación Livercar-Copaquilla:																							
		- Elaborar proyecto de señaléticas.																							
		- Presentar proyecto a trámite en la Dirección de Vialidad.																							
		- Subcontratar labores de instalación de señalética de acuerdo a proyecto aprobado.																							
		- Instalar señalética de acuerdo a proyecto aprobado.																							
4	Elementos de control y seguridad	- Recepción del proyecto por la Dirección de Vialidad.																							
		Instalar Señalética de Prohibición de acceso en el SPPC:																							
		- Elaborar proyecto de señalética, solicitar autorización de uso del BNUP.																							
		- Subcontratar labores de instalación de señalética de acuerdo a proyecto aprobado.																							
5	Infraestructura	- Instalar señalética de acuerdo a proyecto aprobado.																							
		- Informar a SERNAGEOMIN y Municipalidad de Arica de la instalación de la señalética.																							
		Habilitar el camino alternativo, al que cruza el SPPC, por el trazado existente en el perímetro oeste del SPPC:																							
	- Proyecto "Mejoramiento sector del trazado del Proyecto licitado por la Municipalidad de Arica con ID 2369-2-LE17, desde el cruce con Quebrada Camarones hasta camino a Livilcar".																								
	- Construcción Proyecto "Mejoramiento sector del trazado del Proyecto licitado por la Municipalidad de Arica con ID 2369-2-LE17, desde el cruce con Quebrada Camarones hasta																								

Nº MM	Clasificación de la medida	Descripción de la medida	Periodo implementación	Años																							
				1		2		3		4		5		6													
				Trimestres																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
7	Elementos de control y seguridad	Instalar señalética de prohibición de estacionar o detenerse en el camino habilitado por el sector oeste del SPPC:	Mediano plazo																								
		- Elaborar proyecto de señaléticas.																									
		- Subcontratar labores de instalación de señalética de acuerdo a proyecto aprobado.																									
8	Elementos de control y seguridad	Instalar señalética de circular a baja velocidad y con las ventanas cerradas:	Mediano plazo																								
		- Elaborar proyecto de señaléticas.																									
		- Subcontratar labores de instalación de señalética de acuerdo a proyecto aprobado.																									
6	Medidas de gestión	Cerrar el actual camino que cruza el SPPC:	Mediano plazo																								
		- Presentar proyecto para información de SERNAGEOMIN.																									
		- Implementar cierre de acuerdo a proyecto aprobado.																									
9	Medidas de gestión	Mantener anualmente la señalética:	Corto plazo																								
		- Subcontratar labores de mantención de señalética.																									
11	Infraestructura	Reforzar los diques al este del SPPC:	Mediano plazo																								
		- Elaborar proyecto de diques.																									
		- Presentar proyecto para información de SERNAGEOMIN.																									
		- Materializar diques de acuerdo a proyecto aprobado.																									
12	Infraestructura	Proyectar un pretil de contención de eventuales arrastres de residuos en el perímetro sureste del SPPC:	Mediano plazo																								
		- Elaborar proyecto de pretil.																									
		- Presentar proyecto para información de SERNAGEOMIN.																									
		- Implementar cierre de acuerdo a proyecto aprobado.																									

Nº MM	Clasificación de la medida	Descripción de la medida	Periodo implementación	Años																					
				1		2		3		4		5		6											
				Trimestres																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
10	Traslado de residuos	Trasladar el material disperso en “conos” hacia el centro del SPPC.	Mediano plazo																						
		- Planificar las actividades de traslado de residuos, y de escarpe y posterior nivelación del terreno recuperado, privilegiando comenzar por el sector oeste.																							
		- Contratar labores de materialización de las actividades planificadas.																							
		- Materializar actividades de acuerdo a la planificación.																							
13	Infraestructura	Desarrollo y materialización de un trazado de by-pass SPPC definitivo desde la ruta CH-11 hasta el cruce con el camino a Livillar:	Largo plazo																						
		- Solicitar a la Dirección Regional de Vialidad (DRV) de Arica y Parinacota, elaborar bases de proyecto de by-pass y ficha Iniciativa de Inversión (IDI).																							
		- Apoyar a la Dirección de Vialidad en la obtención de permisos con el Ministerio de Bienes Nacionales.																							
		- Licitación diseño del proyecto (DRV).																							
		- Desarrollo del Diseño Conceptual del proyecto.																							
		- Desarrollo y Aprobación del Proyecto de Ingeniería de Detalles .																							
		- Preparación de la licitación para materialización de acuerdo a proyecto aprobado (DRV).																							
		- Materializar de acuerdo a proyecto aprobado.																							
- Asesoría de Inspección y recepción final del proyecto (DRV).																									

12. Catastro de Población, Viviendas, Establecimientos Educativos y Servicios.

De acuerdo a lo indicado en las bases administrativas y técnicas del estudio, se debe *“Elaborar un catastro de la población, viviendas y establecimientos educativos expuestos a los contaminantes de interés en el suelo de la localidad de Copaquilla”*.

Considerando que la evaluación de los riesgos matrices de la localidad de Copaquilla, concluye que no resulta posible establecer una relación fuente-ruta-receptor que nos indique que la población inserta en esta la localidad o sus viviendas se encuentran expuestas (a causa de este) a los contaminantes presentes en el SPPC en estudio, no se requeriría la entrega de este producto. Sin perjuicio de lo indicado, se ha efectuado un catastro de población y vivienda del área de estudio, específicamente en los sectores de Trigo Pampa, Copaquilla y en el grupo familiar que habita en el Pueblo de Mallku, información que se adjunta a este informe en Anexo N°5.Catastro.

El catastro recoge información de los habitantes que presentan un patrón de ocupación continua en el territorio, durante gran parte de la semana. En el caso de la localidad de Trigo Pampa no se registran antecedentes de presencia efectiva de grupos familiares habitando el territorio; aunque se ha observado pequeños huertos familiares por temporada, y modificaciones continuas en viviendas y en el sector.

Para la localidad de Copaquilla, existen dos grupos familiares con vínculos permanentes en el territorio (Familias de Juliana Marca y Moisés Vicente) las cuales desarrollan labores agrícolas y pecuarias durante todo el año.

Por otro lado, una familia (de Andrea Chellew) constituye el Pueblo de Mallku a orillas de ruta Ch-11, con residencia permanente desde hace más de 24 años.

Los datos de dichos grupos familiares y de las viviendas catastradas se detallan en el Anexo N°6.Catastro de Población y Vivienda.

13. Línea Base del Componente Biótico (flora y fauna) del Sector a Estudiar y si esta fue Afectada por los Contaminantes.

Con el objeto de dar cumplimiento al objetivo indicado, en el marco de este estudio se desarrolló una caracterización del medio biótico del área de Copaquilla Alta y Baja. Esta corresponde a una recopilación de los análisis bibliográficos disponibles y al levantamiento de información biótica (i.e. vegetación, flora vascular y vertebrados terrestres) del área de estudio. Los resultados de las campañas de terreno se encuentran en el Anexo N° 7. Línea Base de Componente Biótico.

El área de estudio se definió conforme a las características de las unidades vegetales homogéneas observadas desde información secundaria, y el posible gradiente de perturbación biótica dada por la actividad minera antrópica de la ex-planta Pukará de PROMEL. Así, se definió tres zonas:

- Sector A: Zona con presencia de residuos mineros.

- Sector B: Zona adyacente a residuos mineros. Esta zona abarcó las quebradas de interés (i.e. Q1, Q2, Q3, Q4, y dique Oeste), en área de Pampa del Muerto.
- Sector C: Zona de las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa.

El análisis de la posible afectación de los residuos mineros a la flora y fauna del sector, debido a la carencia de información previa a la perturbación, se sustenta sólo en los resultados de las campañas de terreno. El hecho de que no exista una caracterización biótica a escala local anterior a la presencia de los residuos mineros, como punto de comparación, dificulta la comprensión de la compleja relación entre la presencia de residuos mineros y la biota del sector.

A pesar de ser un área pequeña, el área de estudio tuvo una gran representación de la flora y fauna potencial de la eco-región que representa. De la línea de base se puede inferir que el área de estudio presenta una amplia variedad de estructuras vegetales y hábitats para la fauna silvestre, con diversos grados de intervención humana. Así, esta heterogeneidad del paisaje sustenta una considerable biodiversidad de flora y fauna, con presencia de especies en distintos estados de conservación.

El área con mayor impacto antrópico corresponde al Sector A o sector de residuos. El recubrimiento del suelo natural con residuos mineros, se traduce en una baja riqueza y abundancia de flora (ocho especies) y fauna (un reptil, dos mamíferos y seis aves) en comparación con los otros dos sectores (B y C). La escasa cobertura vegetal permite caracterizarla como el sector con menor diversidad de toda el área de estudio.

La zona B, adyacente a residuos, presenta una mayor biodiversidad en comparación con la zona A. Es muy probable que, antes de la intervención minera, la composición, riqueza y abundancia de flora y fauna en la zona A haya sido similar a la encontrada en la zona B. Sin embargo, dado que no existen antecedentes de una situación base previa al impacto, no es posible afirmarlo fehacientemente, dada la complejidad y número de variables que interactúan en estudios observacionales.

En las zonas B y C, no fue posible inferir algún grado de afectación por la presencia de residuos mineros, dado que los resultados son congruentes con la caracterización inicial de las áreas en estudio, realizadas en base a información bibliográfica (CONAF, CONAMA Y BIRF, 1999) (Pliscoff, 2006).

En términos generales, se puede concluir que los impactos ambientales directos de los residuos mineros están relacionados con la distribución espacial de las especies. La zona con presencia de residuos mineros mostró una muy baja presencia de especies biológicas, resultado consistente en todas las taxa. Los resultados sugieren que las potenciales restricciones abióticas de la zona A han impedido la recolonización natural de flora y fauna desde que esta fue intervenida por las actividades de la planta de procesamiento minero.

14. Sistematización de la información, en Plataforma Informática de Gestión de SPPC.

Con relación a la incorporación de la información desarrollada en el marco de esta consultoría, se adjunta en formato digital las *shapefiles*, DATUM WGS 84, Huso 19 Sur, la relativa a los muestreos de las matrices ambientales.

De esta forma, la información de los muestreos de agua, sedimentos, suelo, aire, y campaña de flora y fauna efectuados durante el desarrollo de este estudio se podrán incorporar en la Plataforma Informática de Gestión de SPPC, para su adecuada sistematización. Esta tarea puede ser realizada directamente por los encargados de su administración o entregándonos la clave de acceso a la plataforma pública.

15. Bibliografía

- Arcadis. (2014). Guía Metodológica de Evaluación de Riesgos para el Cierre de Faenas Mineras.
- Arcadis. (2014). Guía Metodológica de Evaluación de Riesgos para el Cierre de Faenas Mineras.
- ATSDR. (Agosto de 2007). Toxicological Profile for Arsenic. Obtenido de <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/TP.asp?id=22&tid=3>
- ATSDR. (Agosto de 2007). Toxicological Profile for Lead. Obtenido de <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/TP.asp?id=96&tid=22>
- Canadian Council of Ministers of the Environment. (2007). Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health.
- CONAF, CONAMA Y BIRF. (1999). Catastro y evaluación de recursos vegetaciones nativos de Chile: Informe Nacional con variables ambientales.
- Decreto N° 4 EXENTO de 1992 del Ministerio de Agricultura. (1992). Decreto N° 4 EXENTO de 1992 del Ministerio de Agricultura.
- Decreto N° 59 de 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia; CONAMA. (1998). Decreto N° 59.
- Golder Associates, SERNAGEOMIN. (2008). Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas.
- Ministerio de Minería. (2011). Ley 20551, Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras.
- Ministerio de Minería. (2012). Decreto 41, Reglamento de la Ley de Cierre de Faenas Mineras. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1045967&idVersion=2012-11-22>
- Ministerio del Ambiente. (2013). Res 406. Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2013). Resolución Exenta 406 Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes.
- Pliscoff, L. &. (2006). Sinopsis Bioclimática de Chile. Editorial Universitaria.
- Res. Ex. N° 406/2013 del MMA. (2013). Aprueba Guía Metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes y sus anexos, y deja sin efecto resolución que indica.

- SERNAGEOMIN. (2014). Geoquímica de Sedimentos de la Hoja de Arica; Región de Arica y Parinacota. Carta Geológica de Chile; Serie Geoquímica, No. 3.
- SERNAGEOMIN; ARCADIS. (2014). Resolución Exenta N°0599 Metodología de Evaluación de Riesgos Para el Cierre de Faenas Mineras.
- Servicio Salud Arica. (1998). Minuta Resumen Situación Rípios Cianurados, Localidad de Alto Copaquilla.

16. ANEXOS

- Anexo Nº1. Resultados análisis de Laboratorio
- Anexo Nº2. Descripción Quebradas en Altos de Copaquilla y su Relación con los Residuos
- Anexo Nº3. Volúmenes de Agua caída en Cuencas Involucradas
- Anexo Nº4. Riesgo para la salud de las Personas
- Anexo Nº5. Fichas Plan de Acción
- Anexo Nº6. Catastro de Población y Vivienda
- Anexo Nº7 Línea Base del Componente Biótico
- Anexo Nº 9. Aseguramiento y Control de Calidad

ANEXO Nº 1 V01. RESULTADOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

Tabla de Contenidos

INFORME DE RESULTADOS Nº 01 HID002-17 MUESTREO Y ANALISIS PARA LAS COMPONENTES AMBIENTALES DE SEDIMENTOS Y AGUA, LOCALIDAD DE COPAQUILLA.

INFORMES DE RESULTADOS ALGORITMOS, ANAM.

INFORME DE RESULTADOS Nº 3 HID082-17 MUESTREO Y ANALISIS DE COMPONENTES AMBIENTALES DE SUELO Y AGUA PROYECTO COPAQUILLA.

INFORME DE RESULTADOS Y CERTIFICADOS ALGORITMOS, ANAM, HIDROLAB.

CERTIFICADOS RESULTADOS ANALISIS AGQ.

INFORME DE RESULTADOS Y CERTIFICADOS CESMEC.

CERTIFICADOS RESULTADOS ANALISIS DICTUC.

INFORME DE RESULTADOS N° 01

HID002/17

**MUESTREO Y ANÁLISIS PARA LAS COMPONENTES
AMBIENTALES DE SEDIMENTOS Y AGUA,
LOCALIDAD DE COPAQUILLA**

Preparado por:



ISO 9001:2008
Monitoreo, medición y análisis calidad del aire: modelación atmosférica, hidrodinámica, y meteorología; muestreo, medición y análisis en laboratorio de aguas y suelos;

monitoreo y medición de fuentes fijas, ruido y vibraciones; suministro y validación de sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS)

Para:



Febrero, 2017

INFORME DE RESULTADOS N° 01

HID002/17

MONITOREO Y ANÁLISIS PARA LAS COMPONENTES AMBIENTALES DE SEDIMENTOS Y AGUA, LOCALIDAD DE COPAQUILLA

Preparado para:



Versión del Documento				9	
Responsable Elaboración		Responsable Revisión		Responsable Aprobación	
Nombre	María E. Cámara	Nombre	Claudio Santibáñez	Nombre	Ruby Utreras
Cargo:	Ingeniero de Proyectos	Cargo:	Ingeniero de Proyectos	Cargo	Gerente Laboratorio
Fecha:	17-10-2017	Fecha:	17/10/2017	Fecha:	17-10-2017
Firma:		Firma:		Firma:	

Febrero, 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	6
2	DATOS CLIENTE	6
3	ALCANCES	7
4	PARÁMETROS ANALIZADOS	8
5	METODOLOGÍA	9
6	EQUIPAMIENTO	10
7	MUESTREO	13
7.1	Ubicación de los puntos	14
7.2	Toma de muestra aguas	15
7.3	Toma de muestras de sedimentos	19
7.3	Fotografías de terreno	21
8	CONTROL DE CALIDAD EN MUESTREO	28
8.1	Duplicado de muestras	28
8.2	Precisión de las mediciones - duplicados	28
8.3	Control instrumentos de medición en terreno	31
8.4	Control de la contaminación	32
8.5	Control temperatura transporte de muestras	33
9	CONTROL DE CALIDAD DE LOS ANALISIS	33
9.1	Validación de Métodos de Ensayo	34
9.2	Trazabilidad de las Mediciones.	34
9.3	Incertidumbre de las Mediciones	34
9.4	Rondas Inter-laboratorio o Ensayos de Aptitud	34
9.5	Aseguramiento de la calidad de los resultados	34
10	RESULTADOS	35
10.1	Parámetros Medidos In situ	35
10.2	Parámetros Medidos en Laboratorio	40
10.3	Sedimentos	46
11	CONCLUSION	52
11.1	Parámetros In situ	52
11.2	Parámetros analizados en laboratorio	52
11.3	Sedimentos analizados en laboratorio	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Datos cliente.....	6
Tabla N° 2 Parámetros por matriz	8
Tabla N° 3 Metodología de muestreo.....	9
Tabla N° 4 Metodología de muestreo In situ	9
Tabla N° 5 Metodología de Análisis en Laboratorio	10
Tabla N° 6 Identificación de los equipos y verificación	10
Tabla N° 7 Preservación de muestras y volumen requerido para análisis	13
Tabla N° 8 Puntos de Muestreo de Agua	14
Tabla N° 9 Puntos de Muestreo de Sedimentos	15
Tabla N° 10 Control duplicados medición de pH	29
Tabla N° 11 Control duplicados medición Conductividad.....	30
Tabla N° 12 Control duplicados medición oxígeno Disuelto	30
Tabla N° 13 Control duplicados medición Redox.....	30
Tabla N° 14 Verificación instrumento de medición de pH.....	31
Tabla N° 15 Verificación instrumento de medición de conductividad.....	31
Tabla N° 16 Verificación instrumento de medición de oxígeno disuelto	32
Tabla N° 17 Verificación instrumento de medición de potencial redox	32
Tabla N° 18 Temperatura de transporte de muestras	33
Tabla N° 19 Resultados mediciones In situ.....	35
Tabla N° 20 Resultados Análisis Laboratorio Aguas Superficiales	41
Tabla N° 21 Resultados análisis de sedimentos en laboratorio.....	46

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1 Equipo medidor de Redox. Hanna Instrument Modelo HI 991003	11
Fotografía N° 2 Equipo medidor de pH/Temperatura/CE/O2 disuelto. Hanna Instruments, EDGE, modelo HI2020 con sonda multiparámetro	12
Fotografía N° 3 Envases de laboratorio externo	17
Fotografía N° 4 Envases de laboratorio Algoritmos	17
Fotografía N° 5 Filtración en Terreno	19
Fotografía N° 6 Rotulado de muestra de sedimento en terreno	20
Fotografía N° 7 Punto de Muestreo A-0	21
Fotografía N° 8 Punto de Muestreo A-1	22
Fotografía N° 9 Punto de Muestreo A-2	22
Fotografía N° 10 Punto de Muestreo A-3.....	23

Fotografía N° 11 Punto de Muestreo A-4	24
Fotografía N° 12 Punto de Muestreo Background	24
Fotografía N° 13 Punto de Muestreo A-9	25
Fotografía N° 14 Punto de Muestreo A-10	25
Fotografía N° 15 Punto de Muestreo A-7	26
Fotografía N° 16 Punto de Muestreo Q-1 Sedimento	26
Fotografía N° 17 Punto de Muestreo Background Sedimento	27

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1 pH en las Estaciones	36
Gráfico N° 2 Conductividad en las Estaciones	37
Gráfico N° 3 Potencial redox en las Estaciones	38
Gráfico N° 4 Concentración de oxígeno disuelto en las Estaciones	39
Gráfico N° 5 Concentración de arsénico total en las estaciones	42
Gráfico N° 6 Concentración de arsénico +3 en las estaciones	43
Gráfico N° 7 Concentración de arsénico +5 en las Estaciones	44
Gráfico N° 8 Concentración de arsénico disuelto en las estaciones	45
Gráfico N° 9 Concentración de arsénico en sedimentos	47
Gráfico N° 10 Concentración de cobre en sedimentos	48
Gráfico N° 11 Concentración de cromo en sedimentos	49
Gráfico N° 12 Concentración de plomo en sedimentos	50
Gráfico N° 13 Concentración de zinc en sedimentos	51

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO I INFORME DE ENSAYO
- ANEXO II CADENAS DE CUSTODIA
- ANEXO III TEMPERATURA DE TRANSPORTE

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe de Resultados de la Campaña del periodo en época estival, denominada ***“Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Sedimento y Agua Localidad de Copaquilla”***

Las actividades en terreno se desarrollaron en la zona de Copaquilla, ubicada en la Provincia de Parinacota. Coordenadas E 432.202, N 7.963.964 y S - 19SDWGS84.

2 DATOS CLIENTE

A continuación en la Tabla N° 1, se muestran los datos del cliente:

***Tabla N° 1
Datos cliente***

Nombre proyecto:	Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Sedimentos y Agua, Localidad de Copaquilla
Razón social:	Estudios Asesorías y Capacitación Altoya Ltda.
Dirección:	La Concepción N°65 Oficina 401 - Providencia
Código proyecto:	HID002-17
Nombre contacto:	Barbara Carné
E-mail contacto:	asesorias@altoya.cl

3 ALCANCES

El alcance de este muestreo se enmarca en el estudio de la existencia de residuos mineros, generados por la explotación, cierre y abandono de faena minera, localizada en Copaquilla Alta, en el límite de las comunas de Putre y Arica, a 90 km al este de la ciudad de Arica, contiguo a ruta 11Ch. Corresponde a una zona plana ubicada aproximadamente a 3.100 msnm rodeada de quebradas amplias. Hacia el noreste, en pequeños valles ubicados en el fondo de la quebrada del Río Seco (a 2.850 msnm, aproximadamente), se ubican las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa (1,9 y 1,7 km, aproximadamente, desde el centro de los residuos mineros). Hacia el noroeste, a orillas de la carretera 11Ch, se ubica el Pueblo de Mallku (a 1,6 km, aproximadamente, desde el centro de los residuos mineros), el que está constituido por una casa habitación.

Al este de los residuos, y de norte a sur, corre el Río Seco, el que después de unirse con el Río Tignamar (al sur de los residuos) se denomina Río Livilcar.

En virtud de lo anterior, los puntos de muestreo de agua se efectuaron en afluentes del río Seco en precordillera: al norte de comunidad de Zapahuira, Murmuntani, Chapiquiña. Dado que río Seco es tributario de río San José, se efectuó una toma de muestra en dicho río en zona de Ausipar.

El análisis químico de las distintas matrices ambientales (Aguas y Sedimentos), son realizados por laboratorios acreditados ante el INN ISO NCh 17.025. Para mayor detalle del alcance de los parámetros acreditados, ver Tabla N° 2.

4 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados en terreno y Laboratorio se muestran en la Tabla N° 2:

Tabla N° 2
Parámetros por matriz

Matriz	Parámetro a analizar	Laboratorio Análisis	N° Muestras
Agua	<i>In situ:</i> - pH - T° - Conductividad Eléctrica - Oxígeno disuelto - Potencial Redox	Algoritmos	10 muestras en época estival (primera campaña)
	Laboratorio: - As total - As disuelto - As+3 en muestras no filtradas - As+5 en muestras no filtradas - CN- total	ANAM	
	- Cd total - Cd disuelto - Cu total - Cu disuelto - Pb total - Pb disuelto - Zn total - Zn disuelto - Cr total - Cr disuelto	Algoritmos	
Sedimento	Laboratorio: - As - Cd - Cu - Pb - Zn - Cr	Algoritmos	
	- CN (*)	ANAM	

(*) Los parámetros As+3 y As+5 en aguas y CN- en sedimentos no se encuentran acreditados.

5 METODOLOGÍA

En la Tabla N° 3, se presenta la metodología de muestreo para agua superficial según la Normativa Chilena Vigente. En la Tabla N° 4, se muestran la metodología utilizadas para las mediciones *In situ*. Por su parte, en la Tabla N° 5, se muestra la metodología de análisis en laboratorio acreditado.

Tabla N° 3
Metodología de muestreo

Matriz	Metodología
Agua Superficial	NCh 411/1 Of.96. Guía para el diseño de programas de muestreo. NCh411/2 Of.96. Guía sobre técnicas de muestreo. NCh411/3: 2014. Guía sobre la preservación y manejo de muestras. NCh-ISO 5667/6:2015. Calidad del agua- Muestreo – Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de aguas

Tabla N° 4
Metodología de muestreo In situ

Parámetros	Metodología
Medición pH	Standar Methods for Examination of water and wastewater 222th Ed. 2012 4500 H+B
Medición de Temperatura	Standard Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 2550 B
Medición Redox	Standard Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 2580 B
Medición Oxígeno disuelto	Standar Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 4500-O G
Medición conductividad eléctrica	Standar Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 2510 B

Tabla N° 5
Metodología de Análisis en Laboratorio

Parámetros	Metodología	Límite de detección	Matriz
Arsénico total	EPA 200.8 (1994)	0,00007 mg/L	AGUAS
Arsénico disuelto	EPA 200.8 (1994)	0,0004 mg/L	
Arsénico+3	Método propio	0,002 mg/L	
Arsénico +5	---	0,004 mg/L	
Cadmio total y disuelto	SM 3111-B 2012	0,003 mg/L	
Zinc total y disuelto	SM 3111-B 2012	0,012 mg/L	
Cobre total y disuelto	SM 3111-B 2012	0,02 mg/L	
Cromo total y disuelto	SM 3111-B 2012	0,010 mg/L	
Plomo total y disuelto	SM 3111-B 2012	0,020 mg/L	
Cianuro	ISO 14403 2012	0,001 mg/L	
Arsénico	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	0,3 mg/Kg	SEDIMENTOS
Cadmio	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	11,8 mg/Kg	
Zinc	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	11,0 mg/Kg	
Cobre	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	5,6 mg/Kg	
Cromo	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	5,5 mg/Kg	
Plomo	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	4,9 mg/Kg	
Cianuro	EPA 9010C 2004	1,8 mg/Kg	

Nota: As⁺⁵ se determina de la diferencia de As total menos As⁺³

El proceso de especiación de As se realiza en dos etapas. Primero se determina el As total, mediante la técnica plasma con detección de masas (ICP-MS). Independientemente se determina el As (III) generando la arsina (AsH₃) con NaBH₄ al 3 % (m/v) y HCl 5 mol/L y un estabilizador de citrato de sodio de pH=4, esto último para minimizar la reducción del As (V) que pudiera estar presente. La concentración de As (V) se calcula por diferencia entre el As total y el As (III).

6 EQUIPAMIENTO

Dentro del equipamiento utilizado se encuentran los equipos de medición de parámetros *In situ*, los cuales se detallan en la Tabla N° 6:

Tabla N° 6
Identificación de los equipos y verificación

Identificación equipo	Parámetro medición	Fecha verificación	Código interno
Hanna Instrument, Modelo HI 991003	Redox	7 y 8 de Febrero	1297
Hanna Instruments, EDGE, modelo HI 2020 con sonda multiparámetro	pH/T°, Oxígeno disuelto y Conductividad	7 y 8 de Febrero	7007 7031 764080

Por otra parte, cabe señalar que los equipos e instrumentos utilizados en este muestreo han sido verificados y calibrados según lo establecido en el instructivo interno I-1007, ver registro R1-1001 en Anexo II.

En Fotografía N° 1 y Fotografía N° 2, se muestran los equipos utilizados para realizar la medición de parámetros *in situ*.

Fotografía N° 1
Equipo medidor de Redox. Hanna Instrument Modelo HI 991003



Fotografía N° 2
Equipo medidor de pH/Temperatura/CE/O2 disuelto. Hanna Instruments, EDGE, modelo HI 2020 con sonda multiparámetro



7 MUESTREO

La toma de las muestras de agua se realizó en forma manual y puntual. Se tomaron directamente en los envases, sumergiéndolos en dirección opuesta al curso de agua. Se tomaron muestras sin filtrar para la cuantificación de analitos totales y muestras filtradas para cuantificación de analitos disueltos.

Los envases fueron entregados por el laboratorio con el preservante necesario para cada análisis, el cual permite estabilizar los constituyentes físicos y químicos de la muestra, según lo establecido en la NCh 411/3:2014 Calidad del agua -Muestreo - Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de muestras.

En la Tabla N° 7, se detalla el tipo de preservante utilizado y los volúmenes de muestra tomados en el muestreo de aguas, de acuerdo a los parámetros determinados.

El muestreo de aguas se realizó en base a las normas y procedimientos establecidos en la NCh ISO 5667/6 2015. "Calidad del agua-Muestreo-Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de aguas".

La toma de muestras de sedimentos se realizó en forma manual, obteniéndose muestras compuestas de cada punto a partir de tres muestras puntuales.

Las muestras de sedimentos se tomaron con una pala plástica e inmediatamente se almacenaron en bolsas adecuadas para su traslado al laboratorio.

El transporte de muestras (aguas y sedimentos), fue realizado por personal de Algoritmos SpA, dentro de los tiempos exigidos por las normas o métodos de ensayo.

Tabla N° 7
Preservación de muestras y volumen requerido para análisis

N°	Parámetro	Preservante	Volumen del envase	Tiempo Máximo Preservación
1	Metales Totales (Cd, Cu, Cr, Pb, Zn)	HNO ₃	1 L	6 meses (Metal)
2	Metales Disueltos (Cd, Cu, Cr, Pb, Zn)	Filtrar en Terreno HNO ₃	1 L	6 meses (Metal)
3	As total	HNO ₃	60 mL	1 Mes
4	As disuelto	Filtrar en Terreno HNO ₃	60 mL	1 Mes
5	As ⁺³	HCl	60 mL	No indicado

Nº	Parámetro	Preservante	Volumen del envase	Tiempo Máximo Preservación
6	Cianuro	NaOH	500 mL	1 mes

Nota: As⁺⁵ se determina de la diferencia de As total menos As⁺³

7.1 Ubicación de los puntos

En la Tabla N° 8 y Tabla N° 9, se presentan los puntos de muestreos de agua y sedimentos con hora y fecha de muestreo y sus respectivas coordenadas.

Tabla N° 8
Puntos de Muestreo de Agua

Identificación muestra		Muestreo		Coordenadas UTM ^a	
Código Cliente	Código Laboratorio	Fecha	Hora	Este	Norte
A0	A-023	07/02/2017	10:35	432.819	7.966.286
A1	A-024	07/02/2017	11:40	432.919	7.966.094
A2	A-025	07/02/2017	13:15	432.600	7.966.131
A3	A-026	07/02/2017	15:10	433.432	7.965.448
A4	A-027	07/02/2017	15:40	433.465	7.965.330
XX (Duplic - A4)	A-028	07/02/2017	16:15	433.465	7.965.330
Background	A-032	08/02/2017	10:40	439.562	7.975.143
A9	A-030	08/02/2017	12:37	442.477	7.971.702
A10	A-031	08/02/2017	14:15	441.274	7.968.306
A7	A-029	08/02/2017	18:05	410.723	7.944.704

^a Coordenadas utilizando como Datum: WGS-84

Tabla N° 9
Puntos de Muestreo de Sedimentos

Identificación muestra		Muestreo		Coordenadas UTM ^b	
Código Cliente	Código Laboratorio	Fecha	Hora	Este	Norte
A0	S-0003	07/02/2017	10:35	432.819	7.966.286
A1	S-0004	07/02/2017	12:05	432.919	7.966.094
A2	S-0005	07/02/2017	13:50	432.600	7.966.131
A3	S-0006	07/02/2017	15:22	433.432	7.965.448
Q1	S-0007	07/02/2017	15:30	433.426	7.965.435
A4	S-0008	07/02/2017	15:45	433.465	7.965.330
XX (A4 Duplicado)	S-0012	07/02/2017	16:15	433.465	7.965.330
A7	S-0009	08/02/2017	18:05	410.723	7.944.704
A9	S-0010	08/02/2017	13:05	442.477	7.971.702
Background	S-0011	08/02/2017	10:40	439.562	7.975.143

7.2 Toma de muestra aguas

Se recolectó la muestra con un envase auxiliar limpio y libre de contaminación, ambientado 3 veces con la muestra a coleccionar, para luego trasvasiar a los envases definitivos de laboratorio con el respectivo preservante. En Fotografía N° 3 y Fotografía N° 4, se muestran imágenes a modo de ejemplo de los envases proporcionados por laboratorio ANAM y Algoritmos respectivamente, para el trabajo en terreno.

Al momento de recolectar las muestras puntuales en forma manual, se consideraron las siguientes precauciones:

- Recolección de las muestras en un punto de buena homogenización, normalmente el centro del flujo, donde la velocidad es mayor y la posibilidad de asentamiento de sólidos es menor.
- No se ambientaron los envases que contienen preservantes en su interior.
- Se llenaron completamente los envases para el análisis de muestras.
- Se cerraron los envases inmediatamente después de recolectar las muestras, asegurando las tapas y contratapas.
- Se etiquetaron y guardaron las muestras en un contenedor o cooler de material aislante, con suficiente hielo o ice pack.

^b Coordenadas utilizando como Datum: WGS-84

-
- f) Junto con las muestras se incorporó una muestra testigo para el control de temperatura, que acompaña a las muestras durante todo el periodo de transporte.
 - g) Se procedió a efectuar el registro de los datos de terreno en registro de cadena de custodia (anexo II).

En relación al volumen de muestra se consideró un total de 2,620 litros aproximadamente por cada punto de muestreo, los cuales fueron divididos en los respectivos envases según requisito normativo, con el objetivo de derivar a laboratorios. En la Tabla N° 7, se indican los volúmenes tomados para el total de envases (5) por punto de muestreo.

Estos volúmenes consideran resguardo de una contramuestra para cada tipo de análisis y se mantendrán las condiciones de refrigeración ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$) de las muestras en el laboratorio, en caso de requerir confirmar algún resultado en especial los metales totales y disueltos.

Fotografía N° 3
Envases de laboratorio externo



Fotografía N° 4
Envases de laboratorio Algoritmos



7.1.1 Filtración en terreno

Se realizó filtración en terreno para las muestras que fueron analizadas por metales disueltos. Para aplicar este procedimiento en terreno se utilizó la forma manual, que consiste en filtrar la muestra a través de una jeringa que tiene adosado un filtro Millipore de 0,45 μm , cuyo procedimiento aplicado se detalla a continuación:

7.1.1.1 Materiales

Los materiales utilizados para la filtración en terreno, son los siguientes:

- 1.- Jeringa plástica de 60 mL de capacidad con embolo
- 2.- Filtro Millipore Millex-HV de 0,45 μm

7.1.1.2 Procedimiento de filtración

En terreno se procedió a filtrar de acuerdo a los siguientes puntos:

1. El filtro Millipore se ensambla a la jeringa.
2. La muestra se adiciona por la parte superior de la jeringa.
3. Con el embolo se empuja la muestra para que pase a través del filtro.
4. La primera porción se utiliza para ambientar el sistema y se descarta.
5. La muestra filtrada se colecta directamente en un envase con ácido nítrico concentrado.
6. Si la filtración es lenta, el filtro Millipore se descarta y se cambia por uno nuevo.

En Fotografía N° 5, se muestra filtrado en terreno.

Fotografía N° 5 Filtración en Terreno



7.3 Toma de muestras de sedimentos

Las muestras de sedimentos se colectaron en el borde del cauce de los distintos cursos de agua, éstas se realizaron con una pala plástica, (muestra superficial), y luego se envasaron en bolsas plásticas tipo ziploc. Posteriormente fueron identificadas y enviadas al laboratorio para su análisis.

En cada punto de muestreo se efectuó el registro de los datos de terreno en cadena de custodia (anexo II).

En Fotografía N° 6, se muestra el rotulado de las muestras de sedimento.

Fotografía N° 6
Rotulado de muestra de sedimento en terreno



Las muestras de sedimento ingresan al laboratorio y se almacenan a 4°C, a la espera del análisis.

La muestra es analizada en base seca, por lo que se debe calcular su humedad, para esto la muestra se seca por 16 horas aproximadamente a 80 °C. Una vez realizado este proceso, la muestra es homogenizada, disgregando los terrones con martillo de madera, eliminando las piedras y residuos vegetales de mayor tamaño.

Posteriormente, se saca una fracción de la muestra, realizando el cuarteo de ésta y tomando solo un cuarto de la muestra, la que es pasada por malla N°10, equivalente a 2 mm, para obtener el tamaño de partícula a analizar, se debe obtener aproximadamente 100 a 150 grs. de muestra y se toma una cantidad de muestra necesaria para su análisis.

7.3 Fotografías de terreno

Fotografía N° 7
Punto de Muestreo A-0



Fotografía N° 8
Punto de Muestreo A-1



Fotografía N° 9
Punto de Muestreo A-2



Fotografía N° 10
Punto de Muestreo A-3



Fotografía N° 11
Punto de Muestreo A-4



Fotografía N° 12
Punto de Muestreo Background



Fotografía N° 13
Punto de Muestreo A-9



Fotografía N° 14
Punto de Muestreo A-10



Fotografía N° 15
Punto de Muestreo A-7



Fotografía N° 16
Punto de Muestreo Q-1 Sedimento



Fotografía N° 17
Punto de Muestreo Background Sedimento



8 CONTROL DE CALIDAD EN MUESTREO

La unidad de muestreo de Aguas y Suelos de Algoritmos SpA establece en su procedimiento PTLAB-07 los Controles de Calidad aplicados a las actividades de terreno.

De acuerdo a lo señalado, las actividades descritas a continuación corresponden a las directrices establecidas para asegurar la validez de los resultados de ensayo y medición en terreno, del muestreo realizado en Copaquilla y sectores aledaños.

Los controles de calidad aplicados en terreno fueron los siguientes:

- Control Duplicados
- Control Instrumentos de Medición
- Control Contaminación Cruzada

8.1 Duplicado de muestras

Se establece control de la precisión mediante toma de muestras en duplicado, con una frecuencia (a solicitud del cliente) de 1 muestra por cada 20 muestras, los duplicados se analizaron por los mismos parámetros que la muestra original.

Para este proyecto el cliente seleccionó la muestra duplicado y su identificación. La muestra seleccionada fue la A 4 y su duplicado XX.

Criterio Aceptación Duplicado: El criterio de aceptación de duplicados corresponde a la precisión entre muestras (80%).

8.2 Precisión de las mediciones - duplicados

Se establece control de la precisión mediante toma de muestras en duplicado, con una frecuencia de 1 muestra por cada 10 muestras, los duplicados se analizaron por los mismos parámetros que la muestra original.

Criterio Aceptación Duplicado: El criterio de aceptación de duplicados corresponde al porcentaje de error relativo entre el par de datos.

El criterio de aceptación establecido es mínimo 90%. (Precisión = 100 - %Error)

Por otra parte en terreno se realizaron mediciones en duplicado para las muestras A-4 y A-10, para los parámetros que se indican a continuación.

- pH
- Conductividad (CE)
- Oxígeno disuelto (OD)
- Potencial redox

Cabe destacar que los resultados obtenidos para el control de duplicados cumplieron con los rangos de aceptación definidos por el laboratorio.

A continuación en Tabla N° 10, Tabla N° 11, Tabla N° 12 y Tabla N° 13 se muestra el control de calidad para la precisión de las mediciones con los duplicados realizados en terreno.

Tabla N° 10
Control duplicados medición de pH

DUPLICADOS MEDICION IN SITU pH (upH)														
Nº	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	Tº C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación						
1	07/02/2017	A-4	Hanna EDGE HI-2020 (7007)	28,0	8,08	99,6	Mínimo 90%	Cumple						
		A-4 Dup (XX)		27,1	8,05				2	08/10/2017	A-10	14,0	8,63	99,7
2	08/10/2017	A-10		14,0	8,63	99,7	Mínimo 90%	Cumple						
		A-10 Dup		14,3	8,60									

Tabla N° 11
Control duplicados medición Conductividad

DUPLICADOS MEDICION IN SITU CONDUCTIVIDAD (uS/cm)								
Nº	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	Tº C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación
1	07/02/2017	A-4	Hanna EDGE HI-2020 (7031)	28,0	490	98,4	Mínimo 90%	Cumple
		A-4 Dup (XX)		27,2	482			
2	08/10/2017	A-10		14,0	711	98,7	Mínimo 90%	Cumple
		A-10 Dup		14,3	702			

Tabla N° 12
Control duplicados medición oxígeno Disuelto

DUPLICADOS MEDICION IN SITU OXIGENO DISUELTO (mg/L)								
Nº	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	Tº C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación
1	07/02/2017	A-4	Hanna EDGE HI-2020 (764080)	28,0	7,22	97,3	Mínimo 90%	Cumple
		A-4 Dup (XX)		27,2	7,03			
2	08/10/2017	A-10		14,0	7,49	99,6	Mínimo 90%	Cumple
		A-10 Dup		14,3	7,52			

Tabla N° 13
Control duplicados medición Redox

DUPLICADOS MEDICION IN SITU REDOX (mV)								
Nº	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	Tº C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación
1	07/02/2017	A-4	Hanna HI-991003	28,0	57	90,8	Mínimo 90%	Cumple
2		A-4 Dup (XX)		27,2	52			
3	08/10/2017	A-10		14,0	90	95,5	Mínimo 90%	Cumple
4		A-10 Dup		14,3	86			

8.3 Control instrumentos de medición en terreno

Las mediciones de los parámetros de pH/temperatura, conductividad (CE), oxígeno disuelto (OD) y redox fueron realizados *in situ* con los instrumentos citados en el ítem 6 Equipamiento.

El equipo utilizado para la medición de pH, CE y OD fue EDGE Marca Hanna Instruments, modelo HI2020, al que se conectaron sondas específicas para cada parámetro.

Para la medición de redox, se utilizó equipo Hanna Instrument, modelo HI 991003.

Los instrumentos antes mencionados se calibraron y verificaron en terreno, con soluciones estándares de concentraciones conocidas (ver Anexo II).

Los resultados de las verificaciones cumplieron con los rangos de aceptación definidos en el laboratorio, lo que da cuenta del funcionamiento satisfactorio de los instrumentos.

En las tablas siguientes se detalla la verificación de los instrumentos que se realizó *in situ*:

Tabla N° 14
Verificación instrumento de medición de pH

VERIFICACION INSTRUMENTO HANNA EDGE HI2020 - PARAMETRO pH								
Nº	Fecha	ID Buffer pH	ID Instrumento	Resultado upH		Diferencia	Diferencia Aceptada	Evaluación
				Terreno	Teórico			
1	07/02/2017	Hanna Lote 9351	Hanna EDGE HI-2020 (7007)	7,03	7,01	0,02	± 0,1	Cumple
2	08/02/2017	Hanna Lote 9351		7,00	7,01	0,01	± 0,2	Cumple

Tabla N° 15
Verificación instrumento de medición de conductividad

VERIFICACION INSTRUMENTO HANNA EDGE HI2020 - PARAMETRO CONDUCTIVIDAD								
Nº	Fecha	ID Estándar	ID Instrumento	Resultado uS/cm		Diferencia	Diferencia Aceptada	Evaluación
				Terreno	Teórico			
1	07/02/2017	Hanna Lote 9635	Hanna EDGE HI-2020 (7031)	1386	1413	27,0	± 35,3	Cumple
2	08/02/2017	Hanna Lote 9635		1382	1413	31,0	± 35,3	Cumple

Tabla N° 16

Verificación instrumento de medición de oxígeno disuelto

VERIFICACION INSTRUMENTO HANNA EDGE HI2020 - PARAMETRO OXIGENO DISUELTO								
Nº	Fecha	ID Estándar	ID Instrumento	Resultado %		Diferencia	Diferencia Aceptada	Evaluación
				Terreno	Teórico			
1	07/02/2017	No Aplica	Hanna EDGE HI-2020 (764080)	92	100	8,0	± 10	Cumple
2	08/02/2017	No Aplica		95	100	5,0	± 10	Cumple

Tabla N° 17

Verificación instrumento de medición de potencial redox

VERIFICACION INSTRUMENTO HANNA HI 991003 - PARAMETRO REDOX								
Nº	Fecha	ID Estándar	ID Equipo	Resultado mV		Diferencia	Aceptación	Evaluación
				Terreno	Teórico			
1	07/02/2017	Hanna HI 7021	Hanna HI-991003	228	240	12,0	± 24	Cumple
2	08/02/2017	Hanna HI 7021		232	240	8,0	± 24	Cumple

8.4 Control de la contaminación

Para evitar la contaminación cruzada durante el muestreo, la Unidad de Aguas y Suelos aplica el Control de Blanco de campo y sigue pautas de control definidas que minimizan la ocurrencia de contaminación en el muestreo.

Si bien para el servicio Altoya no se aplicó el control con Blanco de Campo, debido a que la frecuencia establecida para el control no fue coincidente con dicho servicio, se aplicaron actividades que favorecen la ausencia de contaminación en el muestreo, el procedimiento consideró:

- Uso de envases plásticos nuevos.
- Uso de envases enjuagados con agua para análisis en el laboratorio.
- Uso de guantes libres de polvo para la toma de muestras
- Enjuague y ambientación de envase con la muestra previo traspaso a envase con el preservante.

8.5 Control temperatura transporte de muestras

Los análisis solicitados se realizan en dos laboratorios, por ello las muestras se trasladan en 2 cooler. A continuación se presentan las temperaturas de transporte de cada cooler medidas antes de ingresar las muestras al transporte aéreo.

Tabla N° 18
Temperatura de transporte de muestras

Fecha de muestreo	Punto de muestreo	Cooler 1 /Cooler 2	Temperatura de ingreso al laboratorio
7-02-2017	A0	8,0 °C	6,5°C
	A1		
	A2		
	A3	9,8 °C	6,1°C
	A4		
	xx		
8-02-2017	Background	8,4°C	5,6°C
	A9		
	A10		
	A10 DUP	10,2°C	6,2°C
	A7		

Nota: a solicitud del cliente se midieron temperaturas intermedias durante el transcurso de la jornada. La información detallada de las temperaturas se encuentra en ANEXO III.

9 CONTROL DE CALIDAD DE LOS ANALISIS

El laboratorio de análisis químico está certificado bajo Norma ISO 9001/2008 Sistemas de gestión de la calidad- Requisitos y acreditado bajo Norma NCh - ISO 17025.Of.2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

El aseguramiento de la calidad de los resultados considera procedimientos e instructivos que detallan todas las actividades que aseguran la validez de los ensayos.

Los métodos de análisis aplicados en el laboratorio están validados según protocolos definidos y criterios establecidos que garantizan las propiedades de exactitud y precisión, lo mismo que sus límites de detección y cuantificación, en conformidad a la matriz, método y propósito.

9.1 Validación de Métodos de Ensayo

La validación de los métodos establece, mediante estudios sistemático del laboratorio que el método de análisis químico cumple con las especificaciones del objetivo del ensayo, de los requisitos del cliente e incluye los siguientes items: selectividad, sensibilidad, linealidad, exactitud, precisión, repetibilidad y reproducibilidad, límite de detección, límite de cuantificación y estimación de la incertidumbre.

9.2 Trazabilidad de las Mediciones.

El cumplimiento de este punto de la norma involucra los siguientes procedimientos: "Procedimiento Técnico de Control de Equipos e Instrumentos PTLAB01" y "Trazabilidad de las Mediciones - PLAB-03", debido a que tienen efectos significativos en la exactitud o validez de los resultados de ensayo, además de mantener la trazabilidad de las mediciones.

9.3 Incertidumbre de las Mediciones

El procedimiento PLAB-04 tiene por objetivo determinar la incertidumbre de las variables que inciden en el resultado químico, según Norma Chilena oficial NCh-ISO 17025.

9.4 Rondas Inter-laboratorio o Ensayos de Aptitud

El objetivo del procedimiento PTLAB-05 es evaluar el desempeño del laboratorio y validar las competencias técnicas es a través de la participación de ensayos de aptitud, que por exigencia a las directrices del INN, el laboratorio deberá participar al menos una vez al año.

9.5 Aseguramiento de la calidad de los resultados

El Instructivo ILAB-21 señala que por cada set de análisis se lleva los siguientes controles de calidad:

- Un blanco reactivo preparado a partir de agua para análisis grado reactivo.

- Un ensayo duplicado de la muestra elegida al azar.
- Un ensayo de un estándar de concentración conocida, cercana al valor normado.

10 RESULTADOS

10.1 Parámetros Medidos *In situ*

En la Tabla N° 19, se muestran los resultados obtenidos en las mediciones *in situ*. Se tomará como referencia las concentraciones obtenidas en el sector Background y NCh1333:1978 Mod.1987.

Por otra parte, a continuación se presentan en forma gráfica los parámetros medidos *in situ*, analizando por separado cada parámetro.

Tabla N° 19
Resultados mediciones *In situ*

Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo									Bckg	NCh 1333
		A-0	A-1	A-2	A-3	A-4	XX	A-9	A-10	A-7		
pH		6,84	6,88	7,54	8,22	8,08	8,05	7,52	8,63	8,68	7,15	5,5-9*
Temperatura	°C	15,1	17,3	17,7	28,3	28,0	27,2	17,2	14,0	25,5	11,6	-
Conductividad	uS/cm	325	428	434	490	490	482	384	711	952	270	-
Potencial Redox	mV	68	79	85	75	57	52	48	90	41	70	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,85	5,48	7,80	6,14	7,22	7,03	7,30	7,49	7,55	8,50	5** mínimo

Bckg: Background

*Requisitos del agua para riego.

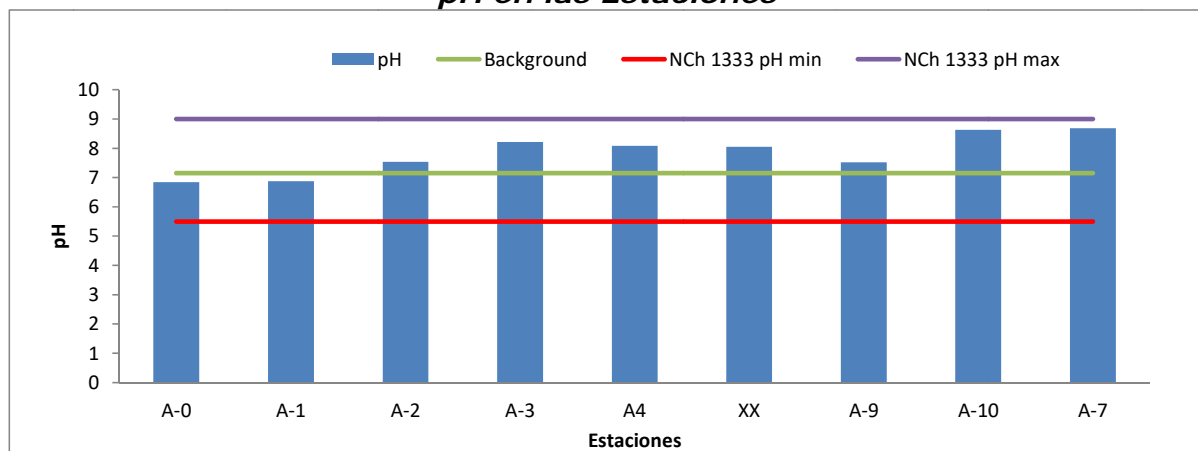
** Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática

- **pH**

En la Tabla N° 19 y Gráfico N° 1, se indica el resultado de pH medidos *in situ*, en las distintas estaciones. Se aprecia un rango de variación entre 8,68, máximo registrado en la estación A-7 y 6,84, valor mínimo reportado en la estación A-0.

El Background reportó un registro de 7,15. Los puntos de muestreo A-3, A-4, XX, A-10 y A-7 registran valores cercanos a 8,0, es decir, levemente alcalinos. Por otra parte la NCh1333:1978 Mod.1987 "Requisitos de agua para riego" estipula un rango de pH entre 5,5 y 9,0. Al respecto, todos los registros se encuentran en este intervalo.

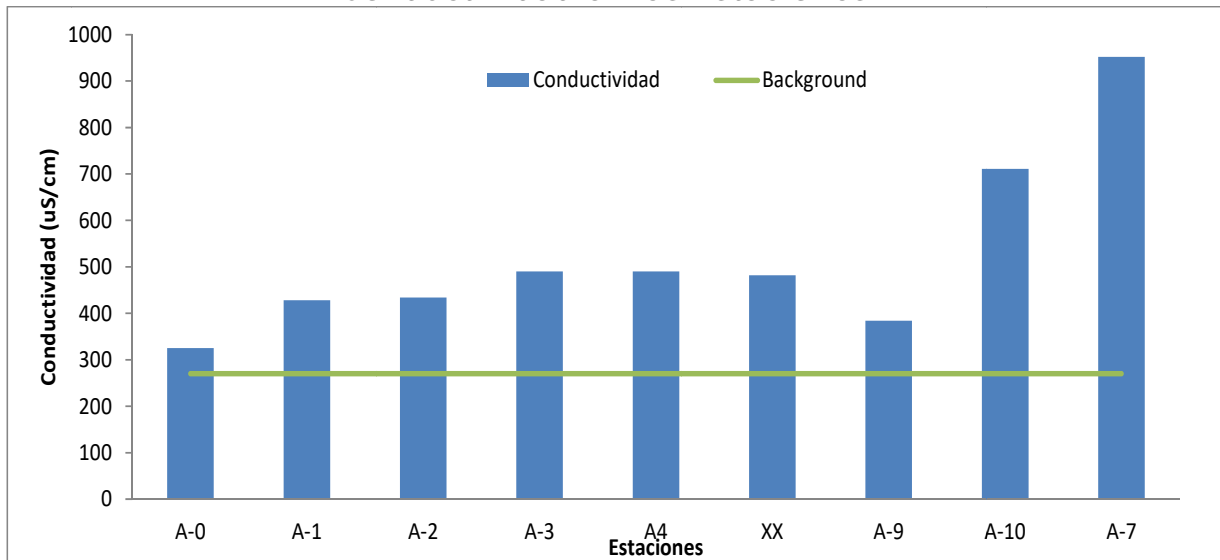
Gráfico N° 1
pH en las Estaciones



- **CONDUCTIVIDAD**

En la Tabla N° 19 y Gráfico N° 2, se indica el resultado de la conductividad medida *in situ*. Se aprecia un rango de variación entre un máximo de 952 $\mu\text{S}/\text{cm}$ registrado en la estación A-7 y un registro mínimo de 325 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en la estación A-0. El promedio general es de 521,8 $\mu\text{S}/\text{cm} \pm 193,3$. El Background registró un valor de 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Al respecto todas las estaciones de la zona de estudio, se encuentran sobre el valor del Background.

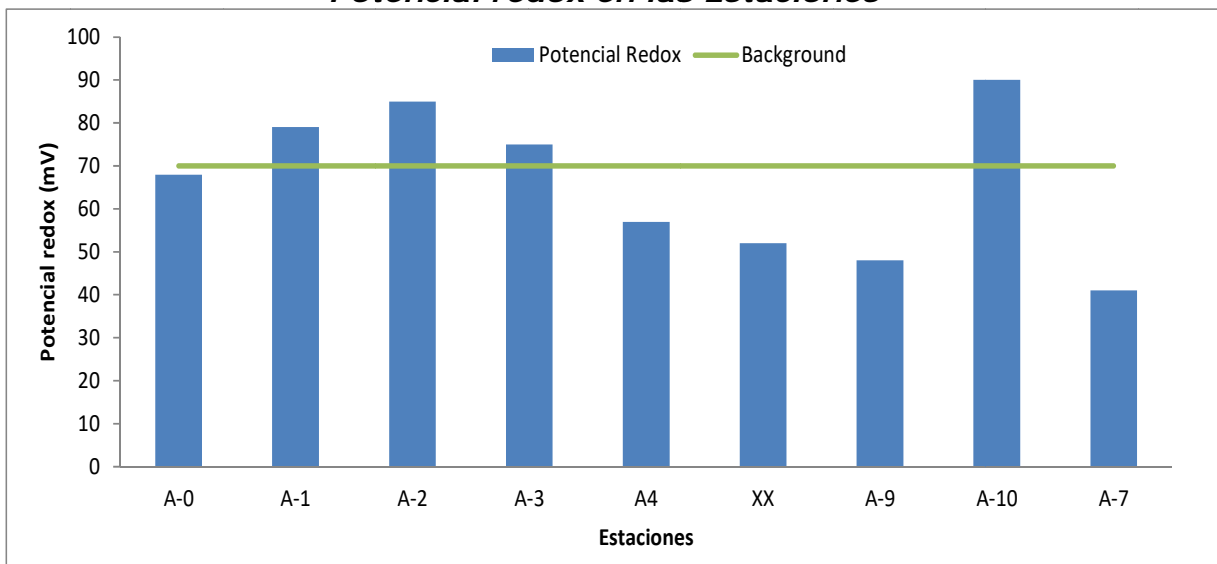
Gráfico N° 2
Conductividad en las Estaciones



• **POTENCIAL REDOX**

En la Tabla N° 19 y Gráfico N° 3, se indica el resultado del potencial redox medido *in situ*. Se aprecia un rango de variación entre 90 mV máximo registrado en la estación A10 y 41 mV, registro mínimo en la estación A7. El promedio general es de 66,1 mV ± 17,38. El Background reportó un registro de 70 mV. Al respecto 5 puntos de muestreo reportaron valores bajo el Background; A-0, A-4, XX, A-9 y A-7. No se reportaron valores negativos.

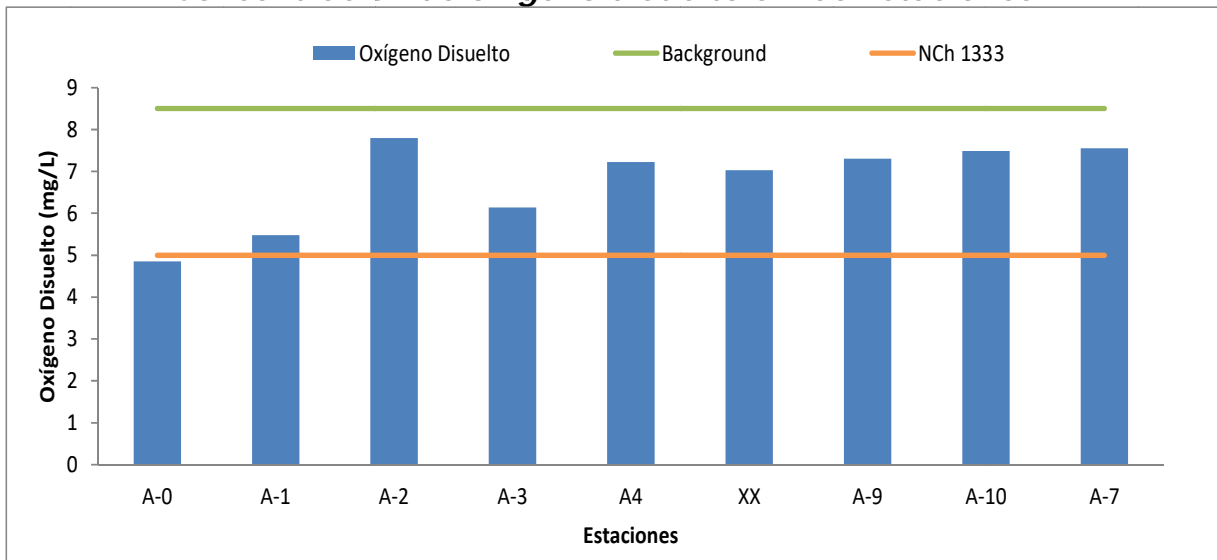
Gráfico N° 3
Potencial redox en las Estaciones



• **OXÍGENO DISUELTTO**

En la Tabla N° 19 y Gráfico N° 4 se indica el resultado del oxígeno disuelto medido *in situ*. Se aprecia un rango de variación entre 7,8 mg/L máximo registrado en A-2 y 4,85 mg/L, registro mínimo en la estación A-0. El promedio general es de 6,8 mg/L \pm 1,03. El Background reportó un valor de 8,5 mg/L. Al respecto se observa que todos los puntos de muestreo se encuentran bajo este valor. Por otra parte la NCh1333:1978 Mod.1987, "Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática" señala un valor mínimo de 5 mg/L. En este sentido, sólo el punto A-0 presentó una concentración levemente inferior (4,85 mg/L), el resto de los puntos presentó valores sobre la norma de referencia.

Gráfico N° 4
Concentración de oxígeno disuelto en las Estaciones



10.2 Parámetros Medidos en Laboratorio

En la Tabla N° 20, se muestran los resultados obtenidos en las mediciones laboratorio. Se tomó como referencia las concentraciones obtenidas en el sector Background y NCh1333:1978 Mod.1987.

A continuación se muestran en forma gráfica los parámetros que presentaron concentraciones en los puntos de muestreo. Los parámetros; cadmio, cadmio disuelto, cianuro, cobre, cobre disuelto, cromo, cromo disuelto, plomo, plomo disuelto, zinc y zinc disuelto reportaron resultados bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio, por lo tanto, no fueron graficados.

Tabla N° 20
Resultados Análisis Laboratorio Aguas Superficiales

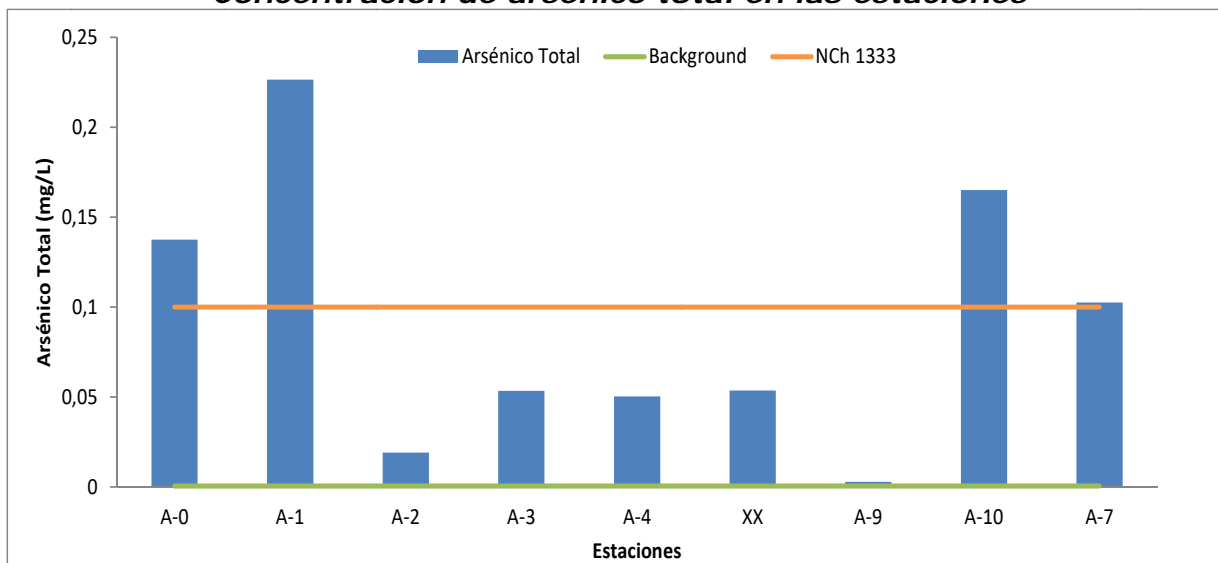
Parámetro	Unidad	Limite de detección	Puntos de Muestreo									Background	Norma NCh 1333*
			A0	A1	A2	A3	A4	XX (Duplicado A4)	A9	A10	A7		
Arsénico Total	mg/L	0,00007	0,13745	0,22645	0,01910	0,05340	0,05030	0,05360	0,00288	0,16500	0,10245	0,00055	0,10
As +3	mg/L	0,002	<LD	0,002	0,004	0,004	0,004	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-
As +5	mg/L	0,004	0,136	0,225	0,016	0,050	0,046	0,052	<LD	0,164	0,102	<LD	-
Arsénico disuelto	mg/L	0,0004	0,1118	0,2007	0,0126	0,0462	0,0440	0,0501	0,0010	0,1550	0,0903	0,0007	-
Cadmio	mg/L	0,003	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,010
Cadmio disuelto	mg/L	0,003	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-
Cianuro	mg/L	0,001	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,20
Cobre	mg/L	0,020	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,20
Cobre disuelto	mg/L	0,020	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-
Cromo	mg/L	0,010	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,10
Cromo disuelto	mg/L	0,010	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-
Plomo	mg/L	0,020	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	5,00
Plomo disuelto	mg/L	0,020	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-
Zinc	mg/L	0,012	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,00
Zinc disuelto	mg/L	0,012	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-

**Requisitos del agua para riego*

• **ARSÉNICO TOTAL**

El arsénico total, presentó una fluctuación entre un valor 0,00288 mg/L en A-9 hasta un máximo de 0,22645 mg/L en A-1. El valor promedio es de 0,09007 mg/L \pm 0,074. El Gráfico N° 5, muestra la concentración de arsénico total en las distintas estaciones. El Background reportó un valor de 0,00055 mg/L, concentración por debajo de las demás estaciones. Por otra parte la NCh1333:1978 Mod.1987 establece un Límite Máximo de 0,10 mg/L (concentración máxima en agua para riego), destacando los puntos A-0, A-1, A-10 y A-7 por sobrepasar la norma en consulta.

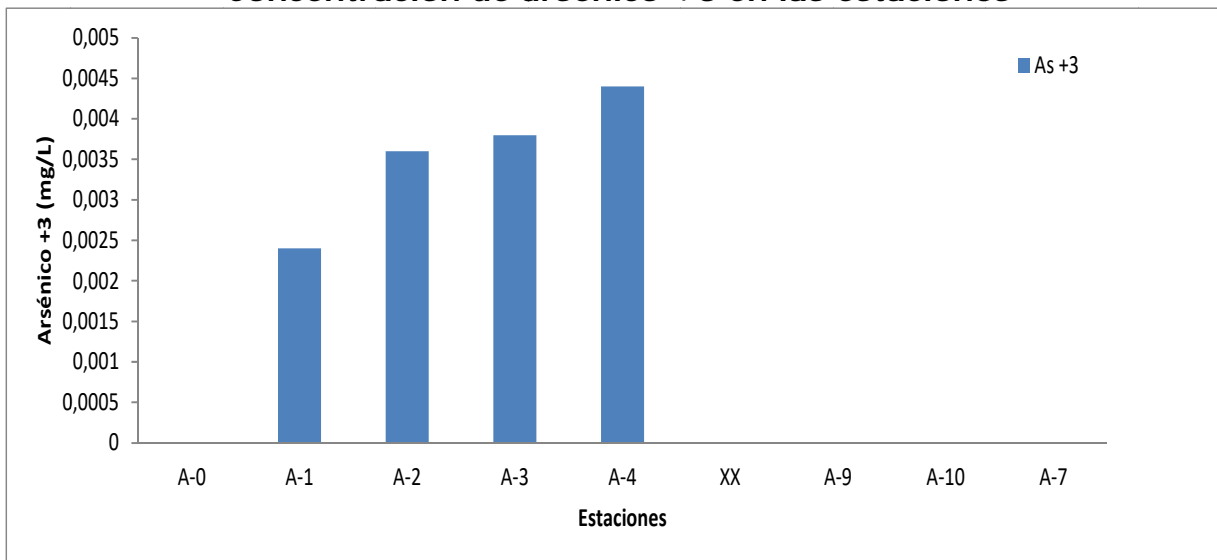
Gráfico N° 5
Concentración de arsénico total en las estaciones



• **ARSÉNICO +3**

El arsénico +3 presentó una fluctuación entre un valor de <0,002 mg/L (menor al límite de detección del método de análisis del laboratorio) en A-0, XX, A-9, A-10 y A-7. Hasta un máximo de 0,0044 mg/L en A-4. El valor promedio es de 0,00355 mg/L \pm 0,0008. El Gráfico N° 6, muestra la concentración de arsénico +3 en las distintas estaciones. El Background reportó <0,002 mg/L (menor al límite de detección del método de análisis del laboratorio).

Gráfico N° 6
Concentración de arsénico +3 en las estaciones

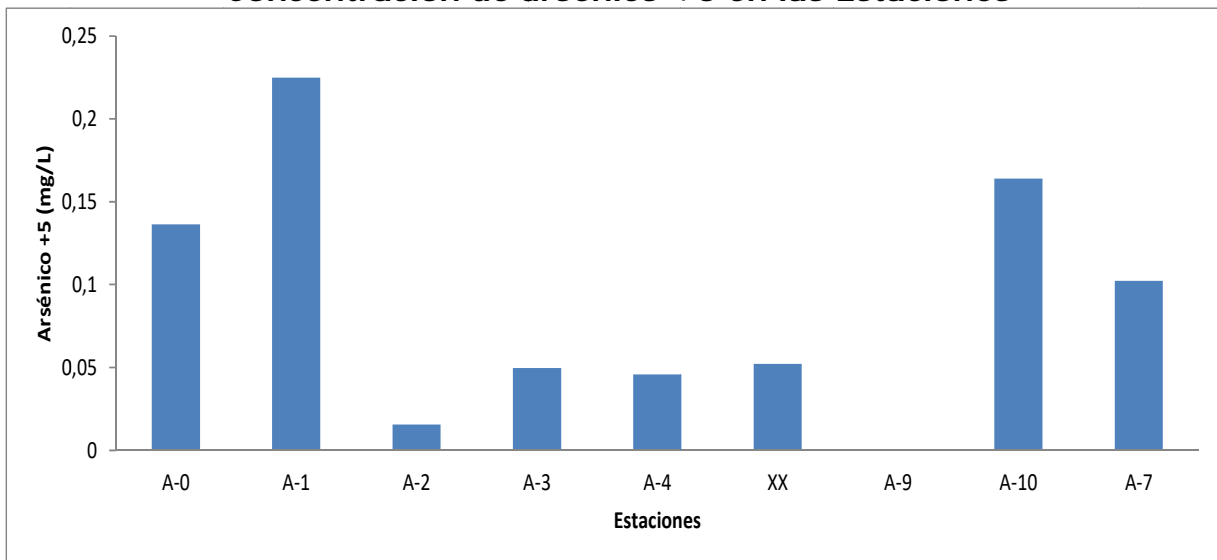


• **ARSÉNICO +5**

El arsénico +5 presentó una fluctuación entre un valor $<0,004$ mg/L (menor al límite de detección del método de análisis del laboratorio) en A-9, hasta un máximo de 0,2248 mg/L en A-1. El valor promedio es de $0,099$ mg/L $\pm 0,07$. El Gráfico N° 7, muestra la concentración de arsénico +5 en las distintas estaciones.

El Background reportó $<0,004$ mg/L, similar al punto A-9.

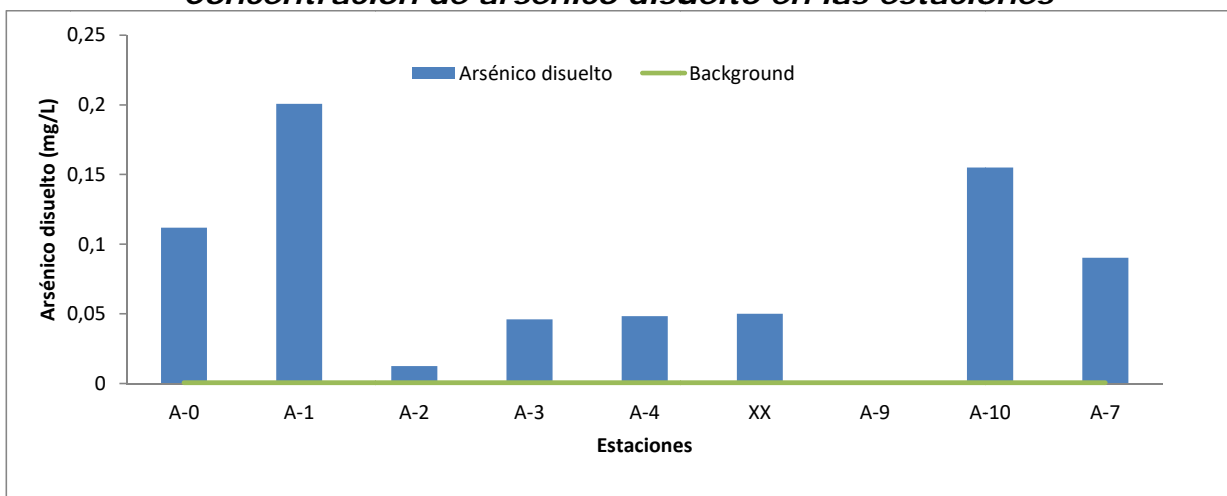
Gráfico N° 7
Concentración de arsénico +5 en las Estaciones



• **ARSÉNICO DISUELTO**

El arsénico disuelto, presentó una fluctuación entre un valor 0,001 mg/L en A-9 hasta un máximo de 0,2007 mg/L en A-1. El valor promedio es de 0,0796 mg/L \pm 0,066. El Gráfico N° 8, muestra la concentración de arsénico disuelto en las distintas estaciones. El Background reportó concentración de 0,0007 mg/L, valor menor al registrado en las distintas estaciones. Este valor es mayor al obtenido para As total debido a que a niveles cercanos al límite de detección la dispersión es muy alta.

Gráfico N° 8
Concentración de arsénico disuelto en las estaciones



10.3 Sedimentos

En la Tabla N° 21, se muestran los resultados obtenidos en las mediciones laboratorio. Para comparar se tomó como referencia las concentraciones obtenidas en el sector Background.

A continuación se muestran en forma gráfica los parámetros que presentaron concentraciones en los distintos puntos de muestreo. Los parámetros: cadmio y cianuro reportaron resultados bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio, por lo tanto no fueron graficados.

Tabla N° 21
Resultados análisis de sedimentos en laboratorio

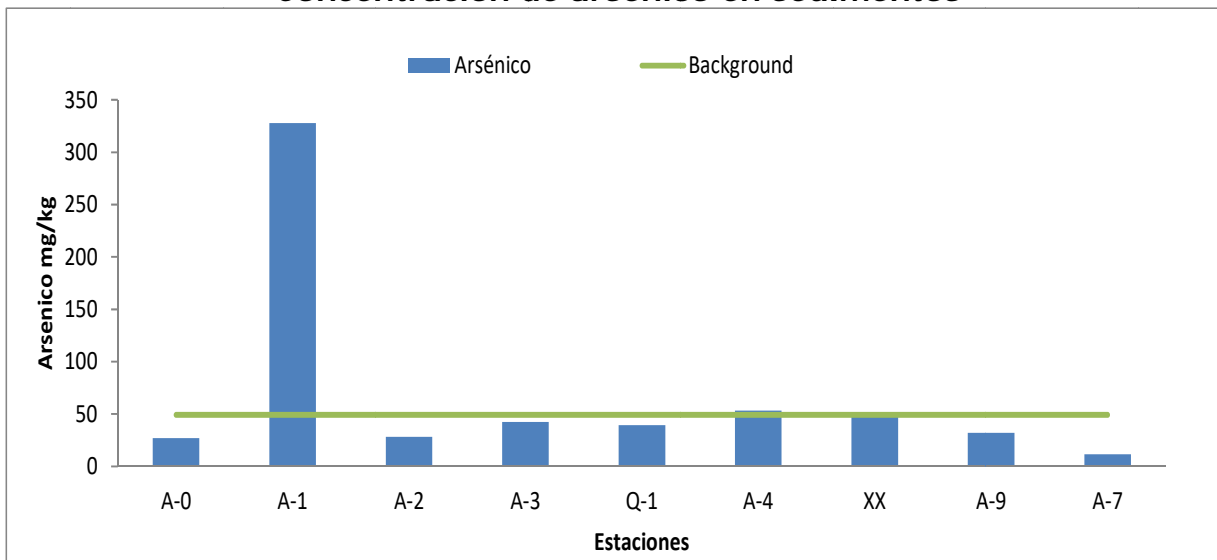
Parámetro	Limite de detección	Punto de Muestreo									Background
		A0	A1	A2	A3	Q1	A4	XX (*)	A9	A7	
		mg/Kg									
Arsénico	0,3	27,0	327,7	28,4	42,5	39,4	53,3	50,0	32,0	11,6	49,3
Cadmio	11,8	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cianuro	1,8	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cobre	5,6	34,0	40,1	33,1	75,8	88,4	99,9	103,3	64,8	22,2	35,9
Cromo	5,5	11,4	15,7	11,0	11,2	19,8	19,5	19,6	13,2	<LD	7,2
Plomo	4,9	<LD	10,7	13,2	7,4	8,6	9,8	9,3	14,0	9,3	21,2
Zinc	11,0	87,6	17,2	72,0	87,5	122,6	103,0	101,7	56,1	34,7	20,3

(*) Duplicado A4

• **ARSÉNICO**

El arsénico en sedimentos, presentó una fluctuación entre un valor mínimo de 11,6 mg/Kg en A-7 hasta un máximo de 327,7 mg/Kg en A-1. El valor promedio es de 68 mg/Kg \pm 98,2. El Gráfico N° 9, muestra la concentración de arsénico en sedimentos en las distintas estaciones. El Background reportó un valor de 49,3 mg/Kg, se observa que sólo la estación A-1, presentó concentración de arsénico sobre el Background.

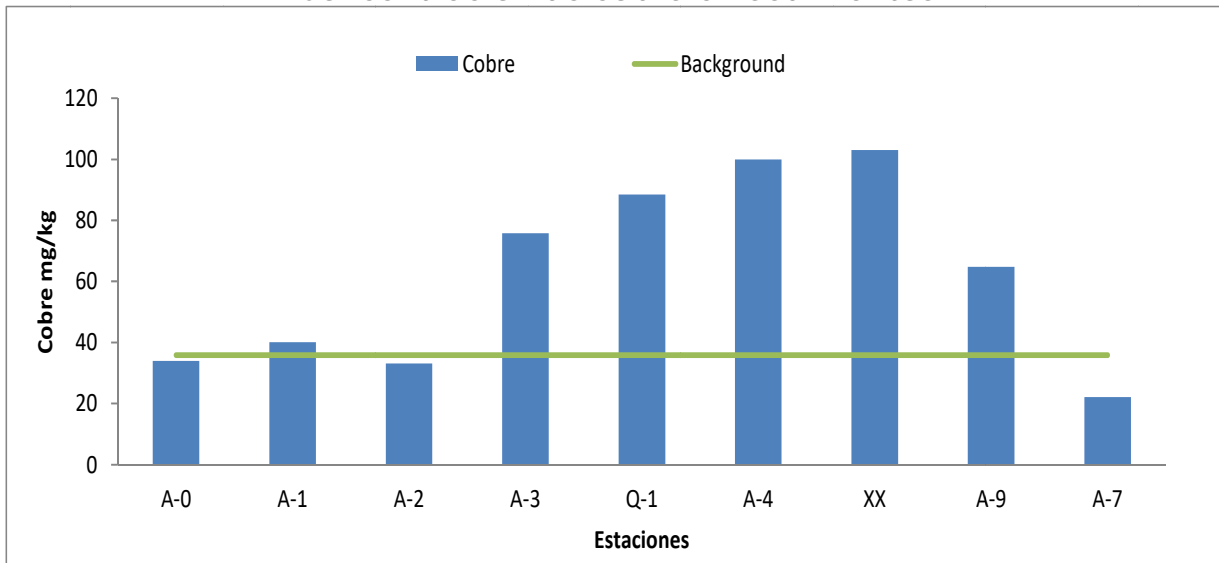
Gráfico N° 9
Concentración de arsénico en sedimentos



- **COBRE**

El cobre, presentó una fluctuación entre un valor 22,2 mg/Kg en A-7 hasta un máximo de 103,3 mg/Kg en XX. El valor promedio es de 62,4 mg/Kg \pm 31,1. El Gráfico N° 10, muestra la concentración de cobre en las distintas estaciones. El Background reportó un valor de 35,9 mg/Kg. Al respecto, las estaciones A-3, Q-1, A-4, XX y A-9, presentaron concentraciones sobre el valor del Background.

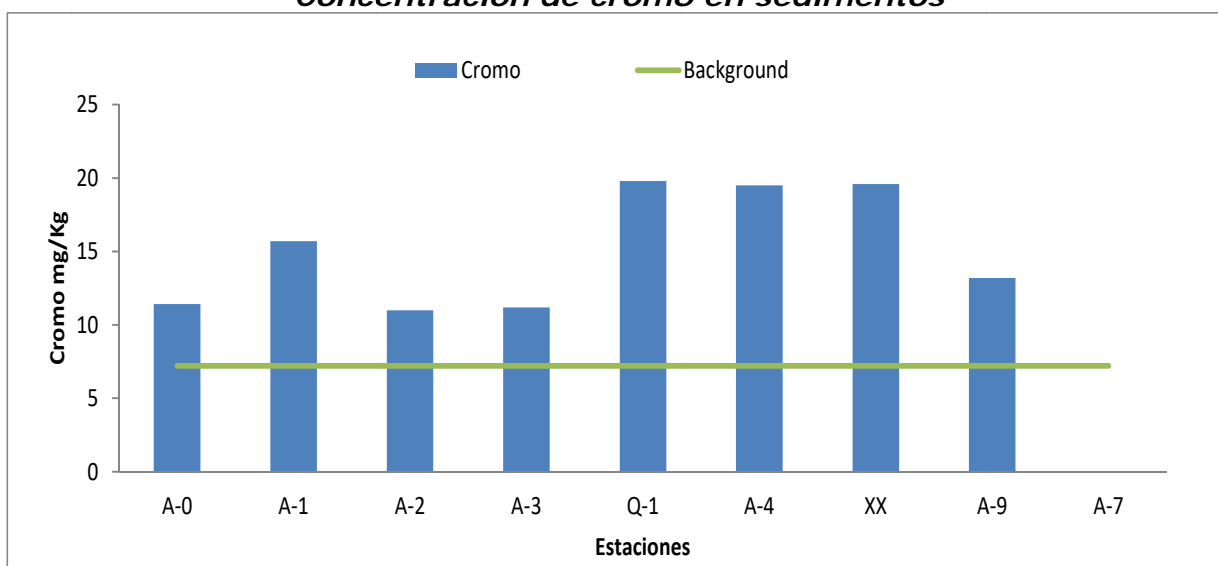
Gráfico N° 10
Concentración de cobre en sedimentos



- **CROMO**

El cromo, presentó fluctuaciones entre un valor mínimo de <5,5 mg/Kg (bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio) en A-7 hasta un máximo de 19,8 mg/Kg en Q-1. El valor promedio es de 15,2 mg/Kg \pm 4,0. El Gráfico N° 11, muestra la concentración de cromo total en las distintas estaciones. Por su parte, el Background reportó un valor de 7,2 mg/Kg, casi todas las estaciones, se encuentran sobre la concentración del Background, sólo la estación A-7 presentó un registro más bajo (<5,5 mg/kg).

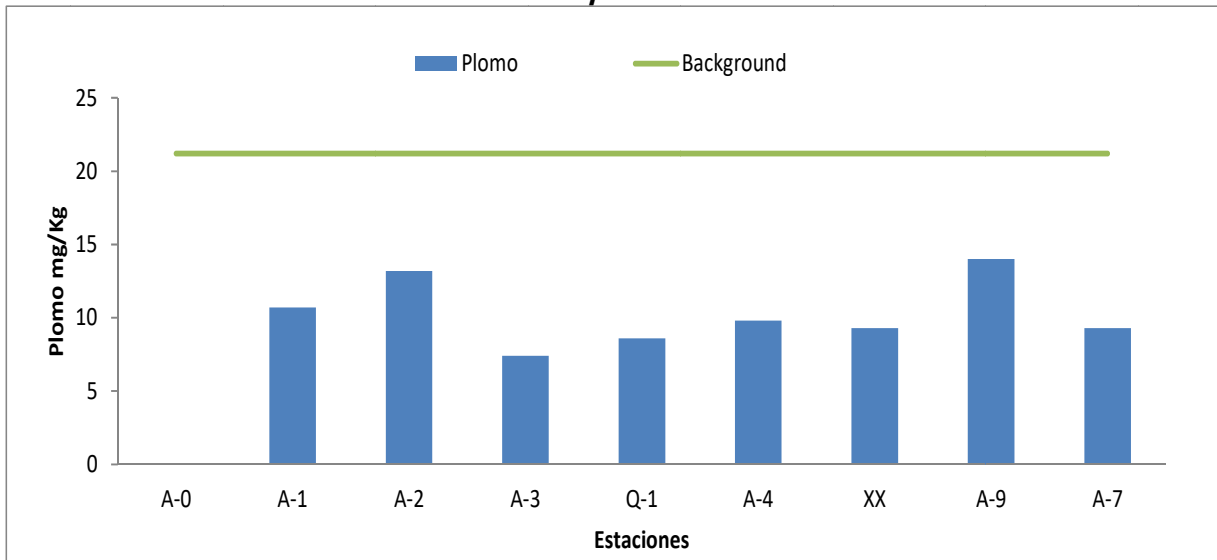
Gráfico N° 11
Concentración de cromo en sedimentos



- **PLOMO**

El plomo, presentó una fluctuación entre un valor $<4,9$ mg/Kg (bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio) en A-0 hasta un máximo de 14,0 mg/Kg en A-9. El valor promedio es de $10,3$ mg/Kg $\pm 2,3$. El Gráfico N° 12, muestra la concentración de plomo en las distintas estaciones. El Background reportó un valor de 21,2 mg/Kg, siendo el valor de concentración más alto reportado en la zona de estudio.

Gráfico N° 12
Concentración de plomo en sedimentos

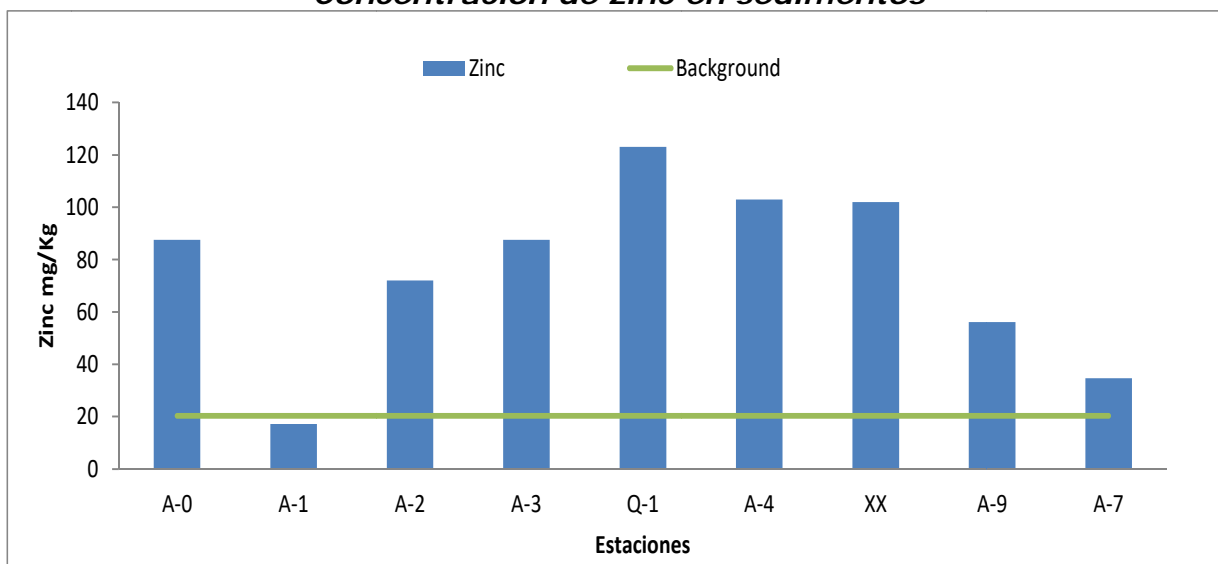


• **ZINC**

El zinc, presentó una fluctuación entre un valor 17,2 mg/Kg en A-1 hasta un máximo de 123,3 mg/Kg en Q-1. El valor promedio es de 75,8 mg/Kg \pm 34,3. El Gráfico N° 13, muestra la concentración de zinc en las distintas estaciones.

El Background reportó un valor de 20,3 mg/Kg, se aprecia que casi todas las estaciones, se encuentran sobre el valor del Background, con excepción de la estación A-1.

Gráfico N° 13
Concentración de zinc en sedimentos



11 CONCLUSION

De acuerdo a los resultados reportados a partir de la campaña de muestreo realizada los días 7 y 8 de febrero de 2017, lo siguiente:

11.1 Parámetros *In situ*

El pH, en los puntos A3, A4, XX, A10, y A7, se consideran levemente alcalinos debido a los valores cercanos 8,0. Para el resto los puntos incluidos el Background los registros fueron cercanos a 7,0, por lo tanto neutros. Todos los valores cumplen con los límites máximos permitidos en la NCh1333:1978 Mod.1987 "Requisitos de agua para riego" (pH entre 5,5 y 9,0).

La conductividad en todos los puntos de muestreo fue mayor a lo reportado en el Background, siendo el punto A-7 el más alto (952 uS/cm).

El Potencial Redox fue positivo en todos los puntos, siendo el punto A-7 el que presenta el valor más bajo (41 mV).

El oxígeno disuelto, presentó valores sobre 5 mg/L en casi todos los puntos. Sólo el punto A-0 presentó una concentración levemente inferior (4,85 mg/L). De acuerdo a NCh1333:1978 Mod.1987, "Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática" señala un valor mínimo de 5 mg/L.

11.2 Parámetros analizados en laboratorio

Sólo los parámetros; arsénico total, arsénico +3, arsénico +5 y arsénico disueltos presentaron concentraciones detectables por los métodos analíticos del Laboratorio. El Background reportó una concentración de arsénico total por debajo de todos los puntos muestreados, el punto A-1 presentó la mayor concentración. El arsénico +3, presentó concentraciones sobre el límite de detección del método del laboratorio sólo en los puntos A-1, A-2, A-3 y A-4. El Background y el punto A-9 registraron resultados bajo el método de análisis del laboratorio para el analito arsénico +5, la concentración más alta fue en A-1. Por último, el arsénico disuelto reportó la mayor concentración en A-1, siendo el Background el punto que reportó la menor concentración.

De acuerdo a los resultados químicos del agua, el punto A-1, presentaría una condición desmejorada ambientalmente respecto a los demás, debido a las altas concentraciones de arsénico total, arsénico +5, y arsénico disuelto.

Los parámetros; cadmio, cadmio disuelto, cianuro, cobre, cobre disuelto, cromo, cromo disuelto, plomo, plomo disuelto, zinc y zinc disuelto reportaron resultados bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio.

11.3 Sedimentos analizados en laboratorio

Las concentraciones cadmio y cianuro, presentaron registros bajo el límite de detección del método de análisis en todas las estaciones.

Las mayores concentraciones de arsénico total, se encontraron en la estación A-1 con un valor de 328 mg/Kg, registro superior al valor reportado en el Background.

El cobre total, presentó mayor concentración en el punto XX, siendo esta última el duplicado de la A-4, registros superiores al valor reportado en el Background.

El parámetro cromo total, presentó los mayores valores en las estaciones Q-1, A-4, XX. Al respecto, casi todos los valores de concentración en los puntos muestreados superaron el registro del punto Background, sólo el punto A-7 presentó un valor menor (bajo el método analítico del Laboratorio).

El plomo total, presentó la concentración más alta en el punto Background.

El zinc total presentó la concentración más alta en el punto Q-1. Casi todos los registros superaron el Background, sólo el punto A-1 presentó menor concentración.

ANEXO I INFORMES DE ENSAYO

Resultados de Ensayos: Agua Superficial

INFORME N°LAB17-0468

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 10:35 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-0**
Código Laboratorio : **A-023/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 11:40 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-1**
Código Laboratorio : **A-024/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 13:15 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-2**
Código Laboratorio : **A-025/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 15:10 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-3**
Código Laboratorio : **A-026/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 15:40 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-4**
Código Laboratorio : **A-027/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 16:15 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **XX**
Código Laboratorio : **A-028/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 08/02/2017 18:05 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **A-7**
Código Laboratorio : **A-029/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 08/02/2017 12:37 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **A-9**
Código Laboratorio : **A-030/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 08/02/2017 14:15 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **A-10**
Código Laboratorio : **A-031/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 08/02/2017 10:40 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **Background**
Código Laboratorio : **A-008/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cadmio Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cinc Disuelto	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cobre Disuelto	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Cromo Disuelto	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017
Plomo Disuelto	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	17/02/2017

Observaciones:

1. El informe no puede ser reproducido total o parcialmente, sin autorización del área.
2. Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, las cuales fueron muestreadas, identificadas y proporcionadas por el cliente.
3. El tipo de preservante utilizado corresponde al indicado por la normativa vigente.
4. Metodología de análisis, según "Standard Methods for the examination of the water and wastewater", edición 22. 2012
5. Análisis dentro del alcance de la Acreditación del laboratorio (Certificado INN LE-1078)



Paula Oyanedel E.
Jefe Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO



Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

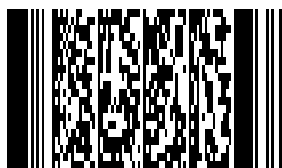
Santiago, 08 de Marzo de 2017

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108505					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	<0,002	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,13745	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,136	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



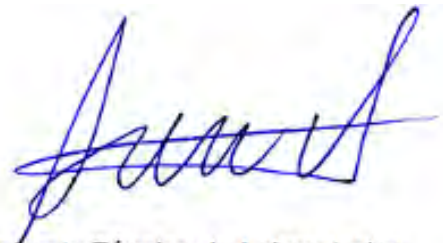
Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115199					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,1118	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108501					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,002	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,22645	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,225	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115196					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,2007	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



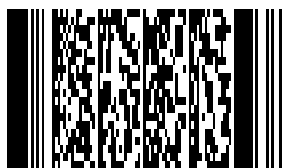
Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108502					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,004	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,01910	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,016	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Asesorias Algoritmos Ltda.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Cruda
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4115191 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMO - A-2
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Responsable Muestreo:** CLIENTE
Fecha Muestreo: 07/02/2017 13:15 **Fecha Recepción:** 09/02/2017 18:03

OBSERVACIONES

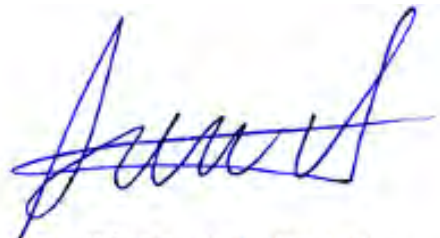
- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115191					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,0126	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente	ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad	
Dirección	Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT	77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra	Agua Cruda
Programa de Control	Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia	Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra:	4108503	Comuna:	Santiago
Descripción:	ALGORITMO - A-3		
Tipo Muestreo:	Muestreo por Cliente		
Fecha Muestreo:	07/02/2017 14:45	Fecha Recepción:	09/02/2017 15:00
		Responsable Muestreo:	CLIENTE

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108503					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,004	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,05340	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,050	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115193					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,0462	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108504					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,004	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,05030	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,046	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115198					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,0440	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



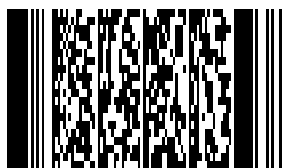
Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108508					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	<0,002	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,05360	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,052	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Asesorias Algoritmos Ltda.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Cruda
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4115200 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMO -XX
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Responsable Muestreo:** CLIENTE
Fecha Muestreo: 07/02/2017 16:15 **Fecha Recepción:** 09/02/2017 18:03

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

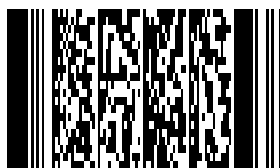
RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115200					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,0501	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108507					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	<0,002	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,10245	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,102	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

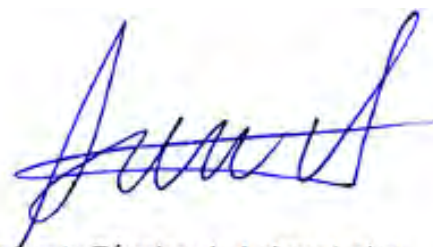
RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115192					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,0903	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

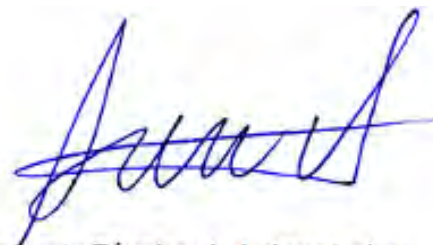
Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108509					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	<0,002	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,00288	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	<0,004	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115195					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,0010	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108510					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	<0,002	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,16500	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 15/02/2017 09:53	0,164	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115197					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,1550	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Cruda
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4108506 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMO - BACKGRAUND
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente
Fecha Muestreo: 07/02/2017 10:40 **Fecha Recepción:** 09/02/2017 15:00
Responsable Muestreo: CLIENTE

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4108506					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico III (As III) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 16/02/2017 12:31	<0,002	mg/L	-	0,002
Arsénico total (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 15/02/2017 09:39 Fin 15/02/2017 17:50	0,00055	mg/L	-	0,00007
Arsénico V (As V) ME-12-2007 mod (*)	Inicio 14/02/2017 11:52 Fin 16/02/2017 12:31	<0,004	mg/L	-	0,004
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 16/02/2017 15:01 Fin 17/02/2017 14:48	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Asesorias Algoritmos Ltda.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Cruda
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4115194 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMO - BACKGROUND
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente
Fecha Muestreo: 08/02/2017 10:40 **Fecha Recepción:** 09/02/2017 18:03 **Responsable Muestreo:** CLIENTE

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4115194					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Arsénico Disuelto (As) EPA 200.8 (1994)	Inicio 10/02/2017 09:00 Fin 10/02/2017 17:27	0,0007	mg/L	-	0,0004

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

Resultados de Ensayos: Sedimentos

INFORME N° LAB17-0469

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 10:35 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-0**
Código Laboratorio : **S-003/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	27,0	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	87,6	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	34,0	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	11,4	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	24,3	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	< 4,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 12:05 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-1**
Código Laboratorio : **S-004/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	327,7	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	17,2	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	40,1	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	15,7	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	37,4	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	10,7	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 13:50 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-2**
Código Laboratorio : **S-005/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	28,4	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	72,0	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	33,1	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	11,0	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	32,6	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	13,2	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 15:22 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-3**
Código Laboratorio : **S-006/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	42,5	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	87,5	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	75,8	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	11,2	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	23,2	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	7,4	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 15:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **Q-1**
Código Laboratorio : **S-007/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	39,4	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	122,6	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	88,4	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	19,8	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	8,0	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	8,6	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 15:45 h
Fecha y Hora de Recepción : 08/02/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-4**
Código Laboratorio : **S-008/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	53,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	103,0	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	99,9	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	19,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	14,0	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	9,8	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 08/02/2017 18:05 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **A-7**
Código Laboratorio : **S-009/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	11,6	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	34,7	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	22,2	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	< 5,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	26,8	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	9,3	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 08/02/2017 13:05 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **A-9**
Código Laboratorio : **S-010/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	32,0	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	56,1	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	64,8	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	13,2	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	20,9	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	14,0	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 08/02/2017 10:40 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **Background**
Código Laboratorio : **S-011/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	49,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	20,3	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	35,9	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	7,2	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	19,3	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	21,2	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Trigo Pampa Arica
Fecha y Hora de Muestreo : 07/02/2017 16:15 h
Fecha y Hora de Recepción : 09/02/2017 10:15 h
Identificación Muestra : **XX**
Código Laboratorio : **S-012/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	50,0	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	24/02/2017
Cadmio	< 11,8	11,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cinc	101,7	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
Cobre	103,3	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017
Cromo	19,6	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	23/02/2017
% Humedad	19,3	---	%	NCh 1515. Of79	13/02/2017
Plomo	9,3	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	22/02/2017

Observaciones:

1. El informe no puede ser reproducido total o parcialmente, sin autorización del área.
2. Los resultados obtenidos son válidos sólo para las muestras analizadas, las cuales fueron muestreadas, identificadas y proporcionadas por el cliente.
3. * : Parametro sin acreditar
4. Cálculos realizados en base seca
5. Análisis dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio (Certificado INN LE-1080)



Paula Oyanedel E.
Jefe Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO



Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 08 de Marzo de 2017

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116050					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	81,1	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116051					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	39,8	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



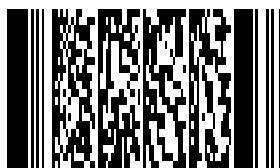
Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116052					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	75,1	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



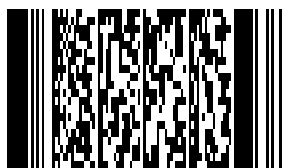
Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116053					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	82,5	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Asesorias Algoritmos Ltda.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Suelos
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4116054 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMOS - A-4
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente
Fecha Muestreo: 07/02/2017 15:45 **Fecha Recepción:** 10/02/2017 16:11 **Responsable Muestreo:** CLIENTE

OBSERVACIONES

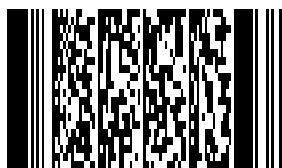
- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116054					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	87,1	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Asesorias Algoritmos Ltda.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Suelos
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4116055 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMOS - Q-1
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente
Fecha Muestreo: 07/02/2017 15:30 **Fecha Recepción:** 10/02/2017 16:11 **Responsable Muestreo:** CLIENTE

OBSERVACIONES

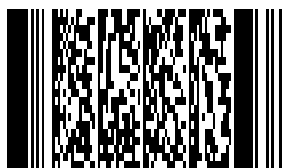
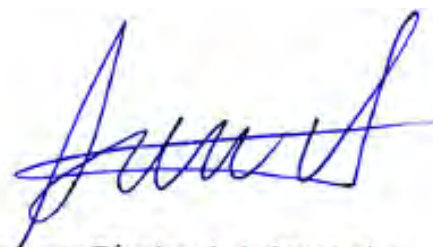
- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116055					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	93,7	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Asesorias Algoritmos Ltda.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Suelos
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4116056 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMOS - BACKGROUND
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Responsable Muestreo:** CLIENTE
Fecha Muestreo: 08/02/2017 10:40 **Fecha Recepción:** 10/02/2017 16:11

OBSERVACIONES

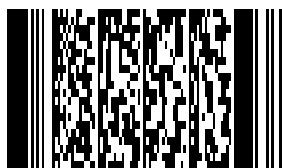
- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116056					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	83,9	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116057					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	79,9	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



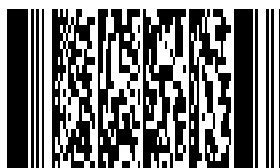
Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116058					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 13/02/2017 14:25 Fin 15/02/2017 10:27	79,5	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente Asesorias Algoritmos Ltda.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Sedimento
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4116061 **Comuna:** Santiago
Descripción: ALGORITMO -XX
Tipo Muestreo: Muestreo por Cliente **Responsable Muestreo:** CLIENTE
Fecha Muestreo: 07/02/2017 16:30 **Fecha Recepción:** 14/02/2017 11:30

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4116061					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) EPA 9010C (2004) (*)	Inicio 16/02/2017 10:50 Fin 20/02/2017 13:11	<1,80	mg/kg	-	1,8
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 14/02/2017 17:10 Fin 15/02/2017 11:00	88,7	%	-	-

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.



Gerente Técnico de Laboratorios
Arturo Givovich H.
Código IA SMA 8.774.704-2

ANEXO II CADENAS DE CUSTODIA

Algoritmos		ANTECEDENTES MUESTREO DE SUELOS Y SEDIMENTOS CADENA DE CUSTODIA						RI-1002	
Cliente:		Altoya Ltda.							
Lugar de Muestreo:		Año - Copaquilla							
Tipo de Muestreo:		Superficial							
Tipo de Muestra:		Suelo		Sedimentos		X			
Muestra Tomada por:		Algoritmos		Cuenta		-			
Responsable:		Vinicio Zúñiga		Responsable		-			
DESCRIPCIÓN DE MUESTREO							EN DESTINO		
N°	Identificación Muestra	Fecha		Coordenadas UTM (WGS84)		Profundidad	VIA DE TRANSPORTE (*)	TIEMPO ESTIMADO DE TRANSPORTE	ENVIADO POR
		Hora	Min	Este	Norte				
1	A-0	07/02/14	10:06	482819,2	796626,9	Superficial	Aérea	12h	V. Zúñiga
2	A-1	07/02/14	12:05	482919,7	7966094,2	Superficial	Aérea	12h	V. Zúñiga
3	A-2	07/02/14	13:50	482600,3	7966131,5	Superficial	Aérea	12h	V. Zúñiga
4	A-3	07/02/14	15:22	483432,4	7965418,7	Superficial	Aérea	12h	V. Zúñiga
5	A-1	07/02/14	16:30	483426,6	7965435,5	Superficial	Aérea	12h	V. Zúñiga
6	A-4	07/02/14	16:45	483465,7	7965320,3	Superficial	Aérea	12h	V. Zúñiga
7	XX	07/02/14	16:30	483465,7	7965320,3	Superf.	Aérea	12h	V. Zúñiga
8	Background	07/02/14	10:40	484562,3	7945143,7	Superf.	Aérea	12h	V. Zúñiga
9	A-9	07/02/14	12:07	482477,9	7941702,5	Superf.	Aérea	12h	V. Zúñiga
10	A-8	08/02/14	18:05	410725,4	7904704,6	Superf.	Aérea	12h	V. Zúñiga
(*) Via de transporte: Terrestre, Aéreo									
CADENA DE CUSTODIA							OBSERVACIONES		
N°	Identificación Muestra	Recepción Laboratorio		Recibido Por	Análisis a ensayar	Disposición Final			
		Fecha	Hora						
1	A-0	08/02/14	10h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
2	A-1	08/02/14	10h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
3	A-2	08/02/14	10h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
4	A-3	08/02/14	10h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
5	A-1	08/02/14	10h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
6	A-4	08/02/14	10h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
7	XX	08/02/14	10h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
8	Background	07/02/14	10:15h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
9	A-9	07/02/14	10:15h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				
10	A-8	07/02/14	10:15h	F. Cuervo	Cd, Pb, Zn, Co, Cu, As				

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

Algoritmos		ANTECEDENTES MONITOREO DE AGUAS				R1-1001															
Cliente: <u>Altoya S.A.</u> Lugar de muestreo: <u>Arica</u> Localidad: <u>Copaquilla</u> Fecha de muestreo: <u>07/02/17</u>		Coordenadas Geográficas (UTM) Este: <u>432819,2</u> Norte: <u>7966286,9</u>																			
Tipo de Agua: <input type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Servida <input type="checkbox"/> De Mar <input type="checkbox"/> Otra Tipo de muestreo: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático Tipo de Muestra: <input checked="" type="checkbox"/> Puntual <input type="checkbox"/> Compuesta Parámetros Terreno: <input checked="" type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Conductividad <input checked="" type="checkbox"/> O ₂ Disuelto <input type="checkbox"/> Cloro residual <input type="checkbox"/> Salinidad <u>REDOX</u> Muestreado por: <input checked="" type="checkbox"/> Algoritmos <input type="checkbox"/> Cliente																					
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS																					
pH metro		Conductividad		Medidor de Cloro		Oxígeno Disuelto															
Cód Identificación: <u>HI 9142</u>	Cód Identificación: <u>HI 1001</u>	Cód Identificación: <u>7</u>	Cód Identificación: <u>HI 2648</u>	Cód Identificación: <u>REDOX HI 9142</u>		Cód Identificación: <u>REDOX HI 9142</u>															
pH 4: <u>7,01</u> Lote: <u>9665</u>	Conductividad: <u>1413</u>	Std 0 mg/l: <u>7</u>	concentración: <u>100%</u>	pH 4: <u>7</u>	Lote: <u>24024</u>																
pH 7: <u>7,01</u> Lote: <u>9483</u>	T(°C): <u>25</u>	Std 1 mg/l: <u>7</u>	n° lote: <u>NA</u>	pH 7: <u>7</u>	Lote: <u>0953</u>																
pH 10: <u>10,01</u> Lote: <u>9263</u>	N° lote: <u>9944</u>	n° lote: <u>7</u>	<u>cancel</u> <u>07</u>	pH 10: <u>7</u>	Lote: <u>7</u>																
MUESTRAS Y ENVASES																					
N°	Identificación Muestra	RECOLECCIÓN		PRESERVANTE (Cantidad de frascos)								MEDICIONES IN SITU (Valores)									
		Fecha	Hora	Vidrio s/p	Plástico s/p	HCl	Ácido H ₂ SO ₄	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	Vidrio H ₂ SO ₄	HNO ₃	HNO ₃	MB c/T	MB s/T	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	Cloro libre (mg/l)	Nivel Fresco	Redox Otro
1	A-0	07/02/17	11:35	-	-	1	-	-	-	1	3	-	-	6,84	15,7	325	4,85	-	-	-	68
MUESTRA COMPUESTA: Fecha: / / Hora: / / T(°C): / / pH: / / Primera muestra puntual: / / / / / / Última muestra puntual: / / / / / / Formación compuesta: / / / / / / Lugar formación compuesta: <input type="checkbox"/> Laboratorio <input type="checkbox"/> Terreno				Responsable: <u>Vincent Quintero H.</u> Entrega muestras: <u>Claudio Santibañez V.</u>				Firma: <u>[Firma]</u>													
TRANSPORTE MUESTRA				OBSERVACIONES																	
Fecha y hora partida: <u>07/02/17</u> ; <u>21:0h</u> Fecha y hora llegada: <u>07/02/17</u> ; <u>10:0h</u> Medio de transporte: <u>Luz Cargo</u> Método de refrigeración: <u>Hielo</u> Testigo: <input checked="" type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio				<u>Envió muestras Arica - Santiago de los Caballeros</u> <u>Retiro muestras desde Luz Cargo S/A y entrega en laboratorio</u>																	
CONTROL CADENA DE FRÍO/RECEPCIÓN MUESTRA				Firma Responsable Planta				Notas:													
Temp sistema terreno: <u>20°C (Cable 1) ; 9,8°C (Cable 2)</u> Temp sistema recepción: <u>6,5°C (Cable 1) ; 6,1°C (Cable 2)</u>				<u>[Firma]</u>				c/T: Con tiosulfato de Sodio H ₂ SO ₄ : Ácido Sulfúrico s/T: Sintiosulfato de Sodio MB: Microbiológico S/P: Sinpreservante NaOH: Hidróxido de Sodio HNO ₃ : Ácido Nítrico HCl: Ácido clorhídrico													

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

Algoritmos		ANTECEDENTES MONITOREO DE AGUAS				R1-1001															
Cliente: <u>Altoya S/A</u> Lugar de muestreo: <u>Arica</u> Localidad: <u>Copaquilla</u> Fecha de muestreo: <u>07/02/17</u>		Coordenadas Geográficas (UTM) Este: <u>432919 Y</u> Norte: <u>7966094 Z</u>																			
Tipo de Agua: <input type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Servida <input type="checkbox"/> De Mar <input type="checkbox"/> Otra: Tipo de muestreo: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático Tipo de Muestra: <input checked="" type="checkbox"/> Puntual <input type="checkbox"/> Compuesta Parámetros Terrenos: <input checked="" type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Conductividad <input checked="" type="checkbox"/> O ₂ Disuelto <input type="checkbox"/> Cloro residual <input type="checkbox"/> Salinidad <u>REDOX</u> Muestreado por: <input checked="" type="checkbox"/> Algoritmos <input type="checkbox"/> Cliente																					
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS																					
pH metro		Conductividad		Medidor de Cloro		Oxígeno Disuelto															
Cód Identificación:	<u>HI 7007</u>	Cód Identificación:	<u>HI 7031</u>	Cód Identificación:	<u>HI 334020</u>	Cód Identificación:	<u>REDOX HI 991003</u>														
pH 4	<u>4.01</u>	Lote:	<u>9663</u>	Conductividad:	<u>1413</u>	Std 0 mg/l	<u>7</u>														
pH 7	<u>7.01</u>	Lote:	<u>9485</u>	T(°C):	<u>25</u>	Std 1 mg/l	<u>7</u>														
pH 10	<u>10.01</u>	Lote:	<u>9263</u>	Nº lote:	<u>9994</u>	nº lote:	<u>0%</u>														
concentración:		nº lote:		concentración:		nº lote:															
				<u>100%</u>		<u>0%</u>															
pH 6		pH 7		pH 8		pH 10															
<u>7</u>		<u>7</u>		<u>7</u>		<u>7</u>															
Lote:		Lote:		Lote:		Lote:															
		<u>0076: 240204</u>				<u>0953</u>															
MUESTRAS Y ENVASES																					
Nº	Identificación Muestra	RECOLECCIÓN		PRESERVANTE (Cantidad de frascos)						MEDICIONES IN SITU (Valores)											
		Fecha	Hora	Vidrio s/p	plástico s/p	HCl	plástico H ₂ SO ₄	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	HNO ₃	MB c/T	MB s/T	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	Cloro libre (mg/l)	Nivel Frío	Redox Otro
<u>1</u>	<u>A-1</u>	<u>07/02/17</u>	<u>11:40</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>6.80</u>	<u>17.3</u>	<u>428</u>	<u>5.48</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>Redox</u>	<u>21.4</u>
MUESTRA COMPUESTA		Fecha	Hora	T(°C)	pH	Responsable						Firma									
Primera muestra puntual:		<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>Vincent Quiroga M.</u>						<u>OH 79</u>									
Última muestra puntual:						<u>Claudio Souto</u>						<u>[Firma]</u>									
Formación compuesta:																					
Lugar Formación compuesta:		<input type="checkbox"/> Laboratorio <input type="checkbox"/> Terreno																			
TRANSPORTE MUESTRA		Observaciones:																			
Fecha y Hora partida:		<u>07/02/17 ; 21:04</u>						<u>Envío muestras Arica - Santiago vía Lau-Cajpo</u>													
Fecha y Hora llegada:		<u>08/02/17 ; 10:04</u>						<u>Recepción muestras desde Lau-Cajpo S/A y entrega en Laboratorio</u>													
Medio de transporte:		<u>Lau-Cajpo</u>																			
Método de refrigeración:		<u>Hielo</u>																			
Testigo:		<input checked="" type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio		Firma Responsable Planta						Notas:											
				<u>[Firma]</u>						c/T: Con fosfato de Sodio H ₂ SO ₄ : Ácido Sulfúrico s/T: Sin fosfato de Sodio MB: Microbiológica S/P: Sin preservante NaOH: Hidróxido de Sodio HNO ₃ : Ácido Nítrico HCl: Ácido clorhídrico											
CONTROL CADENA DE FRÍO/RECEPCIÓN MUESTRA		Temp sistema terreno:						Temp sistema recepción:													
		<u>8.0°C (Cable 1) ; 9.8°C (Cable 2)</u>						<u>6.5°C (Cable 1) ; 4.1°C (Cable 2)</u>													

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

Algoritmos		ANTECEDENTES MONITOREO DE AGUAS				R1-1001															
Cliente: <u>Altoya Jtda</u> Lugar de muestreo: <u>Aniba</u> Localidad: <u>Taigo Pampa</u> Fecha de muestreo: <u>07/02/17</u>		Coordenadas Geográficas (UTM) Este: <u>403432,4</u> Norte: <u>7965448,9</u>																			
Tipo de Agua: <input type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Servida <input type="checkbox"/> De Mar <input type="checkbox"/> Otro: Tipo de muestreo: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático Tipo de Muestra: <input checked="" type="checkbox"/> Puntual <input type="checkbox"/> Compuesta Parámetros Terreno: <input checked="" type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Conductividad <input checked="" type="checkbox"/> O ₂ Disuelto <input type="checkbox"/> Cloro residual <input type="checkbox"/> Salinidad <u>REDOX</u> Muestreado por: <input checked="" type="checkbox"/> Algoritmos <input type="checkbox"/> Cliente																					
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS																					
pH metro		Conductividad		Medidor de Cloro		Oxígeno Disuelto															
Cód Identificación:	<u>HI 3007</u>	Cód Identificación:	<u>HI 2034</u>	Cód Identificación:	<u>HI 2640D</u>	Cód Identificación:	<u>REDOX HI 9102</u>														
pH 4	<u>4,01</u> Lote: <u>9663</u>	Conductividad:	<u>1413</u>	Std 0 mg/l	<u>7</u>	concentración:	<u>100%</u>														
pH 7	<u>7,01</u> Lote: <u>9495</u>	T(°C):	<u>25</u>	Std 1 mg/l		n° lote:	<u>N.A.</u>														
pH 10	<u>10,01</u> Lote: <u>9263</u>	N° lote:	<u>9994</u>	n° lote:		pH 10	<u>7</u>														
						Lote: <u>Lot: 0953</u>															
MUESTRAS Y ENVASES																					
N°	Identificación Muestra	RECOLECCIÓN		PRESERVANTE (Cantidad de frascos)						MEDICIONES IN SITU (Valores)											
		Fecha	Hora	Vidrio s/p	Plástico s/p	HCl	Plástico H ₂ SO ₄	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	HNO ₃	MB c/T	MB s/T	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	OO (mg/l)	Cloro libre (mg/l)	Nivel Fríasico	REDOX Otro
<u>1</u>	<u>A-3</u>	<u>07/02/17</u>	<u>15:10</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>8,22</u>	<u>28,3</u>	<u>490</u>	<u>6,14</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>35</u>	<u>REDOX</u>
MUESTRA COMPUESTA: <input type="checkbox"/> Fecha: <u>7</u> Hora: <u>7</u> T(°C): <u>7</u> pH: <u>7</u> Primera muestra puntual: <u>7</u> Última muestra puntual: <u>7</u> Formación compuesta: <u>7</u> Lugar Formación compuesta: <input type="checkbox"/> Laboratorio <input type="checkbox"/> Terreno		Muestreo: <u>Viviana Quiroga H.</u> Entrega muestras: <u>Clorcelio Souto Jovani</u>		Responsable: <u>Viviana Quiroga H.</u> Firma: <u>[Firma]</u>		Observaciones: <u>Expro muestras Aniba-Siño via LAN-CARGO</u> <u>Retiro muestras LAN-CARGO Siño, entrega en laboratorio</u>															
TRANSPORTE MUESTRA Fecha y Hora partida: <u>07/02/17</u> : <u>21:06</u> Fecha y Hora llegada: <u>07/02/17</u> : <u>10:06</u> Medio de transporte: <u>LAN-CARGO</u> Método de refrigeración: <u>HIELO</u> Testigo: <input checked="" type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio		Firma Responsable Planta: <u>[Firma]</u>		Notas: c/T: Con bisulfato de Sodio H ₂ SO ₄ : Ácido Sulfúrico s/T: Sin bisulfato de Sodio MB: Microbiológica S/P: Sin preservante NaOH: Hidróxido de Sodio HNO ₃ : Ácido Nítrico HCl: Ácido clorhídrico																	
CONTROL CADENA DE FRÍO/RECEPCIÓN MUESTRA Temp sistema terreno: <u>3,0°C (caleta 1); 9,8°C (caleta 2)</u> Temp sistema recepción: <u>4,5°C (caleta 1); 6,1°C (caleta 2)</u>																					

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

Algoritmos		ANTECEDENTES MONITOREO DE AGUAS				R1-1001															
Cliente: <u>Altoya Ltda</u> Lugar de muestreo: <u>Arica</u> Localidad: <u>Tingo Pampa</u> Fecha de muestreo: <u>08/02/17</u>				Coordenadas Geográficas (UTM) Este: <u>433465,8</u> Norte: <u>7965330,8</u>																	
Tipo de Agua: <input type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Servida <input type="checkbox"/> De Mar <input type="checkbox"/> Otra: Tipo de muestreo: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático Tipo de Muestra: <input checked="" type="checkbox"/> Puntual <input type="checkbox"/> Compuesta Parámetros Terreno: <input checked="" type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Conductividad <input checked="" type="checkbox"/> O ₂ Disuelta <input type="checkbox"/> Cloro residual <input type="checkbox"/> Salinidad <u>REDOX</u> Muestreado por: <input checked="" type="checkbox"/> Algoritmos <input type="checkbox"/> Cliente																					
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS																					
pH metro		Conductividad		Medidor de Cloro		Oxígeno Disuelta															
Cód Identificación:	<u>HI-3002</u>	Cód Identificación:	<u>HI 3031</u>	Cód Identificación:	<u>HI-2640M</u>	Cód Identificación:	<u>REDOX HI 991003</u>														
pH 4	<u>4.01</u> Lote: <u>9663</u>	Conductividad:	<u>1413</u>	Std 0 mg/l	concentración:	<u>100%</u>	pH 4 Lote: <u>24024</u>														
pH 7	<u>7.01</u> Lote: <u>9485</u>	T(°C):	<u>25</u>	Std 1 mg/l	n° lote:	<u>N.A.</u>	pH 7 Lote: <u>106: 0953</u>														
pH 10	<u>10.01</u> Lote: <u>9263</u>	N° lote:	<u>9994</u>	n° lote:	<u>concent</u>	<u>0%</u>	pH 10 Lote:														
MUESTRAS Y ENVASES																					
N°	Identificación Muestra	RECOLECCIÓN		PRESERVANTE (Cantidad de frascos)										MEDICIONES IN SITU (Valores)							
		Fecha	Hora	Vidrio s/p	plástico s/p	HCl	plástico H ₂ SO ₄	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	HNO ₃	MB e/T	MB s/T	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	Cloro libre (mg/l)	Nivel Fric-Sico	Redox Otro
<u>1</u>	<u>5-4</u>	<u>08/02/17</u>	<u>15:40</u>	=	=	<u>1</u>	=	=	=	=	<u>1</u>	<u>3</u>	=	=	<u>8,08</u>	<u>28,0</u>	<u>490</u>	<u>3,22</u>	=	=	<u>53</u>
<u>2</u>	<u>2-2</u>	<u>08/02/17</u>	<u>16:15</u>	=	=	<u>1</u>	=	=	=	=	<u>1</u>	<u>3</u>	=	=	<u>8,05</u>	<u>29,2</u>	<u>482</u>	<u>3,08</u>	=	=	<u>52</u>
MUESTRA COMPUESTA		Fecha	Hora	T(°C)	pH	Responsable				Firma											
Primera muestra puntual:		<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>Viviano Quiroz M.</u>				<u>Qui</u>											
Última muestra puntual:		<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>Claudio Senkovic</u>				<u>[Firma]</u>											
Formación compuesta:		<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>[Firma]</u>				<u>[Firma]</u>											
Lugar Formación compuesta:		<input type="checkbox"/> Laboratorio	<input type="checkbox"/> Terreno																		
TRANSPORTE MUESTRA					Observaciones:																
Fecha y Hora partida:		<u>08/02/17 ; 21:0h</u>			<u>Envío de muestras Arica - Santiago vía Low Cargo</u>																
Fecha y Hora llegada:		<u>08/02/17 ; 10:0h</u>			<u>Retiro muestras desde Low-Cargo Sigo y entrega en Laboratorio</u>																
Medio de transporte:		<u>Low Cargo</u>																			
Método de refrigeración:		<u>Hielo</u>																			
Testigo:		<input checked="" type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio			Firma Responsable Planta				Notas:												
CONTROL CADENA DE FRÍO/RECEPCIÓN MUESTRA																					
Temp sistema terreno:		<u>8,0°C (Cach 1) ; 7,8°C (Cach 2)</u>			<u>[Firma]</u>				e/T: Con bisulfato de Sodio				H ₂ SO ₄ : Ácido Sulfúrico								
Temp sistema recepción:		<u>6,5°C (Cach 1) ; 6,1°C (Cach 2)</u>							s/T: Sin bisulfato de Sodio				MB: Microbiológico								
									S/P: Sin preservante				NaOH: Hidróxido de Sodio								
									HNO ₃ : Ácido Nítrico				HCl: Ácido clorhídrico								

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

Algoritmos		ANTECEDENTES MONITOREO DE AGUAS				R1-1001													
Cliente: <u>Altoya S.A.</u> Lugar de muestreo: <u>Arica</u> Localidad: <u>Copaquilla</u> Fecha de muestreo: <u>09/02/17</u>		Coordenadas Geográficas (UTM) Norte: <u>4375623</u> Oeste: <u>5985143</u>																	
Tipo de Agua: <input type="checkbox"/> Pocebo <input type="checkbox"/> Superficial <input checked="" type="checkbox"/> Subterránea <input type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Servida <input type="checkbox"/> De mar <input type="checkbox"/> Otro: Tipo de muestreo: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático Tipo de muestra: <input checked="" type="checkbox"/> Funcional <input type="checkbox"/> Controlada Parámetros a medir: <input checked="" type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Conductividad <input checked="" type="checkbox"/> O ₂ Dissuelto <input type="checkbox"/> Cloro residual <input type="checkbox"/> Sulfuro: <u>2000</u> Medición en pH: <input checked="" type="checkbox"/> A. directo <input type="checkbox"/> Inverso																			
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS																			
pH metro Cód. Identificación: <u>HT-100F</u> pH 4: <u>4.01</u> LECT: <u>48.69</u> pH 7: <u>7.01</u> LECT: <u>70.95</u> pH 10: <u>10.01</u> LECT: <u>92.63</u>		Conductividad Cód. Identificación: <u>HT 7031</u> Conductividad: <u>1413</u> T(°C): <u>22</u> 25°C: <u>9994</u>		Medidor de Cloro Cód. Identificación: <u>7</u> Clor D mg/l Clor S mg/l n° serie:		Oxiómetro Cód. Identificación: <u>HT 21400</u> concentración: <u>100%</u> n° lote: <u>N.A</u> n° serie: <u>07</u>		Redox Continuo Cód. Identificación: <u>REDOX HC 901003</u> pH 4: <u>4.00</u> LECT: <u>40.00</u> pH 7: <u>7.00</u> LECT: <u>70.00</u> pH 10: <u>10.00</u> LECT: <u>100.00</u>											
MUESTRAS Y SERIESES																			
N°	Descripción Muestra	RECOLECCIÓN		PRESERVANTE (Cantidad de Preservante)							MEDICIONES IN SITU (Valores)								
		Fecha	Hora	Válido	Fluor	Mer	Hidróxido	Válido	NaOH	HNO ₃	RE	NO ₂	pH	T (°C)	O ₂	Clor	Cloro	Sulfuro	Otros
1	<u>Donde se recolecta</u>	<u>09/02/17</u>	<u>10:40</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>3.5</u>	<u>11.6</u>	<u>2.0</u>	<u>2.50</u>	<u>0.14</u>	-	<u>30</u>
MUESTRA COMPUESTA: Fecha, Hora, T(°C), pH Primera muestra puntual: Última muestra puntual: Formación compuesta: Lugar Formación compuesta: <input type="checkbox"/> Laboratorio <input type="checkbox"/> Terrestre		Responsable: <u>Vincent Quirque H.</u> Entrega muestra: <u>Clayton Sant-Rodrigo</u>		Observaciones: <u>Forma muestra Arica - Sitio vía Lau-Cam</u> <u>Billón muestreo desde Lau-Cam y entrega en Laboratorio</u>							Formas Conservación Muestra: pH: <u>4/7</u> Con sistema de Sello H ₂ SO ₄ Ácido Sulfúrico <u>6/7</u> Sin Sulfato de Sodio NH ₃ Hidroclórico <u>8/9</u> Sin preservante NaOH Hidróxido de Sodio <u>HNO₃</u> Ácido Nítrico <u>HCl</u> Ácido clorhídrico								
TRANSPORTE MUESTRA: Fecha y hora salida: <u>09/02/17 ; 21:00</u> Fecha y hora llegada: <u>09/02/17 ; 10:15</u> Medio de transporte: <u>Bus - Sanga</u> Método de refrigeración: <u>Hielo</u> Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Frío		CONTROL CADENA DE FIDELIDAD/RECEPCIÓN MUESTRA: Tiempo sistema cerrado: <u>04 y 11:00</u> Tiempo sistema refrigerado: <u>5 y 11:00</u>		Firma Responsable: <u>[Firma]</u>							Fecha: <u>[Firma]</u>								

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

Algoritmos		ANTECEDENTES MONITOREO DE AGUAS				R1-1001															
Cliente: <u>Altoya S.A.</u> Lugar de muestreo: <u>Apica</u> Localidad: <u>Ampuero</u> Fecha de muestreo: <u>08/02/17</u>		Coordenadas Geográficas (UTM) Este: <u>410723,4</u> Norte: <u>7944704,6</u>																			
Tipo de Agua: <input type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Servida <input type="checkbox"/> De Mar <input type="checkbox"/> Otra: Tipo de muestreo: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático Tipo de Muestra: <input checked="" type="checkbox"/> Puntual <input type="checkbox"/> Compuesta Parámetros Terreno: <input checked="" type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Conductividad <input type="checkbox"/> O ₂ Disuelto <input type="checkbox"/> Cloro residual <input type="checkbox"/> Salinidad <u>REDOX</u> Muestreado por: <input type="checkbox"/> Algoritmos <input type="checkbox"/> Cliente																					
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS																					
pH metro		Conductividad		Medidor de Cloro		Oxígeno Disuelto															
Cód Identificación:	<u>HI-7004</u>	Cód Identificación:	<u>HI 7031</u>	Cód Identificación:	<u>HI 764020</u>	Cód Identificación:	<u>REDOX HI 991003</u>														
pH 4	<u>4.01</u>	Conductividad:	<u>1413</u>	Std 0 mg/l	<u>7</u>	concentración:	<u>100%</u>														
pH 7	<u>7.01</u>	T(°C):	<u>25</u>	Std 1 mg/l		n° lote:	<u>NA</u>														
pH 10	<u>10.01</u>	N° lote:	<u>9994</u>	n° lote:	<u>concent.</u>		<u>0%</u>														
	Lote: <u>9663</u>		Lote: <u>9485</u>				Lote: <u>240xV</u>														
	Lote: <u>9263</u>		Lote: <u>9994</u>				Lote: <u>lot.: 0953</u>														
MUESTRAS Y ENVASES																					
N°	Identificación Muestra	RECOLECCIÓN		PRESERVANTE (Cantidad de frascos)						MEDICIONES IN SITU (Valores)											
		Fecha	Hora	Vidrio s/p	Plástico s/p	HCl	Plástico H ₂ SO ₄	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	Vidrio H ₂ SO ₄	NaOH	HNO ₃	HN c/T	HN s/T	pH	T (°C)	CE (µS/cm)	OD (mg/l)	Cloro libre (mg/l)	Nivel Frío/Cloro	Otro
<u>1</u>	<u>A-7</u>	<u>08/02/17</u>	<u>18:05</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>8.68</u>	<u>25.5</u>	<u>752</u>	<u>3.55</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>41</u>
NUESTRA COMPUESTA: Fecha: _____ Hora: _____ T(°C): _____ pH: _____ Primera muestra puntual: _____ Última muestra puntual: _____ Formación compuesta: _____ Lugar Formación compuesta: <input type="checkbox"/> Laboratorio <input type="checkbox"/> Terreno		Responsable: <u>Viviano Quiroz Pl.</u> Entrega muestras: <u>Claudio Souto Ruiz</u>		Firma: <u>[Firma]</u>		Observaciones: <u>Entra muestras Apica - Stn de Lav Carga. Retiro muestras de Lav - Carga Stn y entrega en laboratorio.</u>															
TRANSPORTE MUESTRA Fecha y Hora partida: <u>07/02/17 21:0h</u> Fecha y Hora llegada: <u>08/02/17 10:15h</u> Medio de transporte: <u>Lav - Carga</u> Método de refrigeración: <u>hielo</u> Testigo: <input checked="" type="checkbox"/> Plástico <input type="checkbox"/> Vidrio		Firma Responsable Planta: <u>[Firma]</u>		Notas: c/T: Con fosfato de Sodio H ₂ SO ₄ : Ácido Sulfúrico s/T: Sin fosfato de Sodio MB: Microbiológico S/P: Sin preservante NaOH: Hidróxido de Sodio HNO ₃ : Ácido Nítrico HCl: Ácido clorhídrico																	
CONTROL CADENA DE FRÍO/RECEPCIÓN MUESTRA Temp sistema terreno: <u>8.4°C (Cables 1) ; 10.2°C (Cables 2)</u> Temp sistema recepción: <u>8.6°C (Cables 1) ; 6.2°C (Cables 2)</u>																					

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

Algoritmos		ANTECEDENTES MONITOREO DE AGUAS				R1-1001												
Cliente: <u>Alfonso Pich</u> Lugar de muestreo: <u>Riacho</u> Localidad: <u>Copaquilla</u> Fecha de muestreo: <u>07/02/17</u>		Coordenadas Geográficas (UTM) Norte: <u>4395623</u> Oeste: <u>5925143.3</u>																
Tipo de Agua: <input type="checkbox"/> Potable <input type="checkbox"/> Subterránea <input checked="" type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Residual <input type="checkbox"/> Servida <input type="checkbox"/> De Mar <input type="checkbox"/> Otro																		
Tipo de Muestreo: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Automático																		
Tipo de Muestra: <input checked="" type="checkbox"/> Frecuente <input type="checkbox"/> Ocasional																		
Parámetros a Medir: <input checked="" type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Conductividad <input checked="" type="checkbox"/> O ₂ Disuelto <input type="checkbox"/> Cloro residual <input type="checkbox"/> Sulfuro <input type="checkbox"/> BOD																		
Medida de pH: <input checked="" type="checkbox"/> A Bureta <input type="checkbox"/> Directa																		
VERIFICACIÓN DE EQUIPOS																		
pHmetro		Conductividad		Refractómetro		Refractómetro												
Cód. Identificación:	<u>HT-700F</u>	Cód. Identificación:	<u>HT-701</u>	Cód. Identificación:	<u>HT-702</u>	Cód. Identificación:	<u>HT-703</u>											
pH 4	<u>4.01</u>	Conductividad:	<u>1413</u>	Concentración:	<u>100%</u>	pH 4	<u>4.01</u>											
pH 7	<u>7.01</u>	T(°C):	<u>25</u>	n° lotes:	<u>NA</u>	pH 7	<u>7.01</u>											
pH 10	<u>10.01</u>	n° lotes:	<u>9999</u>	n° lotes:	<u>07</u>	pH 10	<u>10.01</u>											
MUESTRAS Y BURETAS																		
N°	Identificación Muestra	RECOLECCIÓN		PRESERVANTE (Cantidad de muestra)						MEDICIONES IN SITU (Valores)								
		Fecha	Hora	Válvula	Fluoruro	Cloruro	NO ₃	NO ₂	NO ₃	NO ₂	NO ₃	pH	T (°C)	Cl (mg/l)	OD (mg/l)	Cloro libre (mg/l)	Cloro residual (mg/l)	Otros
1	<u>Riacho</u>	<u>07/02/17</u>	<u>10:40</u>	-	-	-	-	-	-	-	<u>7.3</u>	<u>11.5</u>	<u>230</u>	<u>0.5</u>	<u>0.5</u>	<u>0.5</u>	<u>0.5</u>	<u>30</u>
MUESTRA COMPUESTA Fecha: _____ Hora: _____ T(°C): _____ pH: _____ Primera muestra puntual: _____ Última muestra puntual: _____ Formación compuesta: _____		Lugar formación compuesta: <input type="checkbox"/> Laboratorio <input type="checkbox"/> Terminal		RESPONSABLE Muestra: <u>Vincent Quirga H.</u> Entrega muestra: <u>Claudia Larraín U.</u>		FORMA <u>[Signature]</u>												
TRANSPORTE MUESTRA Fecha y hora salida: <u>07/02/17 10:40</u> Fecha y hora llegada: <u>07/02/17 10:45</u> Medio de transporte: <u>Bus - Odepa</u> Método de refrigeración: <u>Hielo</u> Tipo de: <input checked="" type="checkbox"/> Rápido				OBSERVACIONES <u>Forma muestra Agua - Sin olor, color y sabor</u> <u>Sin olor residual. Solo olor de agua y cloro residual.</u>				NOTAS a/T: Con bisulfito de sodio H ₂ O ₂ : Ácido perclórico b/T: Sin bisulfito de sodio H ₂ O: Hidroclórico c/T: Sin preservante NaOH: Hidróxido de sodio HNO ₃ : Ácido nítrico HCl: Ácido clorhídrico										
CORTADA CADENA DE FRÍO/RECEPCIÓN MUESTRA Tiempo sistema terminado: <u>10:45</u> T: <u>10°C</u> Tiempo sistema refrigerado: <u>5:45</u> T: <u>5°C</u>				TIMO RESPONSABLE FLETA <u>[Signature]</u>														

Informe de Resultados N° 01 Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de Suelo y Agua. Localidad de Copaquilla.

ANEXO III

Trazabilidad de temperaturas de transporte de muestras

N°	Código	Lugar	Matriz	Fecha Muestreo	T °C muestra	T °C Transporte			T °C Ingreso Lab		
						Cooler N°1	Cooler N°2	Cooler N°1	Cooler N°2		
1	A0	Vertiente	Agua	07-02	15,1	11,2	9,3	8,0	---	6,5	---
2	A1	Vertiente	Agua	07-02	17,3						
3	A2	Río Seco	Agua	07-02	17,7						
4	A3	Río Seco	Agua	07-02	28,3	---					
5	Q1	Río Seco	sedimento	07-02	--	---			---	---	---
6	A4	Río Seco	Agua	07-02	28,0	---			9,8	---	6,1
7	XX	Río Seco	Agua	07-02	27,2						
8	Background	Río Seco Alto	Agua	08-02	11,6	11,6	10,6	8,4	---	5,6	---
9	A9	Murmuntani	Agua	08-02	17,2						
10	A10	Chapiquiña	Agua	08-02	14,0	---					
11	A7	Río San José	Agua	08-02	25,5	---	---	--	10,2	---	6,2

Fuente: elaborado por Laboratorio Algoritmo

Muestreo y análisis de componentes ambientales de suelo, agua y sedimentos, Proyecto Copaquilla

Preparado por:



Para:



Octubre, 2017

www.algoritmospa.com

Seminario N°180 - Providencia - Santiago. Mesa Central: (56-2) 23616601
Arz. Larrain Gandarillas N°90 - Providencia - Santiago. Mesa Central: (56-2) 23616600

INFORME DE RESULTADOS N° 3
HID082-17

**MUESTREO Y ANALISIS DE COMPONENTES AMBIENTALES
DE SUELO Y AGUA
PROYECTO COPAQUILLA**

Preparado para:



Versión del Documento				4	
<i>Responsable Elaboración</i>		<i>Responsable Revisión</i>		<i>Responsable Aprobación</i>	
Nombre:	Bruno Celis	Nombre:	Macarena Labbe	Nombre:	Ruby Utrera
Cargo:	Ingeniero de proyectos	Cargo:	Jefe de Unidad Aguas y suelos	Cargo:	Gerente de Laboratorio/ Representante Legal
Fecha:	20/12/2017	Fecha:	22/12/2017	Fecha:	22/12/2017
Firma:		Firma:		Firma:	

Octubre, 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Resumen Ejecutivo	i
2	Introducción	1
3	Alcances.....	1
4	Antecedentes Titular	2
5	Antecedentes ETFA.....	2
6	Parámetros Analizados.....	3
7	Metodología.....	4
8	Equipos.....	6
9	Muestreo	8
9.1	Aguas superficiales	8
9.2	Muestreo de sedimentos.....	16
9.3	Muestreo de Suelos	21
10	Control de calidad en muestreo.....	33
10.1	Duplicado de muestras en terreno	33
10.2	Precisión de las mediciones – duplicados en laboratorio	33
10.3	Control de instrumentos de medición en terreno	35
10.4	Control de la contaminación.....	37
10.5	Control temperatura transporte de muestras	37
11	Control de calidad de los análisis	39
11.1	Validación de Métodos de Ensayo	39
11.2	Trazabilidad de las Mediciones.	39
11.3	Incertidumbre de las Mediciones	39
11.4	Rondas Inter-laboratorio o Ensayos de Aptitud.....	40
11.5	Aseguramiento de la calidad de los resultados	40
12	Resultados.....	41
12.1	Mediciones <i>in situ</i> aguas superficiales	41
12.2	Resultados análisis de aguas superficiales	46
12.3	Resultados análisis de sedimentos.....	50
12.4	Resultados análisis de suelos	57
13	Conclusiones.....	68

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1:	Equipo medidor de Redox. Hanna Instruments Modelo HI 991003	6
Fotografía N° 2:	Equipo medidor de pH/Temperatura/CE/O2 disuelto. YSI, modelo Professional Plus	7
Fotografía N° 3:	Envases de laboratorio	9
Fotografía N° 4:	Ejemplos de equipos utilizados en filtración en terreno	10
Fotografía N° 5:	Punto de muestreo A-2	12
Fotografía N° 6:	Punto de muestreo A-3	12
Fotografía N° 7:	Punto de muestreo A-4	13
Fotografía N° 8:	Punto de muestreo A-0	13
Fotografía N° 9:	Punto de muestreo A-1	14
Fotografía N° 10:	Punto de muestreo BACKGROUND	14
Fotografía N° 11:	Punto de muestreo A-9	15
Fotografía N° 12:	Punto de muestreo A-10	15
Fotografía N° 13:	Punto de muestreo A-2	18
Fotografía N° 14:	A-4	18
Fotografía N° 15:	Punto de muestreo BACKGROUND	19
Fotografía N° 16:	Punto de muestreo A-9	20
Fotografía N° 17:	Rotulado de muestra de suelo en terreno	23
Fotografía N° 18:	Grilla toma de muestra suelos. 5 (Q3-1)	25
Fotografía N° 19:	Punto de muestreo 6 (Q3-2)	26
Fotografía N° 20:	Punto de muestreo 7 (Q2-1)	26
Fotografía N° 21:	Punto de muestreo 8 (Q2-2)	26
Fotografía N° 22:	Punto de muestreo 10 (Q1-2)	26
Fotografía N° 23:	Punto de muestreo 9 (Q1-1)	27
Fotografía N° 24:	Punto de muestreo 9a (Q1-3)	27
Fotografía N° 25:	Punto de muestreo 12 (DO-2)	28
Fotografía N° 26:	Punto de muestreo 12a (DO-6)	28
Fotografía N° 27:	Punto de muestreo 13 (DO-3)	28
Fotografía N° 28:	Punto de muestreo 14 (DO-4)	28
Fotografía N° 29:	Punto de muestreo 15 (DO-5)	29
Fotografía N° 30:	Punto de muestreo 16 (Rel1)	29

Fotografía N° 31: Punto de muestreo 17 (Rel2).....	29
Fotografía N° 32: Punto de muestreo 18 (Rel3).....	30
Fotografía N° 33: Punto de muestreo 19 (Rel4).....	30
Fotografía N° 34: Punto de muestreo 1 (Q4-1).....	31
Fotografía N° 35: Punto de muestreo 2 (Q4-2).....	31
Fotografía N° 36: Punto de muestreo 3 (Q4-3).....	31
Fotografía N° 37: Punto de muestreo 4 (Q4-4).....	31
Fotografía N° 38: Punto de muestreo 11 (DO-1)	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Parámetros analizados.....	3
Tabla N° 2: Metodología de muestreo	4
Tabla N° 3: Metodología medición de parámetros <i>in situ</i>	4
Tabla N° 4: Metodología de Análisis en Laboratorio	5
Tabla N° 5: Identificación de los equipos y verificación	6
Tabla N° 6: Especificaciones de medición del equipo.....	7
Tabla N° 7: Preservación de muestras y volumen requerido para análisis	8
Tabla N° 8: Puntos de Muestreo de Agua	11
Tabla N° 9: Puntos de Muestreo de Sedimentos	17
Tabla N° 10: Puntos de Muestreo de Suelos	23
Tabla N° 11: Control duplicados medición de pH.....	34
Tabla N° 12: Control duplicados medición conductividad.....	34
Tabla N° 13: Control duplicados medición oxígeno disuelto	34
Tabla N° 14: Control duplicados medición redox	35
Tabla N° 15: Verificación instrumento de medición de pH	36
Tabla N° 16: Verificación instrumento de medición de conductividad.....	36
Tabla N° 17: Verificación instrumento de medición de oxígeno disuelto	36
Tabla N° 18: Temperatura de transporte de muestras e ingreso al laboratorio (cooler 1 y 2)	38
Tabla N° 19: Resultados de mediciones <i>in situ</i> de aguas superficiales.....	41
Tabla N° 20: Resultados Análisis Laboratorio Aguas Superficiales	46
Tabla N° 21: Resultados del Análisis de Sedimentos en Laboratorio	50
Tabla N° 22: Resultados Análisis Laboratorio de Suelos	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Mediciones de pH en aguas superficiales	42
Gráfico N° 2: Mediciones de CE en aguas superficiales	43
Gráfico N° 3: Mediciones de ORP en aguas superficiales	44
Gráfico N° 4: Mediciones de oxígeno disuelto en aguas superficiales	45
Gráfico N° 5: Concentración de arsénico total en las estaciones.....	47
Gráfico N° 6: Concentración de arsénico disuelto en las estaciones	48
Gráfico N° 7: Concentración de arsénico disuelto en las estaciones	49
Gráfico N° 8: Concentración de arsénico en sedimentos	51
Gráfico N° 9: Concentración de cadmio en sedimentos	52
Gráfico N° 10: Concentración de cinc en sedimentos	53
Gráfico N° 11: Concentración de cobre en sedimentos.....	54
Gráfico N° 12: Concentración de cromo en sedimentos.....	55
Gráfico N° 13: Concentración de plomo en sedimentos.....	56
Gráfico N° 14: Concentración de arsénico en suelos	60
Gráfico N° 15: Concentración de cinc en suelos	61
Gráfico N° 16: Concentración de cobre en suelos.....	62
Gráfico N° 17: Concentración de cromo en suelos	63
Gráfico N° 18: Concentración de plomo en suelos	64
Gráfico N° 19: Concentración de cianuro en suelos	65
Gráfico N° 20: Concentración de Cadmio en suelos	66
Gráfico N° 21: Concentración de pH en suelos.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I	Verificación de equipos
Anexo II	Cadenas de custodia
Anexo III	Informes de ensayo

1 Resumen Ejecutivo

La empresa Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA (en adelante Algoritmos) ejecutó el servicio de seguimiento de la calidad de las componentes agua, sedimentos y suelos en la localidad de Copaquilla, Provincia de Parinacota, entre los días 4 y 6 de octubre de 2017.

Las muestras de aguas se analizaron por los siguientes parámetros: As total, As disuelto, Cd, Cu, Pb, Zn, Cr y CN.

Las muestras de sedimentos y suelos se analizaron por los siguientes parámetros: As, Cd, Cu, Pb, Zn, C, CN y pH.

Algoritmos dispuso de un inspector ambiental en terreno para ejecutar el monitoreo de acuerdo a la normativa vigente y aseguró el correcto desempeño de actividad.

En las muestras de agua, los resultados de los análisis de cadmio, cinc, cobre, cromo, plomo y cianuro presentaron valores bajo el límite de detección del método de análisis (LD) para cada analito. Mientras que los resultados de arsénico total y disuelto presentaron las mayores concentraciones en el punto de muestreo A-1 y las menores concentraciones en los puntos D-2, A-9 y Background (<LD).

En las muestras de sedimentos, los resultados de cianuro estuvieron bajo el límite de detección del método de análisis (LD) en todas las estaciones. Las mayores concentraciones de arsénico estuvieron en el punto A-0, mientras que las mayores concentraciones de cobre y cinc se presentaron en el punto de muestreo A-4. El punto de muestreo A-9 presentó las mayores concentraciones de cromo y plomo. Solo se detectó cadmio en los puntos A-4 y A-3.

Los valores de pH en las muestras de sedimentos fluctuaron entre 5,7 y 8,2 u pH.

En las muestras de suelos, las mayores concentraciones para arsénico, cinc y plomo se registraron en el punto de muestreo 18(Rel3) y para cadmio, cobre y cianuro en el punto 19(Rel4). Los resultados para cadmio estuvieron bajo el LD en todos los puntos de muestreo a excepción del punto 19(Rel4) en el cual estuvo solo levemente superior. Finalmente, las concentraciones de cianuro fluctuaron entre LD y 239 mg/Kg.

Los valores de pH en las muestras de suelo fluctuaron entre 7,9 y 9,6 u pH.

2 Introducción

El presente documento corresponde al Informe de Resultados de la Segunda Campaña de muestreo denominada "*Muestreo y Análisis para las componentes ambientales de agua, sedimento y suelo Localidad de Copaquilla*"

Las actividades en terreno se desarrollaron en la zona de Copaquilla, ubicada en la provincia de Parinacota, coordenadas E 432.202, N 7.963.964 y 19S Datum WGS84 H19S.

3 Alcances

El alcance de este muestreo se enmarca en el estudio de la existencia de residuos mineros generados por la explotación, cierre y abandono de faena minera, localizada en Copaquilla Alta, en el límite de las comunas de Putre y Arica, a 90 km al este de la ciudad de Arica, contiguo a ruta 11Ch. Corresponde a una zona plana ubicada aproximadamente a 3.100 msnm rodeada de quebradas amplias. Hacia el noreste, en pequeños valles ubicados en el fondo de la quebrada del río Seco (a 2.850 msnm, aproximadamente), se ubican las comunidades de Copaquilla y Trigo Pampa (1,9 y 1,7 km, aproximadamente, desde el centro de los residuos mineros). Hacia el noroeste, a orillas de la carretera 11Ch, se ubica el pueblo de Mallku (a 1,6 km, aproximadamente, desde el centro de los residuos mineros), el que está constituido por una casa habitación.

Al este de los residuos, y de norte a sur, corre el río Seco, el que después de unirse con el río Tignamar (al sur de los residuos) se denomina río Livilcar.

El análisis químico de las distintas matrices ambientales (aguas, sedimentos y suelos), son realizados por laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Normalización (INN) por la NCh-ISO 17.025. Para mayor detalle del alcance de los parámetros acreditados ver Tabla N°1.

4 Antecedentes Titular

Nombre proyecto : Muestreo y análisis de componentes ambientales de suelo, agua y sedimentos, Proyecto Copaquilla
Razón social : Estudios Asesorías y Capacitación Altoya Ltda.
Dirección : La Concepción N°65 Oficina 401 - Providencia

5 Antecedentes ETFA

Empresa : Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA
Sucursal : Casa Matriz
Código ETFA : N° 015-01
Dirección : Seminario 180, Providencia, Santiago.
Inspector Ambiental : Rodrigo Constanzo
Código : 10.816.278-3
Alcance : Muestreo y medición de Agua potable/bebida, Aguas crudas, Aguas residuales y Fuentes de captación.

6 Parámetros Analizados

Los parámetros analizados en esta campaña de monitoreo se detallan en la siguiente tabla en la que se indica el laboratorio y la cantidad de muestras.

Tabla N° 1
Parámetros analizados

Matriz	Parámetro a analizar	Laboratorio Análisis	N° Muestras
Agua	<i>In situ</i> : pH - T° - Conductividad Eléctrica - Oxígeno disuelto - Potencial Redox.	Algoritmos	9
	- CN- total	Anam	
	- As - As disuelto - Cd - Cu - Pb - Zn - Cr	Algoritmos	
Sedimento	- As - Cd - Cu - Pb - Zn - Cr	Algoritmos	9
	- CN ⁻ (*) - pH (*)	Hidrolab	
Suelo	- As - Cd - Cu - Pb - Zn - Cr	Algoritmos	23
	- CN ⁻ (*) - pH (*)	Hidrolab	

(*) Los parámetros CN⁻ y pH en sedimentos y suelo no se encuentran acreditados.

7 Metodología

La Tabla N° 2 y Tabla N° 3 resumen las metodologías para la toma de muestra y para las mediciones *in situ* y, adicionalmente, para las condiciones de traslado al laboratorio. En la Tabla N° 4 se muestra la metodología de análisis en laboratorio acreditado.

**Tabla N° 2:
Metodología de muestreo**

Matriz	Metodología
Agua Superficial	I-1002 Instructivo de Muestreo de Agua Superficial. NCh411/1 Of.96 Guía para el diseño de programas de muestreo. NCh411/2 Of.96 Guía sobre técnicas de muestreo. NCh411/3:2014 Guía sobre la preservación y manejo de muestras. NCh-ISO5667/06.2015 Calidad del agua. Muestreo Parte 6: Guía para el Muestreo de ríos y cursos de agua.
Suelos y sedimentos	P-1002 Procedimiento Técnico para Muestreo de Suelo NCh3400/2 Calidad del suelo Muestreo parte 2: Directrices sobre técnicas de muestreo

**Tabla N° 3:
Metodología medición de parámetros *in situ***

Parámetros <i>In Situ</i>	Metodología
Medición pH	Standard Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 4500 H+B
Medición de Temperatura	Standard Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 2550 B
Medición Redox	Standard Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 2580 B
Medición Oxígeno disuelto	Standard Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 4500-O G
Medición conductividad eléctrica	Standard Methods for Examination of water and wastewater 22th Ed. 2012 2510 B

**Tabla N° 4:
Metodología de Análisis en Laboratorio**

Parámetros	Metodología	Límite de detección	Matriz
Arsénico total	EPA 200.8 (1994)	0,003 mg/L	AGUAS
Arsénico disuelto	EPA 200.8 (1994)	0,003 mg/L	
Cadmio total	SM 3111-B 2012	0,003 mg/L	
Cinc total	SM 3111-B 2012	0,012 mg/L	
Cobre total	SM 3111-B 2012	0,020 mg/L	
Cromo total	SM 3111-B 2012	0,010 mg/L	
Plomo total	SM 3111-B 2012	0,020 mg/L	
Cianuro	SM-4500C	0,001 mg/L	
Arsénico	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	0,3 mg/Kg	SEDIMENTOS
Cadmio	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	0,3 mg/Kg	
Cinc	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	11,0 mg/Kg	
Cobre	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	5,6 mg/Kg	
Cromo	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	5,5 mg/Kg	
Plomo	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	4,9 mg/Kg	
Cianuro	EPA 9010C 2004	0,2 mg/Kg	
pH	CNA-MET3.1	0,1 u pH	
Arsénico	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	0,2 mg/Kg	SUELOS
Cadmio	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	0,437 mg/Kg	
Cinc	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	2,43 mg/Kg	
Cobre	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	5,1 mg/Kg	
Cromo	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	3,8 mg/Kg	
Plomo	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	4,9 mg/Kg	
Cianuro	EPA-9013	0,2 mg/Kg	
pH	CNA-MET3.1	0,1 u pH	

8 Equipos

Los equipos utilizados en esta campaña de monitoreo para la medición de parámetros *in situ* se detallan en la Tabla N° 5 e ilustrado en la Fotografía N° 1 y Fotografía N° 2.

Tabla N° 5:
Identificación de los equipos y verificación

Identificación equipo	Parámetro medición	Fecha verificación	Código interno
Hanna Instruments, Modelo HI 991003	Redox	06-10-17	HID-009
YSI Modelo Professional Plus	pH, T, CE, O2	06-10-17	HID-003

Fotografía N° 1:
Equipo medidor de Redox. Hanna Instruments Modelo HI 991003



Fotografía N° 2:
Equipo medidor de pH/Temperatura/CE/O2 disuelto. YSI, modelo Professional Plus



Tabla N° 6:
Especificaciones de medición del equipo

Parámetro	Unidad	Equipo	Especificación del instrumento
pH	-	YSI Professional Plus	Rango: 0 a 14 Resolución: 0,01 Exactitud: ± 0.2
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$		Rango: 0 a 200 mS/cm Resolución: 0,001 mS (0 a 500 mS) 0,01mS (0,501 a 50 mS) 0,1 mS (50 a 200 mS) Exactitud: $\pm 0,001 \text{ mS}/\text{cm}$
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$		Rango: -5°C a 70°C Resolución: $0,1^{\circ}\text{C}$ Exactitud: $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$
Oxígeno disuelto	mg/L		Rango: 0 a 50 mg/L Resolución: $\pm 0,01 \text{ mg}/\text{L}$ Exactitud: $\pm 0,2 \text{ mg}/\text{L}$

Por otra parte, cabe señalar que los equipos e instrumentos utilizados en este muestreo han sido verificados y calibrados según lo establecido en el instructivo interno I-1007, ver el registro R1-1001 en Anexo I.

9 Muestreo

9.1 Aguas superficiales

La toma de las muestras de agua se realizó en forma manual y puntual. Se tomaron directamente en los envases, sumergiéndolos en dirección opuesta al curso de agua. Se tomaron muestras sin filtrar para la cuantificación de analitos totales y muestras filtradas para cuantificación de analitos disueltos.

Los envases fueron entregados por el laboratorio con el preservante necesario para cada análisis, lo que permite estabilizar los constituyentes físicos y químicos de la muestra, según lo establecido en la NCh 411/3:2014 Calidad del agua - Muestreo - Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de muestras.

En la Tabla N° 7 se detalla el tipo de preservante utilizado y los volúmenes de muestra tomados en el muestreo de aguas, de acuerdo a los parámetros determinados.

Tabla N° 7:
Preservación de muestras y volumen requerido para análisis

N°	Parámetro	Preservante	Volumen del envase	Tiempo Máximo Preservación
1	Metales totales (As, Cd, Cu, Cr, Pb, Zn)	HNO ₃	1 L	1 mes
2	As disuelto	Filtrar en Terreno HNO ₃	1 L	1 mes
3	Cianuro	NaOH	1 L	1 mes

El muestreo de aguas se realizó en base a las normas y procedimientos establecidos en la NCh ISO 5667/6 2015. "Calidad del agua-Muestreo-Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de aguas".

La medición de parámetros *in situ* se realizó directamente en el lecho del cauce en cada uno de los puntos monitoreados. La sonda del equipo multiparámetro utilizado se depositó en el lecho considerando que los sensores quedarán completamente sumergidos y en sentido contra el flujo en un área de buena homogenización y procurando no remover los sedimentos.

Al momento de recolectar las muestras puntuales en forma manual, se consideraron las siguientes precauciones:

- a) Recolección de las muestras en un punto de buena homogenización, normalmente el centro del flujo, donde la velocidad es mayor y la posibilidad de asentamiento de sólidos es menor.
- b) No se ambientaron los envases que contienen preservantes en su interior.
- c) Se llenaron completamente los envases para el análisis de muestras.
- d) Se cerraron los envases inmediatamente después de recolectar las muestras, asegurando las tapas y contratapas.
- e) Se etiquetaron y guardaron las muestras en un contenedor o cooler de material aislante, con suficiente hielo o ice pack.
- f) Junto con las muestras se incorporó una muestra testigo para el control de temperatura, que acompaña a las muestras durante todo el periodo de transporte.
- g) Se procedió a efectuar el registro de los datos de terreno en registro de cadena de custodia (Anexo II).

En relación al volumen de muestra se consideró un total de 3 litros aproximadamente por cada punto de muestreo, los cuales fueron divididos en los respectivos envases según requisito normativo, con el objetivo de derivar a laboratorios. En la Tabla N° 7, se indican los volúmenes tomados para el total de envases (3) por punto de muestreo. La Fotografía N° 3 muestra un tipo de envase utilizado.

Estos volúmenes consideran resguardo de una contramuestra para cada tipo de análisis manteniéndose en el laboratorio de acuerdo a las condiciones señaladas en la NCh411/3:2014.

**Fotografía N° 3:
Envases de laboratorio**



9.1.1 Filtración en terreno

Las muestras para análisis de arsénico disuelto se filtraron en terreno, utilizando un sistema de filtración y una bomba de vacío. El procedimiento aplicado se detalla a continuación:

1. El filtro Millipore se introduce en la sección media del sistema de filtración.
2. La muestra se adiciona por la cámara superior del sistema.
3. El sistema de filtración se conecta a la bomba de vacío, accionándola para que la muestra pase a través del filtro.
4. La primera porción se utiliza para ambientar el sistema descartándolo.
5. La muestra filtrada se trasvasija directamente a un envase con ácido nítrico concentrado.

Materiales

- 1.- Sistema de filtración de 250 ml
- 2.- Filtro Millipore Millex-HV de 0,45 μm
- 3.- bomba de vacío Rocker 300

En la Fotografía N° 4, se muestran ejemplos de equipos utilizados para la filtración en terreno.

Fotografía N° 4:
Ejemplos de equipos utilizados en filtración en terreno



9.1.2 Ubicación puntos de monitoreo

En la Tabla N° 8 se presenta la ubicación geográfica de los puntos monitoreados, indicando también la fecha y hora en que fueron ejecutados.

Tabla N° 8:
Puntos de Muestreo de Agua

Identificación puntos		Muestreo		Coordenadas UTM ¹	
Código Cliente	Código Laboratorio	Fecha	Hora	Este	Norte
Background	A-0515	06-10-2017	11:50	442.477	7.971.702
A-9	A-0517	06-10-2017	13:16	442.477	7.971.702
A-10	A-0518	06-10-2017	14:15	441.274	7.968.306
A-1	A-0519	06-10-2017	15:30	432.600	7.966.131
A-0	A-0520	06-10-2017	15:55	432.819	7.966.286
A-4	A-0521	06-10-2017	17:30	433.465	7.965.330
A-3	A-0522	06-10-2017	17:20	433.432	7.965.448
A-2	A-0523	06-10-2017	17:41	433.819	7.966.286

¹ Coordenadas utilizando como Datum: WGS-84

9.1.3 Fotografías

Entre la Fotografía N° 5 y la Fotografía N° 12 observan los puntos de muestreo.

Fotografía N° 5:
Punto de muestreo A-2



Fotografía N° 6:
Punto de muestreo A-3



**Fotografía N° 7:
Punto de muestreo A-4**



**Fotografía N° 8:
Punto de muestreo A-0**



**Fotografía N° 9:
Punto de muestreo A-1**



**Fotografía N° 10:
Punto de muestreo BACKGROUND**



**Fotografía N° 11:
Punto de muestreo A-9**



**Fotografía N° 12:
Punto de muestreo A-10**



9.2 Muestreo de sedimentos

La toma de muestras de sedimentos se realizó en forma manual, obteniéndose tres muestras compuestas.

Las muestras de sedimentos se tomaron con una pala plástica e inmediatamente se almacenaron en bolsas adecuadas para su traslado al laboratorio.

El transporte de muestras (aguas y sedimentos), fue realizado por personal de Algoritmos SpA, dentro de los tiempos exigidos por las normas o métodos de ensayo.

Las muestras de sedimentos se colectaron en el borde del cauce de los distintos cursos de agua con una pala plástica (muestra superficial) y luego se envasaron en bolsas plásticas tipo ziploc. Posteriormente fueron identificadas y enviadas al laboratorio para su análisis.

En cada punto de muestreo se efectuó el registro de los datos de terreno en cadena de custodia (Anexo II).

Las muestras de sedimento ingresan al laboratorio y se almacenan a 4°C, a la espera del análisis.

La muestra es analizada en base seca, por lo que se debe calcular su humedad, para esto la muestra se seca por 16 horas aproximadamente a 80 °C. Una vez realizado este proceso, la muestra es homogenizada, disgregando los terrones con martillo de madera, eliminando las piedras y residuos vegetales de mayor tamaño.

Posteriormente, se saca una fracción de la muestra, realizando el cuarteo de ésta y tomando solo un cuarto de la muestra, la que es pasada por malla N°10, equivalente a 2 mm, para obtener el tamaño de partícula a analizar, se debe obtener aproximadamente 100 a 150 gr. de muestra y se toma una cantidad de muestra necesaria para su análisis.

9.2.1 Ubicación puntos de monitoreo

En la Tabla N° 9 se presenta la ubicación geográfica de los puntos monitoreados, indicando también la fecha y hora en que fueron ejecutados.

**Tabla N° 9:
Puntos de Muestreo de Sedimentos**

Identificación puntos		Muestreo		Coordenadas UTM ²	
Código Cliente	Código Laboratorio	Fecha	Hora	Este	Norte
Background	S-0323/17 / 415977-08	6-10-2017	11:50	442.477	7.971.702
A-9	S-0321/17 / 415977-06	6-10-2017	13:16	442.477	7.971.702
A-1	S-0319/17 / 415977-04	6-10-2017	15:30	432.600	7.966.131
A-0	S-0318/17 / 415977-03	6-10-2017	15:55	432.819	7.966.286
A-4	S-0317/17 / 415977-02	6-10-2017	17:30	433.465	7.965.330
A-3	S-0316/17 / 415977-01	6-10-2017	17:20	433.432	7.965.448
A-2	S-0320/17 / 415977-05	6-10-2017	17:41	433.819	7.966.286

² Coordenadas utilizando como Datum: WGS-84

9.2.2 Fotografías

Entre las Fotografía N° 13 y la Fotografía N° 16 observan los puntos de muestreo.

**Fotografía N° 13:
Punto de muestreo A-2**



**Fotografía N° 14:
A-4**



Fotografía N° 15:
Punto de muestreo BACKGROUND



Fotografía N° 16:
Punto de muestreo A-9



9.3 Muestreo de Suelos

La toma de muestras de suelos se realizó en forma manual, obteniéndose muestras compuestas de cada punto a partir de tres muestras puntuales (Tabla N° 9).

Las muestras de suelos se tomaron con una pala plástica e inmediatamente se almacenaron en bolsas adecuadas para su traslado al laboratorio.

El equipamiento utilizado para la toma de muestras fue el siguiente:

- Balde
- Bolsas plásticas con sello
- Pala recta
- Barreno de tubo
- Pala jardinera
- Brocha de 2 pulgadas
- Etiquetas para identificación de muestras
- Artículos de oficina (plumón, entre otros)
- Bolsa de residuos sólidos
- GPS
- Guantes

El operador de muestreo realizó los siguientes pasos para la obtención de cada muestra:

Muestreo Superficial (manual)

1. Se alistaron los materiales de muestreo y bolsas de modo que se encuentren limpias y ordenadas para realizar el muestreo.
2. Para evitar la contaminación de los materiales de muestreo, se utilizó agua destilada y papel absorbente para realizar limpieza y secar el material entre cada muestra.
3. Si el suelo presentase vegetación, pastos u otros, ésta fue eliminada raspando la superficie.
4. Se estableció un rectángulo desde el cual se extraerá el suelo de superficie.
5. En el punto de muestreo se realizó un corte en "V" hasta la profundidad determinada (20 o 40 cm, según corresponda).
6. Se extrajo la submuestra con la pala (plástica), sacando una tajada de la columna de suelo, evitando el desmoronamiento.

7. La submuestra se depositó dentro del balde para ser mezclada con las otras submuestras (3 en total).
8. Se consideró obtener la misma cantidad de submuestra en cada punto de muestreo, de modo que todos los sectores queden igualmente representados.
9. Una vez recolectadas todas las submuestras de la unidad de muestreo (500 a 600 g), se agitó el balde cerrado para homogeneizar.
10. Posteriormente, todo el contenido se introdujo en una bolsa plástica nueva que constituyó el compuesto representativo de la unidad de muestreo.
11. Luego se introdujo la bolsa de compuesto etiquetada y sellada en una segunda bolsa para evitar pérdidas de muestra.

Preparación de la muestra

La muestra es analizada en base seca, por lo que se debe calcular su humedad, para esto la muestra se seca por 16 horas aproximadamente a 80 °C. Una vez realizado este proceso, la muestra es homogenizada, disgregando los terrones con martillo de madera, eliminando las piedras y residuos vegetales de mayor tamaño.

Posteriormente, se saca una fracción de la muestra, realizando el cuarteo de ésta y tomando sólo un cuarto de la muestra, la que es pasada por malla N°10, equivalente a 2 mm, para obtener el tamaño de partícula a analizar. Se debe obtener aproximadamente 100 a 150 gr. de muestra y se toma una cantidad de muestra necesaria para su análisis.

En Fotografía N° 17, se muestra el rotulado de las muestras de suelos.

**Fotografía N° 17:
Rotulado de muestra de suelo en terreno**



9.3.1 Ubicación puntos de monitoreo

En la Tabla N° 10 se presenta la ubicación geográfica de los puntos monitoreados, indicando también la fecha y hora en que fueron ejecutados.

**Tabla N° 10:
Puntos de Muestreo de Suelos**

Identificación puntos		Muestreo		Coordenadas UTM ³		Profundidad (cm)	Observaciones
Código Cliente	Código Laboratorio	Fecha	Hora	Este	Norte		
1(Q4-1)	S-0296/17 / 415982-01	04-10-17	15:36	431.966	7.963.350	20	Background Q4 (en tributario 190 m antes de rípios)
2(Q4-2)	S-0297/17 / 415982-02	04-10-17	15:50	432.397	7.963.468	20	En Q4 al frente de rípios y relaves (punto medio)
3(Q4-3)	S-0309/17 / 415984-03	04-10-17	16:30	432.905	7.963.401	20	Q4 Abajo
4(Q4-4)	S-0298/17 / 415982-03	04-10-17	16:15	432.522	7.963.576	5	En superficie de relaves dispersos (alrededor de 10 cm de profundidad, 95 m norte de Q4)

³ Coordenadas utilizando como Datum: WGS-84.

Identificación puntos		Muestreo		Coordenadas UTM ³		Profundidad (cm)	Observaciones
Código Cliente	Código Laboratorio	Fecha	Hora	Este	Norte		
5(Q3-1)	S-0299/17 / 415983-01	04-10-17	9:05	432.870	7.963.707	20	Q3 arriba
6(Q3-2)	S-0300/17 / 415983-02	04-10-17	9:30	433.158	7.963.669	20	Q3 abajo
7(Q2-1)	S-0302/17 / 415983-04	04-10-17	10:05	432.710	7.963.941	20	Q2 arriba
8(Q2-2)	S-0301/17 / 415983-03	04-10-17	9:45	433.197	7.963.844	20	Q2 abajo
9(Q1-1)	S-0304/17 / 415983-06	04-10-17	11:00	432.639	7.964.255	20	Tributario 1(N) Q1 arriba
9a(Q1-3)	S-0305/17 / 415983-07	04-10-17	11:07	432.606	7.964.318	20	Tributario 2(S) Q1 Arriba
10(Q1-2)	S-0303/17 / 415983-05	04-10-17	10:35	432.780	7.964.272	20	Tributario Q1 arriba (background)
11(DO-1)	S-0306/17 / 415983-08	04-10-17	11:35	431.832	7.964.048	20	Antes (115 m) de Dique Oeste
11a(DO-7)	S-0294/17 / 415980-01	04-10-17	14:30	432.009	7.963.914	20	Ruta a Dique Oeste relave cerca Cono 16(Rel1)
12(DO-2)	S-0307/17 / 415984-01	04-10-17	11:50	431.742	7.964.014	20	Dique Oeste 1
12a(DO-6)	S-0292/17 / 415978-04	04-10-17	13:35	431.732	7.964.004	20	Dique Oeste 2
13(DO-3)	S-0308/17 / 415984-02	04-10-17	12:03	431.693	7.963.958	20	Después (55 m) de Dique Oeste
14(DO-4)	S-0289/17 / 415978-01	04-10-17	12:20	431.113	7.963.770	20	Después (680 m) de Dique Oeste
15(DO-5)	S-0291/17 / 415978-03	04-10-17	12:45	431.039	7.963.894	20	Tributario Quebrada Cardones (Background - 150 m norte de DO-4)
16(Rel1)	S-0293/17 / 415979-01	04-10-17	14:00	432.028	7.963.932	40	Cono de relave en ruta a Dique Oeste (300 m al este-sureste)

Identificación puntos		Muestreo		Coordenadas UTM ³		Profundidad (cm)	Observaciones
Código Cliente	Código Laboratorio	Fecha	Hora	Este	Norte		
17(Rel2)	S-0295/17 / 415981-01	04-10-17	15:00	432.179	7.963.850	40	Cono de relave en comienzo de ruta a Dique Oeste (470 m al este-sureste)
18(Rel3)	S-0310/17 / 415985-01	04-10-17	17:10	432.765	7.963.707	40	Relaves sin contención hacia Q3
19(Rel4)	S-0311/17 / 415986-02	04-10-17	17:22	432.680	7.963.768	40	Relaves sin contención hacia Q2

9.3.2 Fotografías

Entre la Fotografía N° 18 y la Fotografía N° 38 observan los puntos de muestreo.

Fotografía N° 18:
Grilla toma de muestra suelos. 5 (Q3-1)



Fotografía N° 19:
Punto de muestreo 6 (Q3-2)



Fotografía N° 20:
Punto de muestreo 7 (Q2-1)



Fotografía N° 21:
Punto de muestreo 8 (Q2-2)



Fotografía N° 22:
Punto de muestreo 10 (Q1-2)



**Fotografía N° 23:
Punto de muestreo 9 (Q1-1)**



**Fotografía N° 24:
Punto de muestreo 9a (Q1-3)**



Fotografía N° 25::
Punto de muestreo 12 (DO-2)



Fotografía N° 26::
Punto de muestreo 12a (DO-6)



Fotografía N° 27:
Punto de muestreo 13 (DO-3)



Fotografía N° 28:
Punto de muestreo 14 (DO-4)



Fotografía N° 29:
Punto de muestreo 15 (DO-5)



Fotografía N° 30:
Punto de muestreo 16 (Rel1)



Fotografía N° 31:
Punto de muestreo 17 (Rel2)



Fotografía N° 32:
Punto de muestreo 18 (Rel3)



Fotografía N° 33:
Punto de muestreo 19 (Rel4)



**Fotografía N° 34:
Punto de muestreo 1 (Q4-1)**



**Fotografía N° 35:
Punto de muestreo 2 (Q4-2)**



**Fotografía N° 36:
Punto de muestreo 3 (Q4-3)**



**Fotografía N° 37:
Punto de muestreo 4 (Q4-4)**



Fotografía N° 38:
Punto de muestreo 11 (DO-1)



10 Control de calidad en muestreo

La unidad de muestreo de Aguas y Suelos de Algoritmos establece en su procedimiento PTLAB-07 los controles de calidad aplicados a las actividades de terreno.

De acuerdo a lo señalado, las actividades descritas a continuación corresponden a las directrices establecidas para asegurar la validez de los resultados de ensayo y medición en terreno, del muestreo realizado en Copaquilla y sectores aledaños.

Los controles de calidad aplicados en terreno fueron los siguientes:

- Control Duplicados
- Control Instrumentos de Medición
- Control Contaminación Cruzada

10.1 Duplicado de muestras en terreno

Se establece control de la precisión mediante toma de muestras en duplicado, con una frecuencia (a solicitud del cliente) de 1 muestra por cada 20 muestras, los duplicados se analizaron por los mismos parámetros que la muestra original.

Para este proyecto el cliente seleccionó la muestra de suelo en duplicado y su identificación. La muestra seleccionada fue la 14 (DO-4) y su duplicado D1.

En las matrices agua y sedimento la muestra Background se tomó en duplicado (D2).

Criterio Aceptación Duplicado: El criterio de aceptación de duplicados corresponde a la precisión entre muestras (80%).

10.2 Precisión de las mediciones – duplicados en laboratorio

Se establece control de la precisión mediante el análisis en laboratorio de muestras en duplicado, con una frecuencia de 1 muestra por cada 10 muestras, los duplicados se analizaron por los mismos parámetros que la muestra original.

Criterio Aceptación Duplicado: El criterio de aceptación de duplicados corresponde al porcentaje de error relativo entre el par de datos.

El criterio de aceptación establecido es mínimo 90%. (Precisión = 100 - %Error)

Por otra parte, en terreno se realizaron mediciones de parámetros *in situ* en duplicado para las muestras de agua Background y D2, para los parámetros que se indican a continuación.

- pH
- Conductividad (CE)
- Oxígeno disuelto (OD)
- Potencial redox

Cabe destacar que los resultados obtenidos para el control de duplicados cumplieron con los rangos de aceptación definidos por el laboratorio.

A continuación desde la Tabla N° 11 a la Tabla N° 14 se muestra el control de calidad para la precisión de las mediciones con los duplicados realizados en terreno.

Tabla N° 11:
Control duplicados medición de pH

DUPLICADOS MEDICION <i>IN SITU</i> pH (u pH)								
N°	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	T° C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación
1	06/10/2017	Background	HID-003	12,0	5,02	100%	Mínimo 90%	Cumple
		D2		12,0	5,02			

Tabla N° 12:
Control duplicados medición conductividad

DUPLICADOS MEDICION <i>IN SITU</i> CONDUCTIVIDAD (uS/cm)								
N°	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	T° C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación
1	06/10/2017	Background	HID-003	12,0	272	100	Mínimo 90%	Cumple
		D2		12,0	272			

Tabla N° 13:
Control duplicados medición oxígeno disuelto

DUPLICADOS MEDICION <i>IN SITU</i> OXIGENO DISUELTO (mg/L)								
N°	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	T° C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación
1	06/10/2017	Background	HID-003	12,0	92,7	100	Mínimo 90%	Cumple
		D2		12,0	92,7			

Tabla N° 14:
Control duplicados medición redox

DUPLICADOS MEDICION IN SITU REDOX (mv)								
N°	Fecha	ID Muestra	ID Equipo	T° C	Resultado	Precisión	Aceptación	Evaluación
1	06/10/2017	Background	HID-003	12,0	154	100	Mínimo 90%	Cumple
2		D2		12,0	154			

10.3 Control de instrumentos de medición en terreno

Las mediciones de los parámetros de pH/temperatura, conductividad (CE), oxígeno disuelto (OD) y redox fueron realizados *in situ* con los instrumentos citados en el ítem 8 Equipos.

El equipo utilizado para la medición de pH, CE y OD fue el HID-003 Marca YSI, modelo Professional Plus, al que se conectaron sondas específicas para cada parámetro.

Para la medición de redox, se utilizó equipo Hanna Instruments, modelo HI 991003.

Los instrumentos antes mencionados se ajustaron y verificaron en terreno, con soluciones estándares de concentraciones conocidas (ver Anexo I).

Los resultados de las verificaciones cumplieron con los rangos de aceptación definidos en el laboratorio, lo que da cuenta del funcionamiento satisfactorio de los instrumentos.

Desde la Tabla N° 15 a la Tabla N° 17 se detalla la verificación de los instrumentos que se realizó *in situ*:

**Tabla N° 15:
Verificación instrumento de medición de pH**

VERIFICACION INSTRUMENTO HANNA EDGE HI2020 - PARAMETRO pH								
N°	Fecha	ID Buffer pH	ID Instrumento	Resultado u pH		Diferencia	Diferencia Aceptada	Evaluación
				Terreno	Teórico			
1	06/10/2017	Hanna Lote 9935-1	YSI (HID003)	4,04	4,01	0,03	± 0,1	Cumple
2	06/10/2017	Hanna Lote 74-1	YSI (HID003)	7,05	7,01	0,04	± 0,1	Cumple
3	06/10/2017	Hanna Lote 9398-4	YSI (HID003)	9.98	10,01	0,03	± 0,1	Cumple

**Tabla N° 16:
Verificación instrumento de medición de conductividad**

VERIFICACION INSTRUMENTO HANNA EDGE HI2020 - PARAMETRO CONDUCTIVIDAD								
N°	Fecha	ID Estándar	ID Instrumento	Resultado uS/cm		Diferencia	Diferencia Aceptada	Evaluación
				Terreno	Teórico			
1	06/10/2017	Hanna Lote 1413	YSI (HID003)	1388	1413	25,0	± 43	Cumple

**Tabla N° 17:
Verificación instrumento de medición de oxígeno disuelto**

VERIFICACION INSTRUMENTO HANNA EDGE HI2020 - PARAMETRO OXIGENO DISUELTO								
N°	Fecha	ID Estándar	ID Instrumento	Resultado %		Diferencia	Diferencia Aceptada	Evaluación
				Terreno	Teórico			
1	06/10/2017	1596-1	YSI (HID003)	0	0	0	± 5	Cumple

10.4 Control de la contaminación

Para evitar la contaminación cruzada durante el muestreo, la Unidad de Aguas y Suelos aplica el Control de Blanco de Campo y sigue pautas de control definidas que minimizan la ocurrencia de contaminación en el muestreo.

Si bien para el servicio Altoya no se aplicó el Control de Blanco de Campo, debido a que la frecuencia establecida para el control no fue coincidente con dicho servicio⁴, se aplicaron actividades que favorecen la ausencia de contaminación en el muestreo. El procedimiento consideró lo siguiente:

- Uso de envases plásticos nuevos.
- Uso de envases enjuagados con agua para análisis en el laboratorio.
- Uso de guantes libres de polvo para la toma de muestras
- Enjuague y ambientación de envase con la muestra previo traspaso a envase con el preservante.

10.5 Control temperatura transporte de muestras

Los análisis solicitados se realizan en dos laboratorios, para ello las muestras se trasladan en cooler. A continuación, en la Tabla N° 18 se presentan las temperaturas de transporte de cada cooler medidas antes de ingresar las muestras al transporte aéreo.

⁴ Fecha de control de blanco de campo fue el 01 de septiembre de 2017

Tabla N° 18:
Temperatura de transporte de muestras e ingreso al laboratorio
(cooler 1 y 2)

Fecha muestreo	Muestras	Hora medición de temperatura	Cooler 1 T° transporte	Fecha y Temperatura de ingreso al laboratorio
06-10-2017	BCKG	14:30	2,8 °C	10-10-17 / 5,6°C
	D-2			
	A-9			
	A-10			
	A-1 (se agrega muestra al cooler)	15:30	3,0 °C	
	A-0 (se agrega muestra al cooler)	16:30	4,0 °C	
	A-3 (se agrega muestra al cooler)	17:30	5,5 °C	
	A-4 (se agrega muestra al cooler)			
Fecha muestreo	Muestras	Hora medición de temperatura	Cooler 2 T° transporte	Fecha y Temperatura de ingreso al laboratorio
06-10-2017	A-2	22:00	6,0 °C	10-10-17 / 5,5°C

Nota: a solicitud del cliente se midieron temperaturas intermedias durante el transcurso de la jornada.

Las muestras para metales totales y disueltos se deben preservar acidificando con HNO₃ a pH<2 y analizar en el plazo de un mes.

11 Control de calidad de los análisis

El laboratorio de análisis químico está certificado bajo Norma ISO 9001/2008 Sistemas de gestión de la calidad- Requisitos y acreditado bajo Norma NCh - ISO 17025.Of.2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración".

El aseguramiento de la calidad de los resultados considera procedimientos e instructivos que detallan todas las actividades que aseguran la validez de los ensayos.

Los métodos de análisis aplicados en el laboratorio están validados según protocolos definidos y criterios establecidos que garantizan las propiedades de exactitud y precisión, lo mismo que sus límites de detección y cuantificación, en conformidad a la matriz, método y propósito.

11.1 Validación de Métodos de Ensayo

La validación de los métodos establece, mediante estudios sistemático del laboratorio que el método de análisis químico cumple con las especificaciones del objetivo del ensayo, de los requisitos del cliente e incluye los siguientes ítems: selectividad, sensibilidad, linealidad, exactitud, precisión, repetibilidad y reproducibilidad, límite de detección, límite de cuantificación y estimación de la incertidumbre.

11.2 Trazabilidad de las Mediciones.

El cumplimiento de este punto de la norma involucra los siguientes procedimientos: "Procedimiento Técnico de Control de Equipos e Instrumentos PTLAB01" y "Trazabilidad de las Mediciones - PLAB-03", debido a que tienen efectos significativos en la exactitud o validez de los resultados de ensayo, además de mantener la trazabilidad de las mediciones.

11.3 Incertidumbre de las Mediciones

El procedimiento PLAB-04 tiene por objetivo determinar la incertidumbre de las variables que inciden en el resultado químico, según Norma Chilena oficial NCh-ISO 17025.

11.4 Rondas Inter-laboratorio o Ensayos de Aptitud

El objetivo del procedimiento PTLAB-05 es evaluar el desempeño del laboratorio y validar las competencias técnicas es a través de la participación de ensayos de aptitud, que por exigencia a las directrices del INN, el laboratorio deberá participar al menos una vez al año.

11.5 Aseguramiento de la calidad de los resultados

El Instructivo ILAB-21 señala que por cada set de análisis se lleva los siguientes controles de calidad:

- Un blanco reactivo preparado a partir de agua para análisis grado reactivo.
- Un ensayo duplicado de la muestra elegida al azar.
- Un ensayo de un estándar de concentración conocida, cercana al valor normado.

12 Resultados

12.1 Mediciones *in situ* aguas superficiales

Los resultados de las mediciones realizadas *in situ*, se presentan en la Tabla N° 19. Se tomarán como referencia los valores obtenidos en el sector Background y NCh1333:1978 Mod.1987, Tabla 4 Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática.

Tabla N° 19:
Resultados de mediciones *in situ* de aguas superficiales

Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo							Back-ground	NCh 1333
		A-9	A-10	A-1	A-0	A-4	A-3	A-2		
pH	U pH	7,77	8,95	7,34	7,80	8,73	8,63	7,66	5,02	6,0-9,0
Temperatura	°C	15,1	11,4	15,1	12,9	21,6	21,9	21,8	12,0	-
Conductividad	uS/cm	478,0	750,0	538,8	395,7	437,9	431,4	398,9	272,0	-
Potencial Redox	mv	39	105	234	184	107	129	77	154	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,10	7,74	3,13	6,67	5,53	5,93	6,60	6,54	5 mínimo
Oxígeno Disuelto	%	93,1	107,0	48,1	92,3	89,0	95,1	85,5	92,7	

A continuación se presentan en forma gráfica los resultados de cada parámetro medido *in situ*.

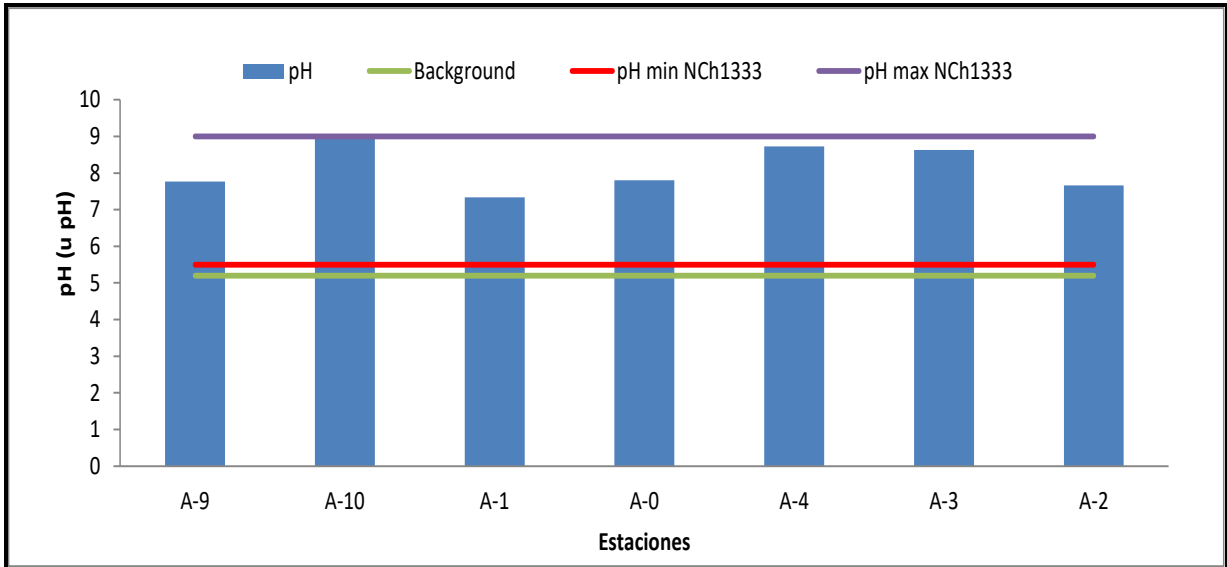
- **pH**

En el Gráfico N° 1 se observa un rango de variación en los valores de pH entre 7,34 y 8,95, éstos registrados en las estaciones A-1 y A-10 respectivamente. El Background reportó un registro de 5,02.

La NCh1333:1978 Mod.1987 "Requisitos de agua para riego" estipula un rango de pH entre 5,5 y 9,0; al respecto, todos los registros se encuentran en este intervalo (con excepción del punto Background).

Los puntos de muestreo A-10, A-4 y A-3 presentan valores sobre 8,0, es decir, alcalinos.

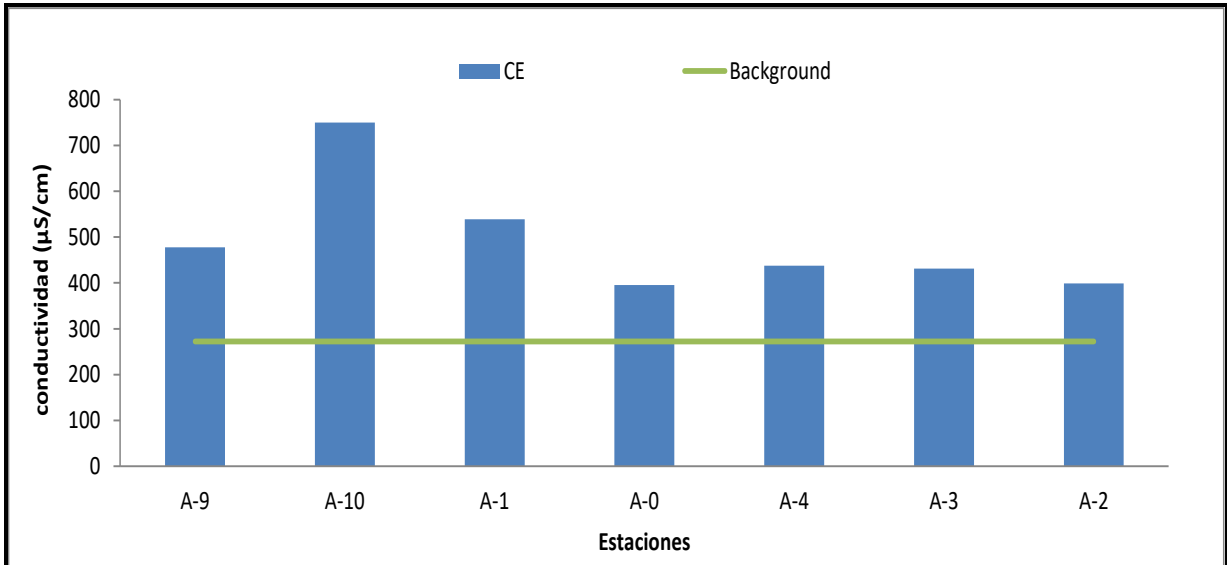
Gráfico N° 1:
Mediciones de pH en aguas superficiales



- **CONDUCTIVIDAD**

En el Gráfico N° 2 se observa el comportamiento de la conductividad medida *in situ*. Se aprecia un rango de variación entre 395,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 750,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, registrados en las estaciones A-0 y A-10 respectivamente. El Background reportó un registró de 272 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

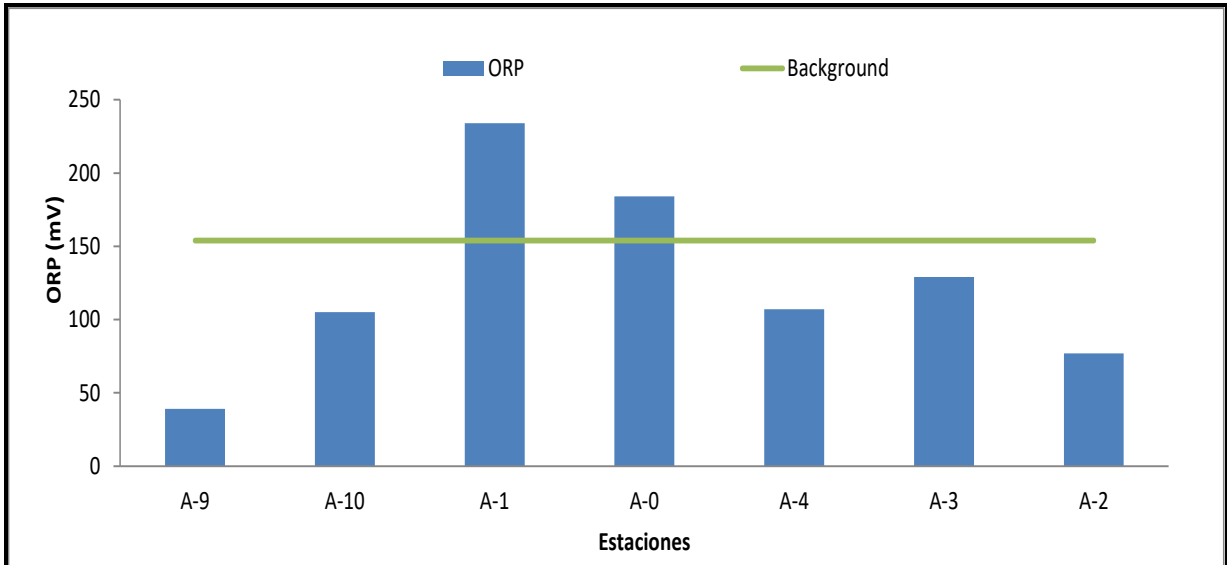
Gráfico N° 2:
Mediciones de CE en aguas superficiales



- **POTENCIAL REDOX**

En el Gráfico N° 3 se indica el resultado del potencial redox medido *in situ*. Se aprecia un rango de variación entre 39 mv y 234 mv registrados en la estación A-9 y A-1, respectivamente. El Background reportó un registro de 154 mv. Con respecto a los puntos de muestreo A-1 y A-0 reportaron valores por sobre el Background. No se reportaron valores negativos.

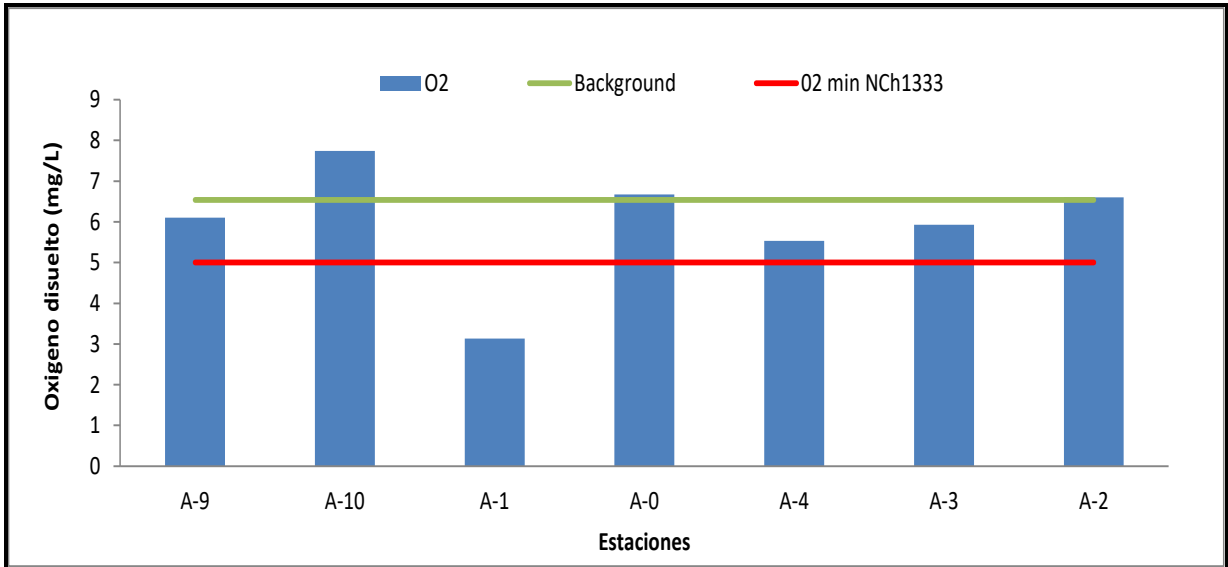
Gráfico N° 3:
Mediciones de ORP en aguas superficiales



- **OXÍGENO DISUELTO**

En el Gráfico N° 4 se indica el resultado del oxígeno disuelto medido *in situ*. Se aprecia un rango de variación entre 3,13 mg/L y 7,74 mg/L de las estaciones A-1 y A-10 respectivamente. El Background reportó un valor de 6,54 mg/L. Al respecto se observa que todos los puntos de muestreo se encuentran bajo este valor, a excepción de A-0 y A-10. Por otra parte la NCh1333:1978 Mod.1987, "Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática" señala un valor mínimo de 5 mg/L. Todos los resultados obtenidos cumplen con este requisito a excepción del punto de muestreo A-1.

Gráfico N° 4:
Mediciones de oxígeno disuelto en aguas superficiales



12.2 Resultados análisis de aguas superficiales

Los resultados de análisis de aguas superficiales, obtenidos en los informes de ensayo se adjuntan en Anexo III y se detallan en la Tabla N° 20 de acuerdo a los análisis realizados a las muestras, los que se compararon con los valores obtenidos en el sector definido como Background y con la NCh1333:1978 Mod.1987.

**Tabla N° 20:
Resultados Análisis Laboratorio Aguas Superficiales**

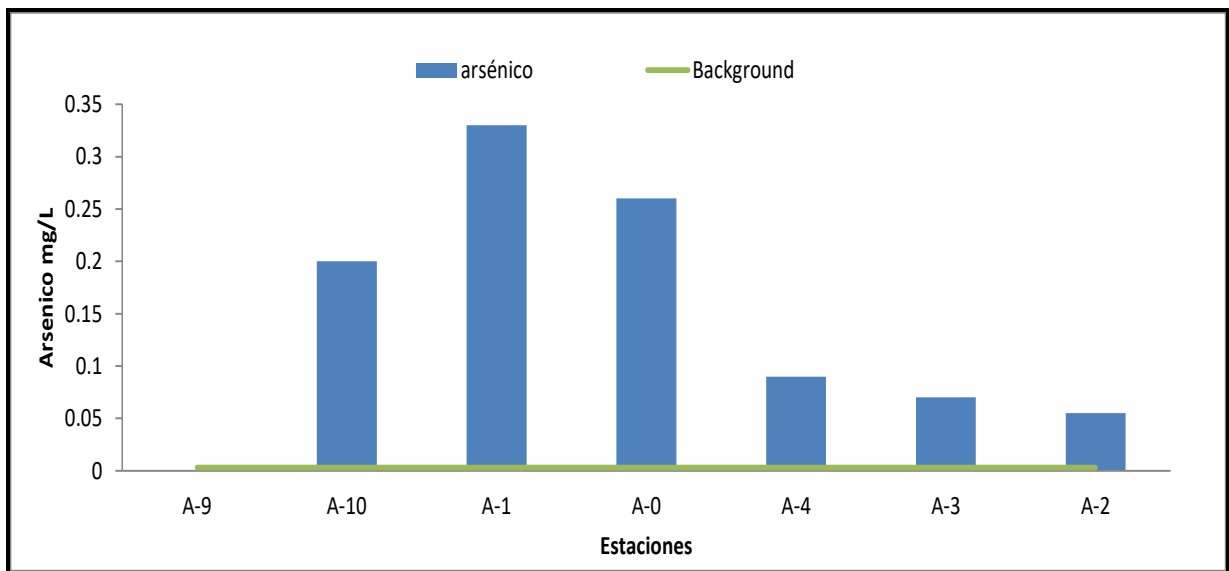
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Puntos de muestreo						Background	NC1333		
			A-9	A-10	A-1	A-0	A-4	A-3			A-2	
Arsénico total	mg/L	0,003	<LD	0,200	0,330	0,260	0,090	0,070	0,055	<LD	0,100	
Arsénico disuelto		0,003	<LD	0,048	0,196	0,134	0,034	0,026	0,010	<LD	---	
Cadmio		0,003	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,010
Cinc		0,012	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,00
Cobre		0,02	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,20
Cromo		0,010	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,10
Plomo		0,020	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	5,00
Cianuro		0,001	0,012	<LD	0,001	<LD	0,033	<LD	0,007	0,007	0,007	0,20

A continuación se muestran en forma gráfica los parámetros que presentaron concentraciones. Los parámetros cadmio, cinc, cobre, cromo y plomo reportaron resultados bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio, por lo tanto, no fueron graficados.

• ARSÉNICO TOTAL

El arsénico total, presentó una fluctuación de valor desde un $<0,003$ mg/L en A-9, hasta un máximo de $0,330$ mg/L en A-1. El valor promedio es de $0,168$ mg/L $\pm 0,113^5$. El Background reportó un valor de $<0,003$ mg/L. El Gráfico N° 5 muestra la concentración de arsénico total en las distintas estaciones.

Gráfico N° 5:⁶
Concentración de arsénico total en las estaciones



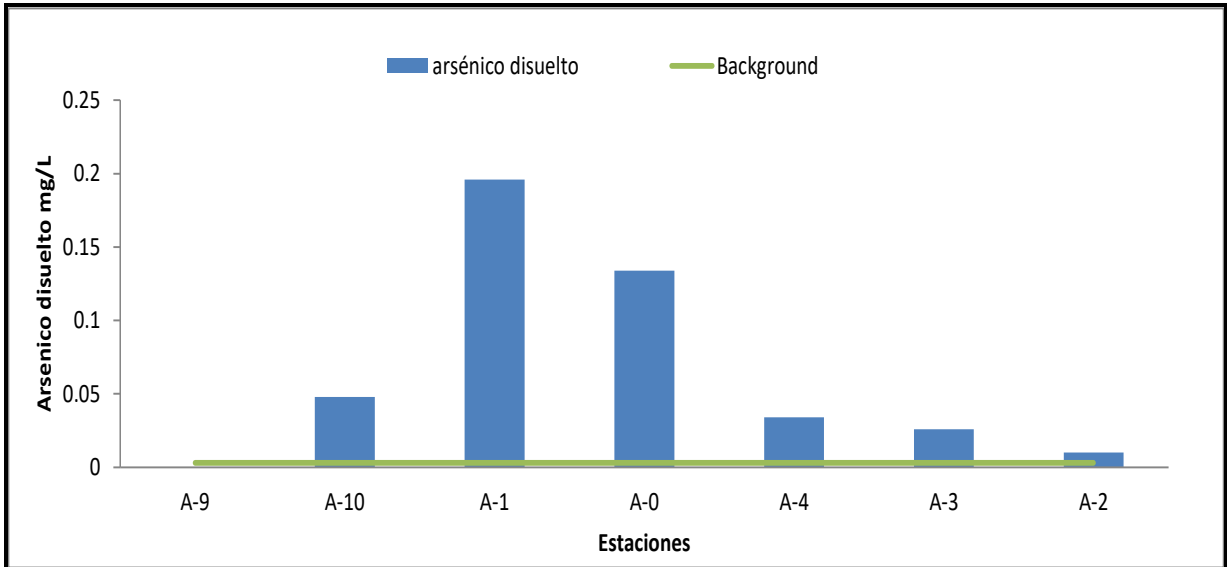
• ARSÉNICO DISUELTO

El arsénico disuelto, presentó una fluctuación entre un valor $<0,003$ mg/L en A-9 hasta un máximo de $0,196$ mg/L en A-1. El valor promedio es de $0,075$ mg/L $\pm 0,074^5$. El Background reportó concentración de $<0,003$ mg/L. El Gráfico N° 6, muestra la concentración de arsénico disuelto en las distintas estaciones.

⁵ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

⁶ Los valores de los Background no se observan debido a que se encuentran por debajo del LD.

Gráfico N° 6:⁷
Concentración de arsénico disuelto en las estaciones



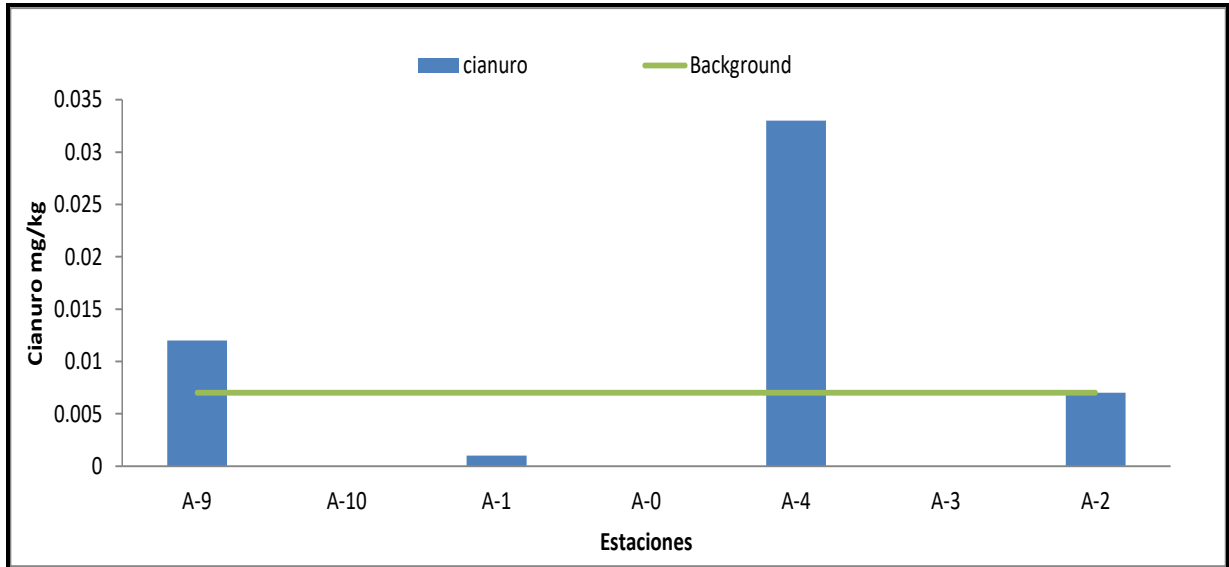
- **CIANURO**

El cianuro presentó una fluctuación entre un valor $<0,001$ mg/L en A-0, A-3 y A-10 hasta un máximo de 0,033 mg/L en A-4. El valor promedio es de $0,013$ mg/L $\pm 0,014$ ⁸. El Background reportó concentración de 0,007 mg/L. El Gráfico N° 7, muestra la concentración de cianuro en las distintas estaciones.

⁷ Los valores de los Background no se observan debido a que se encuentran por debajo del LD.

⁸ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 7:
Concentración de arsénico disuelto en las estaciones



12.3 Resultados análisis de sedimentos

Los resultados de los análisis de sedimento obtenidos en los informes de ensayo se adjuntan en Anexo III y se detallan en la Tabla N° 21, se muestran los resultados obtenidos en las mediciones de laboratorio. Para comparar se tomaron como referencia las concentraciones obtenidas en el sector Background.

Tabla N° 21:
Resultados del Análisis de Sedimentos en Laboratorio

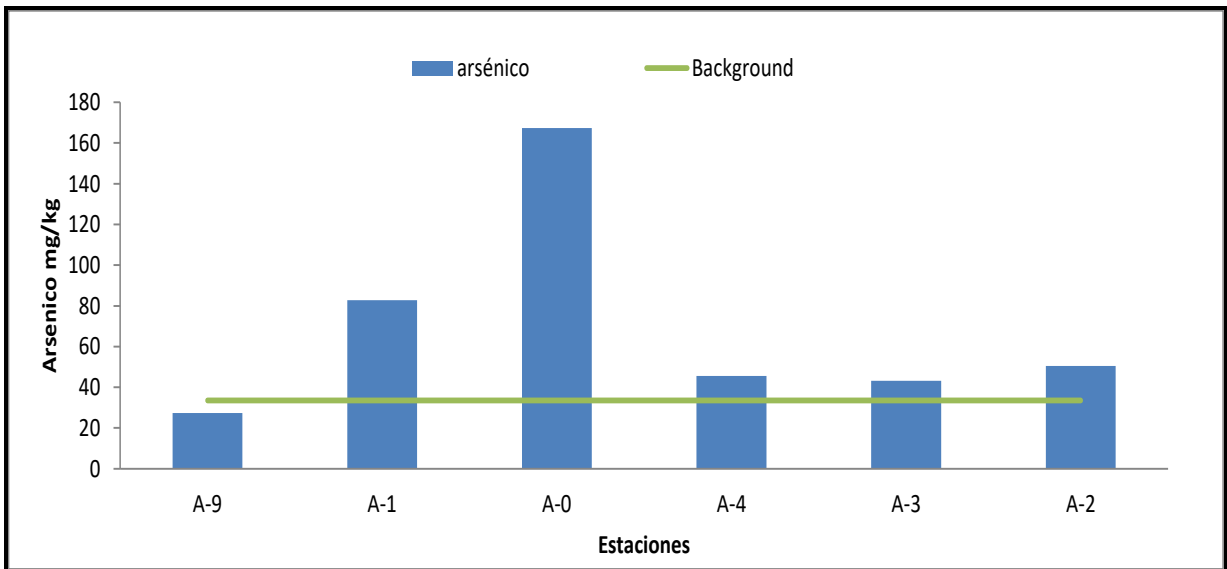
Parámetro	Unidad	Límite de detección	Punto de Muestreo						Background
			A-9	A-1	A-0	A-4	A-3	A-2	
Arsénico	mg/Kg	0,3	27,4	82,8	167,3	45,5	43,2	50,5	33,6
Cadmio		0,3	<LD	<LD	<LD	0,6	0,6	<LD	<LD
Cianuro		0,2	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD
Cobre		5,6	47,4	18,2	51,3	73,8	63,5	34,1	35,4
Cromo		5,5	11,1	<LD	<LD	5,6	<LD	<LD	<LD
Plomo		4,9	11,4	6,9	<LD	8,1	5,6	6,4	7,8
Cinc		11,0	46,6	30,8	46,2	93,0	92,1	21,0	13,8
pH		0,1	7,5	7,3	7,8	7,6	8,2	7,5	6,7

A continuación se muestran en forma gráfica los parámetros que presentaron concentraciones en los distintos puntos de muestreo. Los resultados del parámetro cianuro se encuentran bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio, por lo que no fueron graficados.

- **ARSÉNICO**

El arsénico en sedimentos, presentó una fluctuación entre un valor mínimo de 27,4 mg/Kg en A-9 hasta un máximo de 167,3 mg/Kg en A-0. El valor promedio es de 69,5 mg/Kg \pm 51,3⁹. El Background reportó un valor de 33,6 mg/Kg. El Gráfico N° 8 muestra la concentración de arsénico en sedimentos de las distintas estaciones.

Gráfico N° 8:
Concentración de arsénico en sedimentos

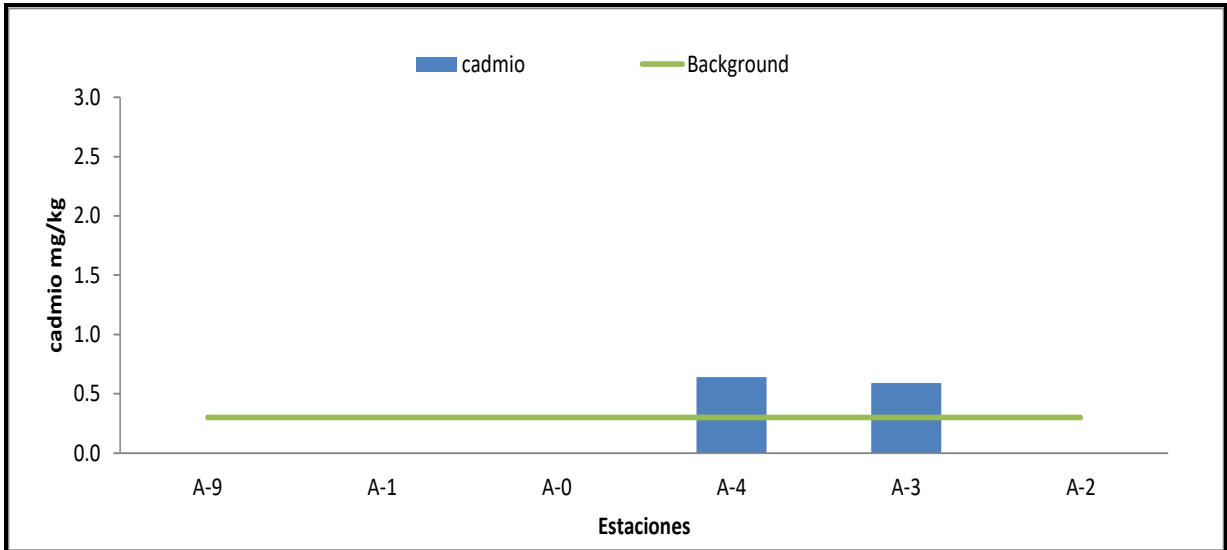


- **CADMIO**

El cadmio presentó concentraciones bajo el LD (límite de detección del método) en la mayoría de los casos a excepción de los puntos de muestreo A-3 y A-4. El Gráfico N° 9 muestra la concentración de cadmio presente en los sedimentos de las distintas estaciones. El valor del punto Background se señala de manera referencial en 0,3 mg/Kg, el cual representa el valor mínimo de detección, ya que se encuentra por debajo de éste.

⁹ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 9:
Concentración de cadmio en sedimentos

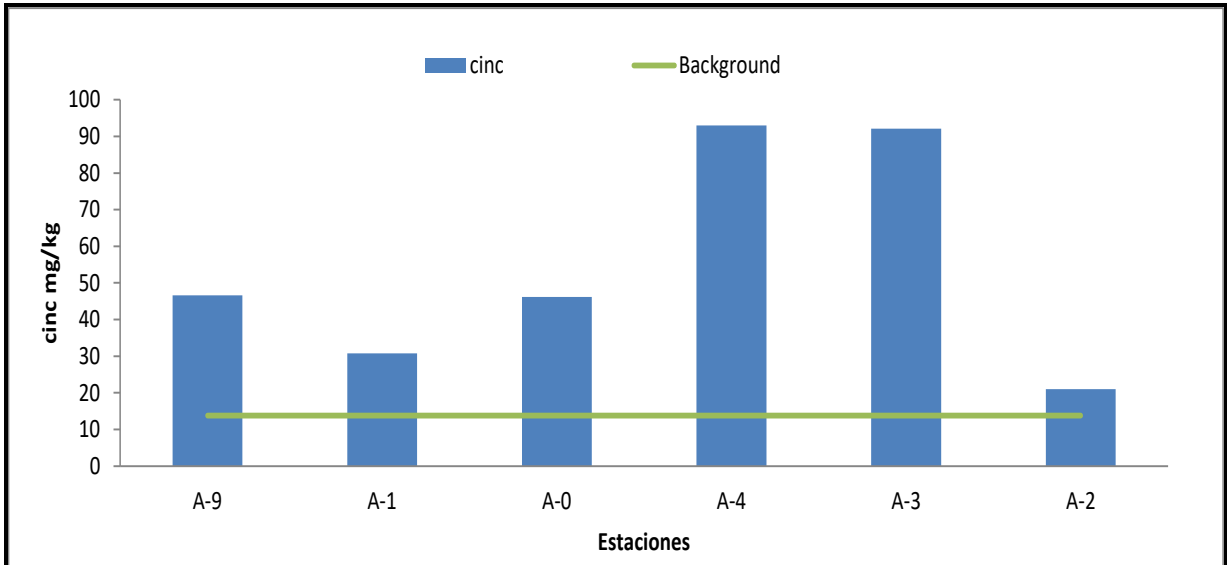


- **CINC**

El cinc presenta un rango de valores que va entre 21,0 mg/Kg y 93,0 mg/Kg en los puntos A-2 y A-4, respectivamente. El valor promedio es de 55,0 mg/Kg \pm 30,7¹⁰. El Background reportó un valor de 13,8 mg/Kg. El Gráfico N° 10 muestra la concentración de cinc en las distintas estaciones.

¹⁰ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 10:
Concentración de cinc en sedimentos

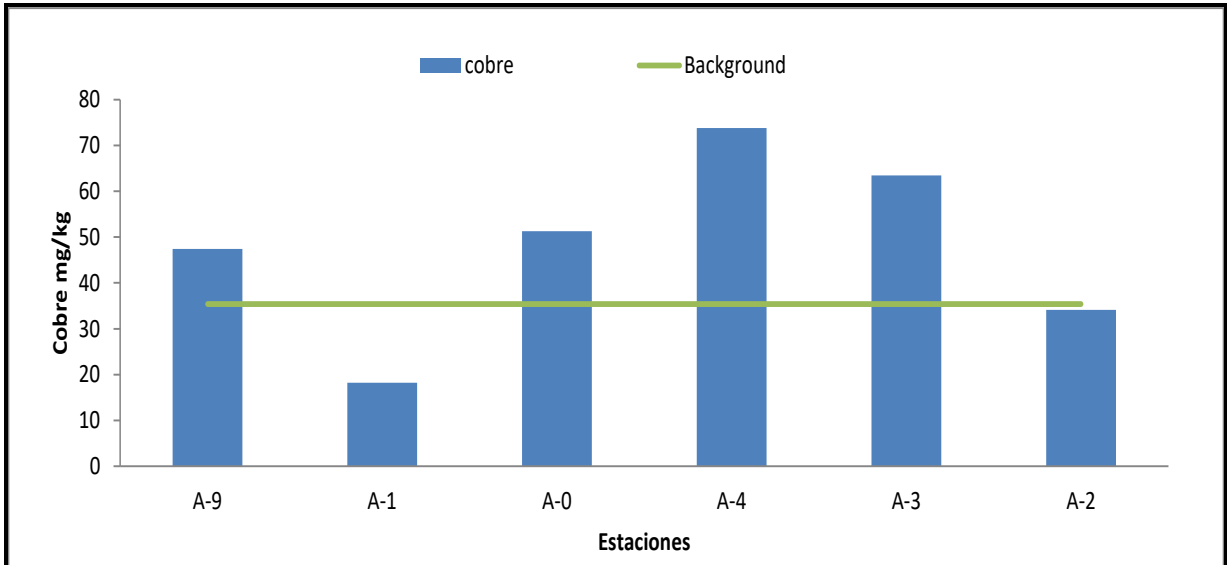


- **COBRE**

El cobre presentó una variación de valores entre 18,2 mg/Kg en A-1 hasta un máximo de 73,8 mg/Kg en A-4. El valor promedio es de 48,1 mg/Kg \pm 20,0¹¹. El Background reportó un valor de 35,4 mg/Kg. El Gráfico N° 11, muestra la concentración de cobre en las distintas estaciones.

¹¹ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

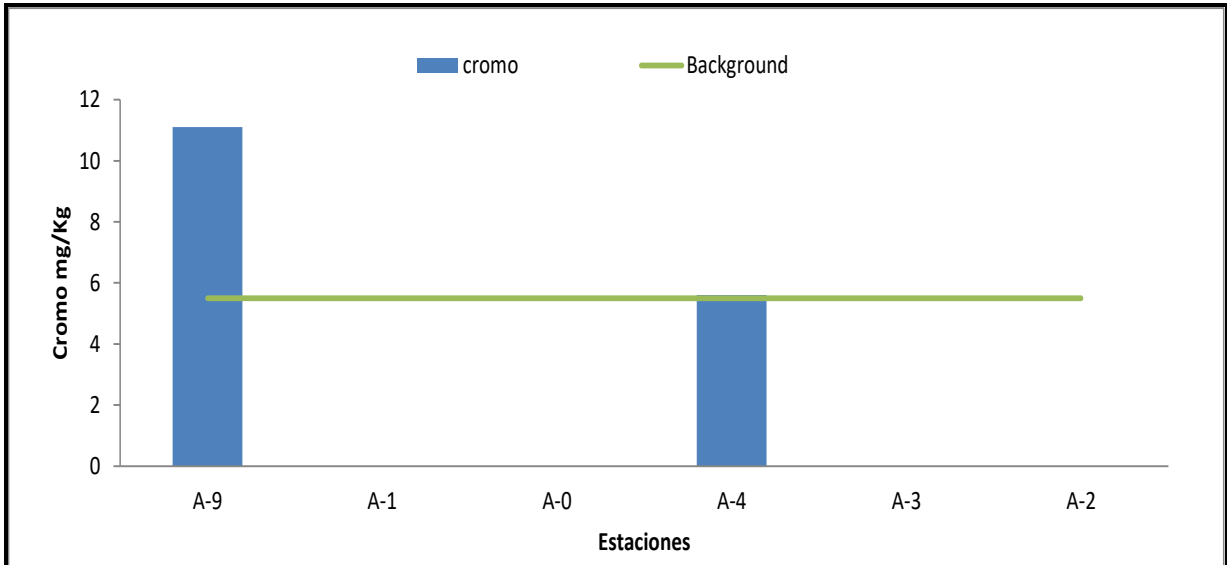
Gráfico N° 11:
Concentración de cobre en sedimentos



- **CROMO**

La concentración de cromo sólo pudo observarse en dos estaciones, ya que en el resto de los puntos los valores de concentración se encontraron por debajo del LD, los valores fueron 11,1 mg/Kg en A-9 y 5,6 mg/Kg en A-4. El Background se presenta gráficamente de manera referencial con un valor de 5,5 mg/Kg (valor límite mínimo de detección). El Gráfico N° 12, muestra la concentración de cromo total en las distintas estaciones.

Gráfico N° 12:
Concentración de cromo en sedimentos

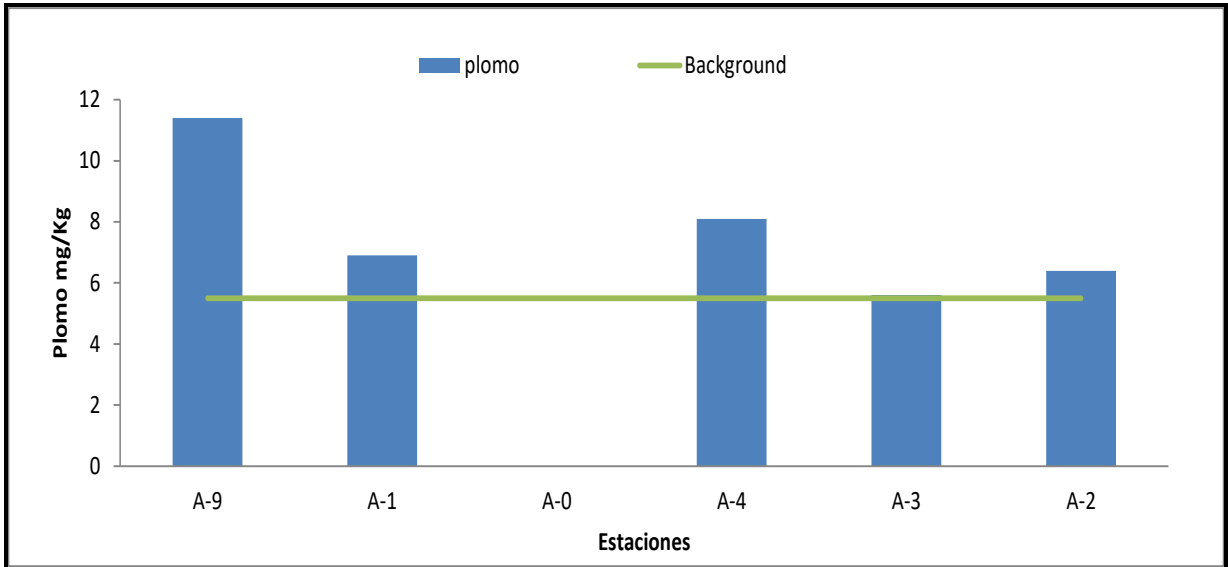


- **PLOMO**

El plomo presentó valores de concentración que van desde <4,9 mg/Kg (bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio) en A-0 hasta un máximo de 11,4 mg/Kg en A-9. El valor promedio es de 7,7 mg/Kg \pm 2,3¹². El Background reportó un valor de 7,8 mg/Kg. El Gráfico N° 13 presenta la concentración de plomo en las distintas estaciones.

¹² Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 13:
Concentración de plomo en sedimentos



12.4 Resultados análisis de suelos

Los resultados de análisis de suelos obtenidos en los informes de ensayo se adjuntan en Anexo III y se detallan en la Tabla N° 22, se presentan los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio para cada punto de muestreo a profundidad específica.

Tabla N° 22:
Resultados Análisis Laboratorio de Suelos

Punto de muestreo	Profundidad	Parámetros							pH
		arsénico	cadmio	cinc	cobre	cromo	plomo	cianuro	
		mg/Kg							u pH
		LD: 0,2	LD: 0,437	LD: 2,43	LD: 5,1	LD: 3,8	LD: 4,9	LD: 0,2	0,1
14(DO-4)	Compuesto sedimento a 20 cm	2,7	<LD	<LD	7,1	<LD	<LD	1,5	8,3
15(DO-5)	Compuesto sedimento a 20 cm	1,7	<LD	11,50	7,5	<LD	<LD	<LD	8,0
12a(DO-6)	Compuesto sedimento a 5 cm	157,3	<LD	281,11	221,6	4,3	315,8	1,6	8,7
16(Re1)	Compuesto relave a 40 cm	137,7	<LD	162,86	96,7	<LD	221,9	209,0	8,5
11a(DO-7)	Compuesto sedimento a 20 cm	239,9	<LD	75,52	146,5	<LD	333,8	99,2	8,8
17(Re2)	Compuesto relave a 40 cm	181,7	<LD	224,23	115,6	<LD	276,5	235,0	9,6
1(Q4-1)	Compuesto sedimento a	12,5	<LD	12,00	9,3	<LD	<LD	<LD	7,9

Punto de muestreo	Profundidad	Parámetros							pH
		arsénico	cadmio	cinc	cobre	cromo	plomo	cianuro	
		mg/Kg							u pH
		LD: 0,2	LD: 0,437	LD: 2,43	LD: 5,1	LD: 3,8	LD: 4,9	LD: 0,2	0,1
	20 cm								
2(Q4-2)	Compuesto sedimento a 20 cm	74,3	<LD	28,76	15,0	8,4	27,0	<LD	8,7
4(Q4-4)	Compuesto sedimento a 5 cm	161,8	<LD	135,36	255,2	<LD	487,9	80,2	9,2
5(Q3-1)	Compuesto sedimento a 20 cm	29,7	<LD	57,30	21,7	6,1	27,9	<LD	8,4
6(Q3-2)	Compuesto sedimento a 20 cm	54,2	<LD	116,41	23,2	21,5	6,0	<LD	8,0
8(Q2-2)	Compuesto sedimento a 20 cm	15,0	<LD	41,66	16,3	6,9	<LD	<LD	8,1
7(Q2-1)	Compuesto sedimento a 20 cm	25,0	<LD	72,43	29,0	6,6	25,3	2,0	8,4
10(Q1-2)	Compuesto sedimento a 20 cm	32,5	<LD	14,39	15,2	<LD	5,8	<LD	8,0
9(Q1-1)	Compuesto sedimento a 20 cm	32,1	<LD	45,29	17,5	7,4	7,2	0,4	8,7
9a(Q1-3)	Compuesto sedimento a 20 cm	37,1	<LD	16,08	16,2	<LD	12,0	5,0	9,0
11(DO-1)	Compuesto sedimento a 20 cm	156,1	<LD	59,30	56,9	<LD	93,6	59,3	9,1

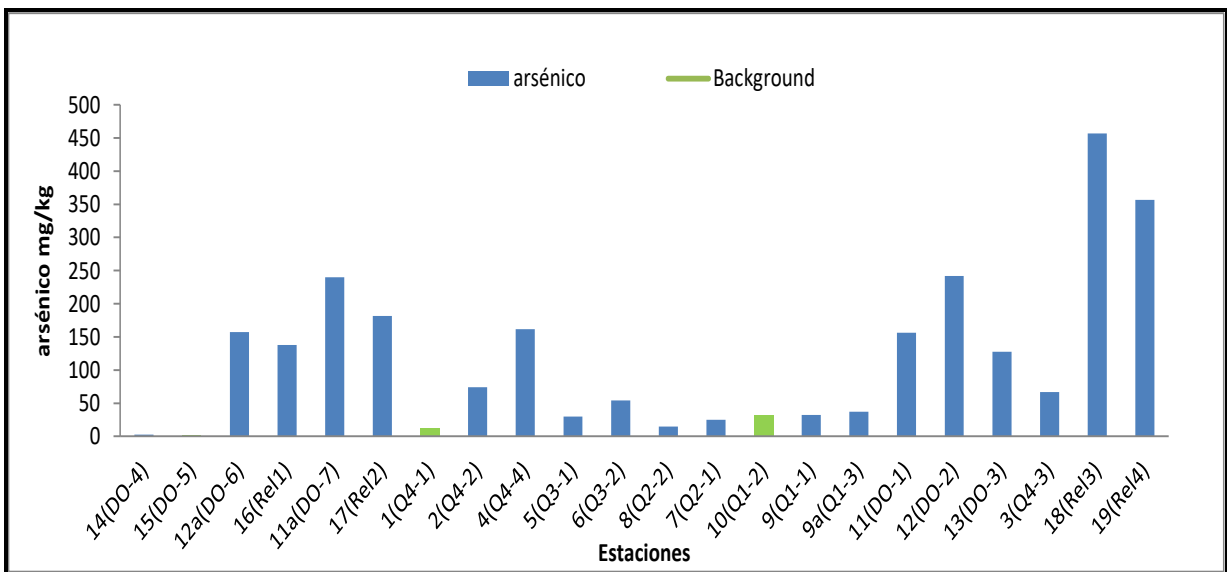
Punto de muestreo	Profundidad	Parámetros							pH
		arsénico	cadmio	cinc	cobre	cromo	plomo	cianuro	
		mg/Kg							u pH
		LD: 0,2	LD: 0,437	LD: 2,43	LD: 5,1	LD: 3,8	LD: 4,9	LD: 0,2	0,1
12(DO-2)	Compuesto relave a 40 cm	242,0	<LD	241,36	184,5	<LD	246,8	48,5	8,8
13(DO-3)	Compuesto relave a 40 cm	127,4	<LD	85,85	44,4	5,5	130,6	1,0	9,2
3(Q4-3)	Compuesto relave a 40 cm	66,6	<LD	6,26	10,1	<LD	20,6	<LD	8,5
18(ReI3)	Compuesto relave a 40 cm	456,7	<LD	628,77	301,3	<LD	694,7	99,6	9,6
19(ReI4)	Compuesto relave a 40 cm	356,8	0,794	274,56	325,1	<LD	493,5	239,0	9,5

A continuación se presentan en forma gráfica las concentraciones de cada punto de muestreo por parámetro analizado.

• **ARSÉNICO**

El arsénico en suelos presentó una variedad de valores entre 2,7 mg/Kg en 14(DO-4) como mínimo, hasta un máximo de 456,7 mg/Kg en 18(Rel3). El valor promedio es de 134,4 mg/Kg \pm 122,3¹³. Los Background reportaron valores de 12,5 mg/Kg, 32,5 mg/Kg, 1,7 mg/Kg, para los puntos 1(Q4-1), 10(Q1-2) y 15(DO-5), respectivamente. El Gráfico N° 14, muestra la concentración de arsénico en las distintas estaciones.

Gráfico N° 14:
Concentración de arsénico en suelos

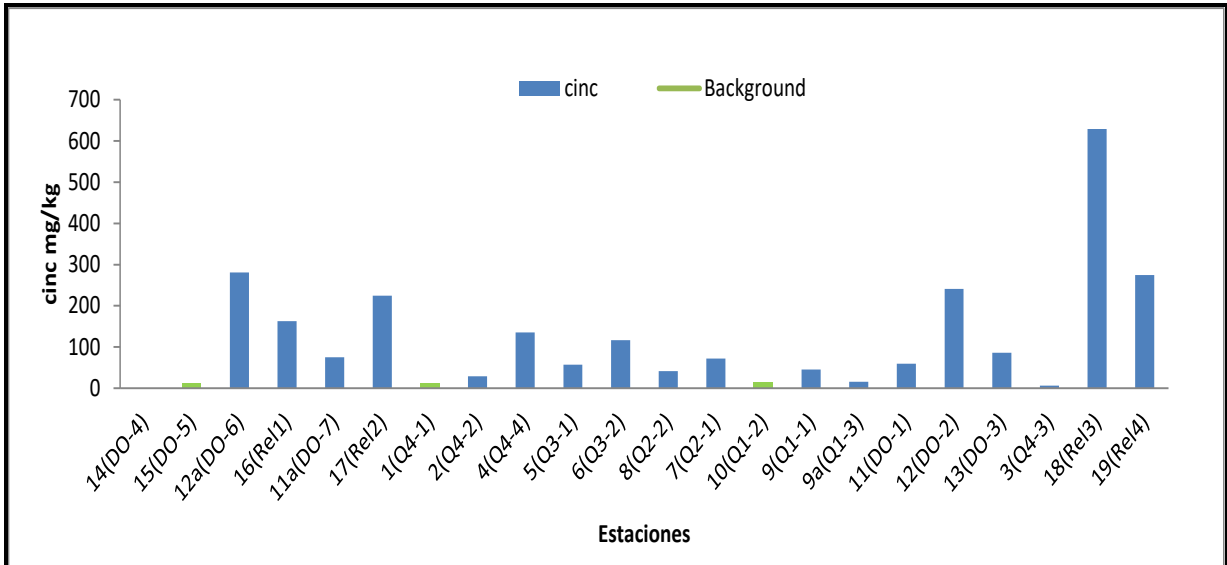


• **CINC**

El cinc presentó valores desde 6,26 mg/Kg en 3(Q4-3) hasta un máximo de 628,77 mg/Kg en 18(Rel3). El valor promedio es de 141,84 mg/Kg \pm 150,41¹³. Los Background reportaron valores de 12,00 mg/Kg, 14,39 mg/Kg, 11,50 mg/Kg, para los puntos 1(Q4-1), 10(Q1-2) y 15(DO-5), respectivamente. El Gráfico N° 15 muestra la concentración de cinc en las distintas estaciones.

¹³ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 15:
Concentración de cinc en suelos

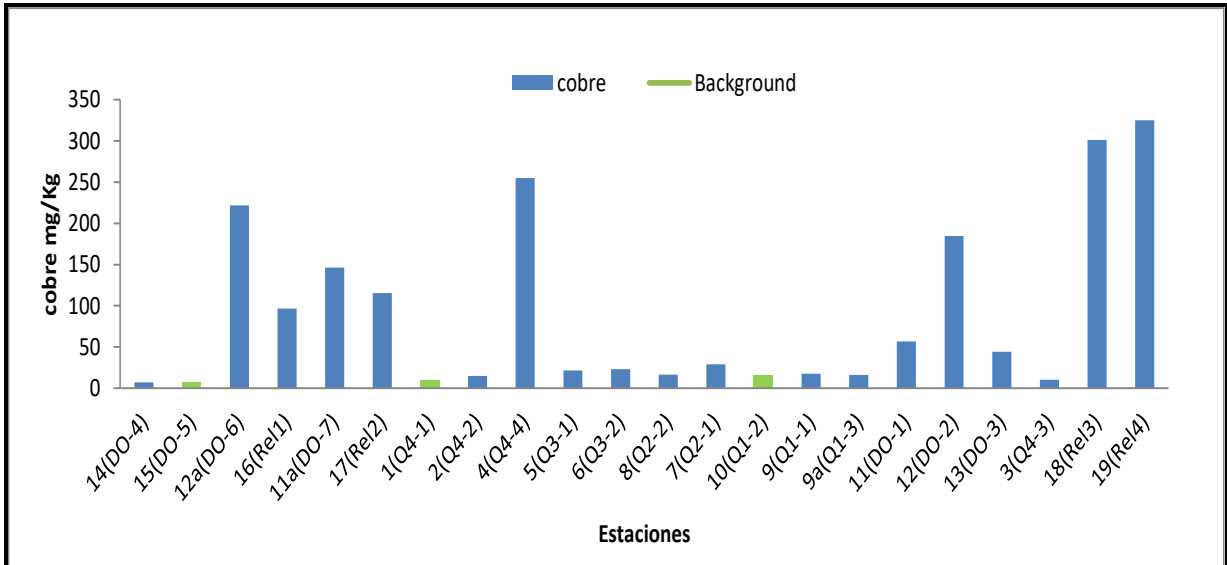


- COBRE**

El cobre presentó valores entre un mínimo de 7,1 mg/Kg en 14(DO-4) a un máximo de 325,1 mg/Kg en 19(Rel4). El valor promedio es de 100,2 mg/Kg \pm 107,1¹⁴. Los Background reportaron valores de 9,3 mg/Kg, 15,2 mg/Kg, 7,5 mg/Kg, para los puntos 1(Q4-1), 10(Q1-2) y 15(DO-5), respectivamente. El Gráfico N° 16 muestra la concentración de cobre en las distintas estaciones.

¹⁴ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 16:
Concentración de cobre en suelos

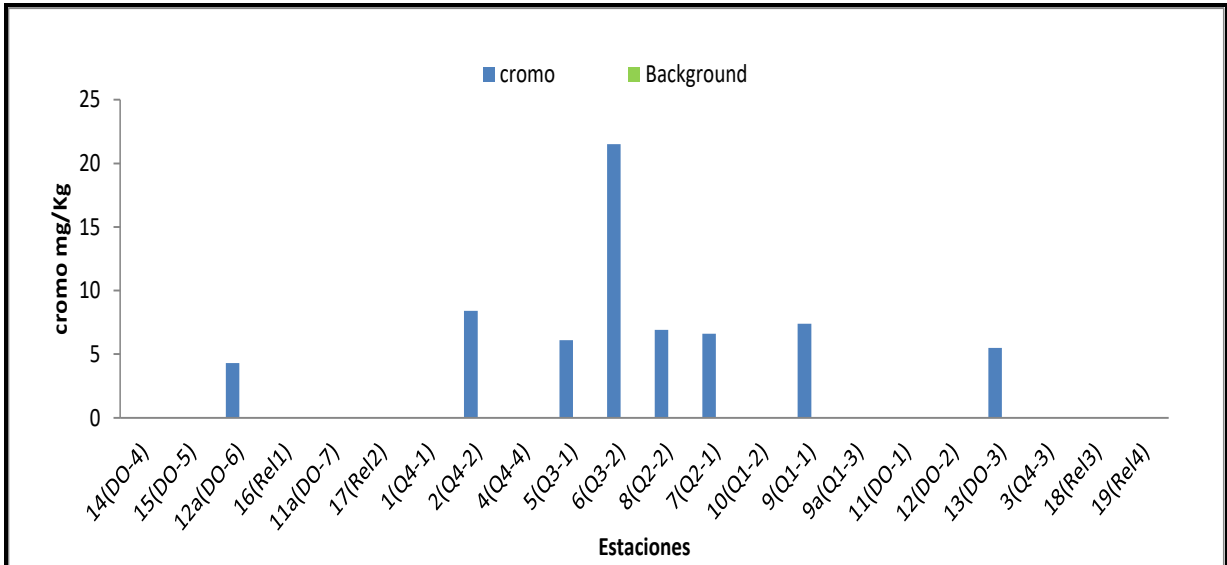


- **CROMO**

El cromo presentó resultados desde un valor mínimo de <3,8 mg/Kg (bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio) en los puntos 14(DO-4), 16(Rel1), 11a(DO-7), 17(Rel2), 4(Q4-4), 9a(Q1-3), 11(DO-1), 12(DO-2), 3(Q4-3), 18(Rel3) y 19(Rel4) y un máximo de 21,5 mg/Kg en 6(Q3-2). El valor promedio es de 8,3 mg/Kg \pm 5,5¹⁵. Los Background, 1(Q4-1), 10(Q1-2) y 15(DO-5), reportaron valores menores al límite de detección. El Gráfico N° 17, muestra la concentración de cromo total en las distintas estaciones.

¹⁵ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 17:
Concentración de cromo en suelos

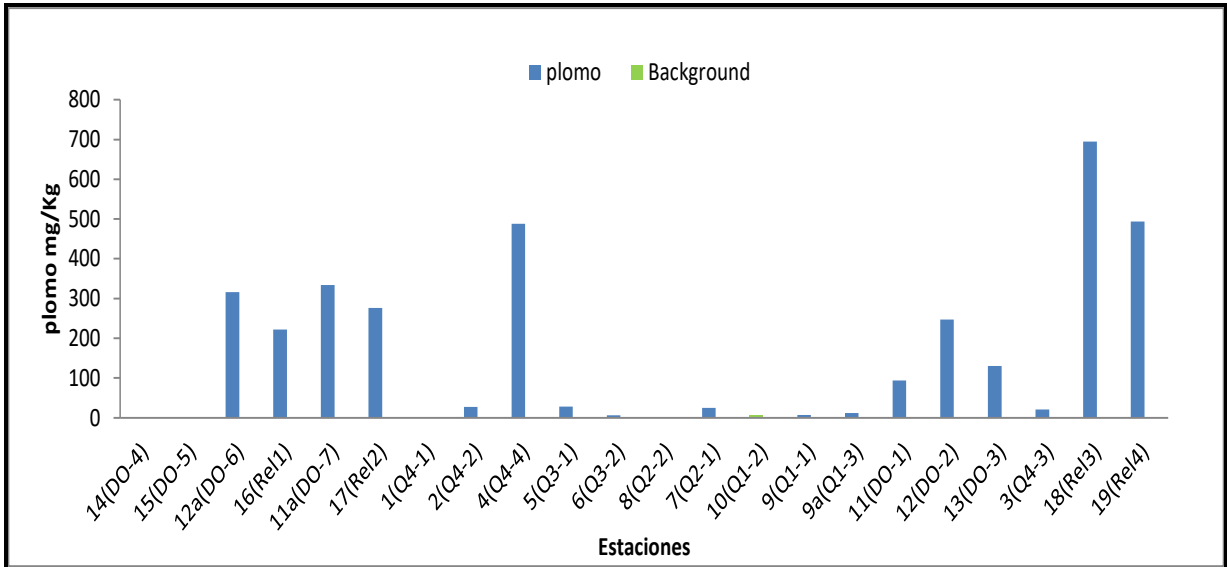


- **PLOMO**

El plomo presenta concentraciones que varían desde <4,9 mg/Kg (bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio) en 14(DO-4) y 8(Q2-2) hasta un máximo de 694,7 mg/Kg en 18(Rel3). El valor promedio es de 201,2 mg/Kg ± 209,5¹⁶. El Background reportó un valor de 5,8 mg/Kg, para el punto 10(Q1-2), mientras que para los puntos 1(Q4-1) y 15(DO-5), se reportaron concentraciones menores al límite de detección (<4,9 mg/Kg). El Gráfico N° 18, muestra la concentración de plomo en las distintas estaciones.

¹⁶ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 18:
Concentración de plomo en suelos

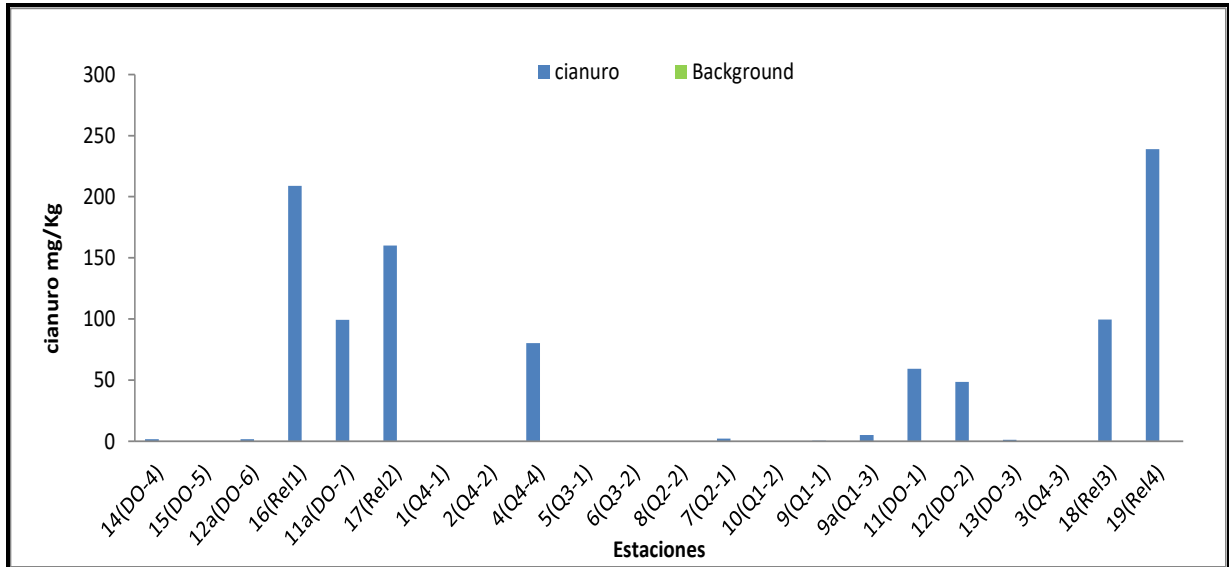


- **CIANURO**

El cianuro presenta concentraciones que van desde <0,2 mg/Kg (bajo el límite de detección del método de análisis del laboratorio) en 14(DO-4), 5(Q3-1), 6(Q3-2), 8(Q2-2) y 3(Q4-3) hasta un máximo de 239,0 mg/Kg en 19(Rel4). El valor promedio es de 77,2 mg/Kg \pm 89,7¹⁷. Los Background reportaron valores de <0,2 mg/Kg, concentraciones inferiores al límite de detección. El Gráfico N° 19, muestra la concentración de cianuro en las distintas estaciones.

¹⁷ Desviación estándar de los valores de concentración medidos.

Gráfico N° 19:¹⁸
Concentración de cianuro en suelos

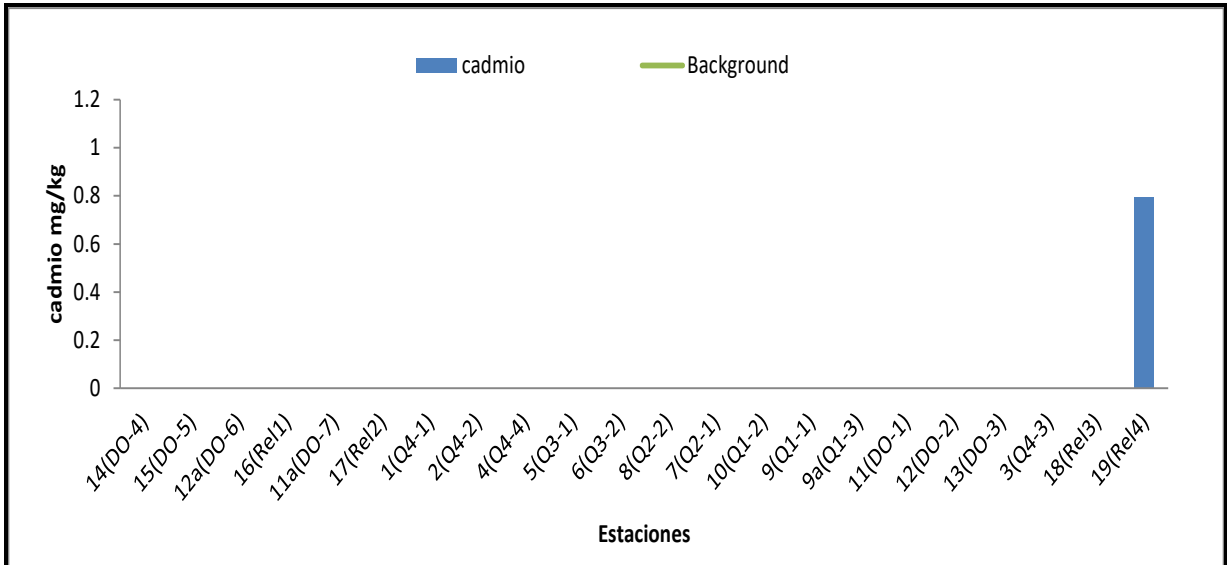


- **CADMIO**

El Cadmio presentó valores de concentración inferiores al límite de detección en todos los casos excepto en el punto 19(re14) en el que se obtuvo un valor de 0,794 mg/kg. Los puntos Background también reportaron valores por debajo del límite de detección. El Gráfico N° 20, muestra la concentración de cadmio en las distintas estaciones.

¹⁸ Los valores de los Background no se observan debido a que se encuentran por debajo del LD.

Gráfico N° 20:¹⁹
Concentración de Cadmio en suelos

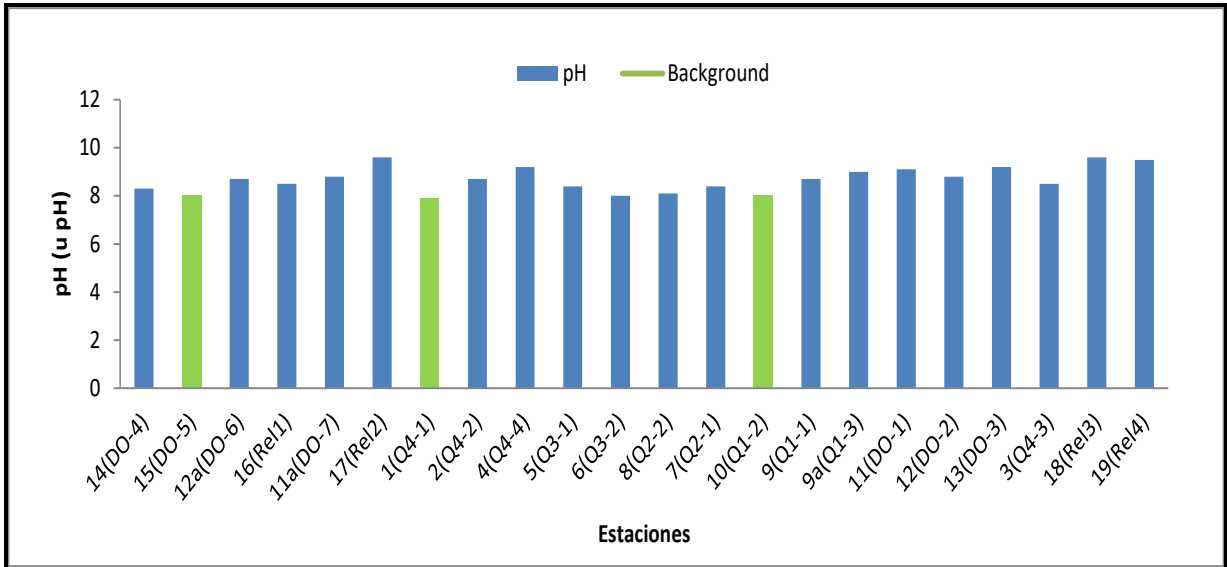


- **pH**

El pH presentó valores que van desde los 8,0 u pH en 6(Q3-2) hasta un máximo de 9,6 u pH en 18(ReI3). El valor promedio es de 8,8 u pH \pm 0,5. Los Background reportaron valores de 7,9 u pH, 8.0 u pH y 8,0 u pH, para los puntos 1(Q4-1), 10(Q1-2) y 15(DO-5), respectivamente. El Gráfico N° 21, muestra la concentración de pH en las distintas estaciones.

¹⁹ Los valores de los Background no se observan debido a que se encuentran por debajo del LD.

Gráfico N° 21:
Concentración de pH en suelos



13 Conclusiones

De los resultados obtenidos en la campaña de muestreo realizada entre el 4 y el 6 de octubre de 2017, se puede concluir:

- **AGUA**

Los resultados de los análisis de cadmio, cinc, cobre, cromo, plomo, cianuro presentaron valores bajo el límite de detección del método de análisis (LD).

Los resultados de As total y As disuelto presentaron mayores concentraciones en el punto de muestreo A-1, con 0,330 mg/L y 0,196 mg/L respectivamente y la menor concentración en el punto A-9 (<LD).

- **SEDIMENTOS**

Los mayores resultados de arsénico se encontraron en el punto de muestreo A-0.

Los resultados de cianuro presentaron concentraciones bajo el límite de detección del método de análisis en todas las estaciones.

Las mayores concentraciones de cobre y cinc se presentaron en el punto de muestreo A-4.

Las mayores concentraciones de cromo y plomo se presentaron en el punto de muestreo A-9.

Los puntos A-4 y A-3 presentaron concentraciones de cadmio 0,6 mg/Kg. Los demás resultados se encuentran bajo el LD.

- **SUELOS**

Las mayores concentraciones en las muestras de suelos, de arsénico, cinc y plomo se registraron en el punto de muestreo 18(Rel3) y de cadmio, cobre y cianuro en el punto 19(Rel4). El valor más alto de pH se registró en el punto 18(Rel3) y 17(Rel2).

Los resultados de cadmio estuvieron bajo el LD en todos los puntos de muestreo a excepción del punto 19(Rel4), levemente superior.

Los siguientes puntos presentaron concentraciones de cianuro: 19(Rel4), 17(Rel2), 16(Rel1), 18(Rel3), 11a(DO-7), 4(Q4-4), 11(DO-1), 12(DO-2), 9a(Q1-3), 7(Q2-1), 12a(DO-6), 14(DO-4), 13(DO-3) y 9(Q1-1), con valores entre 239,0 y 0,4 mg/Kg.

ANEXO I INFORMES DE ENSAYO

Resultados de Ensayos: Agua Superficial

INFORME N°LAB17-2555

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 11:50 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **Background**
Código Laboratorio : **A-0515/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 11:50 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **D-2**
Código Laboratorio : **A-0516/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 13:16 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-9**
Código Laboratorio : **A-0517/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 14:15 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-10**
Código Laboratorio : **A-0518/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	0,200	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	0,048	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 15:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-1**
Código Laboratorio : **A-0519/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	0,330	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	0,196	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 15:55 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-0**
Código Laboratorio : **A-0520/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	0,260	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	0,134	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 17:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-4**
Código Laboratorio : **A-0521/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	0,090	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	0,034	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 17:20 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-3**
Código Laboratorio : **A-0522/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	0,070	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	0,026	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad de Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Agua Superficial
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla / Zapahuira
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 17:41 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 10:00 h
Identificación Muestra : **A-2**
Código Laboratorio : **A-0523/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidades	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsenico	0,055	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Arsenico Disuelto	0,010	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	24/10/2017
Cadmio	< 0,003	0,003	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cinc	< 0,012	0,012	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Cobre	< 0,02	0,02	mg/L	SM 3111-B 2012	26/10/2017
Cromo	< 0,010	0,010	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017
Plomo	< 0,020	0,020	mg/L	SM 3111-B 2012	31/10/2017

Observaciones:

1. El Informe no puede ser reproducido total o parcialmente, sin autorización del área.
2. Los resultados obtenidos son válidos sólo para las muestras analizadas, las cuales fueron muestreadas, identificadas y proporcionadas por el cliente.
3. El tipo de preservante utilizado corresponde al indicado por la normativa vigente.
4. Metodología de análisis, según "Standard Methods for the examination of the water and wastewater", edición 22, 2012
5. Análisis dentro del alcance de la Acreditación del laboratorio (Certificado INN LE-1078)



Paula Oyanedel E.
Jefe Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO



Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 06 de Noviembre de 2017

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474514 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600008 □ ALGORITMOS - A 10
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 20:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

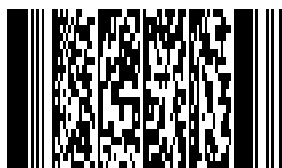
RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474514					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474515 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600003 □ ALGORITMOS - A 4
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 16:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474515					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	0,033	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474516 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600007 □ ALGORITMOS - BCKG
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 17:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

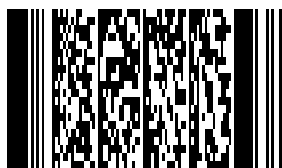
RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474516					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	0,007	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474517 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600005 □ ALGORITMOS - D2
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 18:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474517					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	0,007	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474518 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600009 □ ALGORITMOS - A 9
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 19:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

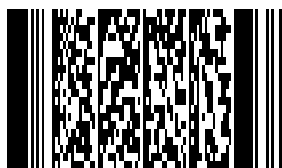
RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474518					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	0,012	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474519 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600006 □ ALGORITMOS - A 0
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 12:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

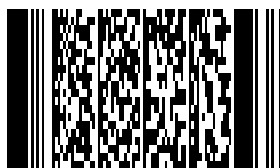
RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474519					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474520 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600010 □ ALGORITMOS - A 1
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 14:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

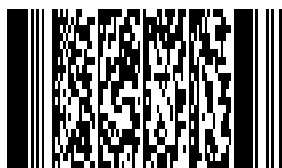
RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474520					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474521 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600011 □ ALGORITMOS - A 2
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 15:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474521					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	0,007	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

INFORME DE ENSAYO

C000049 (Rev. N°3)

ANTECEDENTES CLIENTE

Cliente ALGORITMOS Y MEDICIONES AMBIENTALES SPA.
Unidad
Dirección Seminario 180, Providencia, Santiago-
RUT 77007600-5

IDENTIFICACIÓN DEL ENSAYO

Tipo Muestra Agua Potable
Programa de Control Solicitud de Análisis general
Norma de Referencia Sin Norma de referencia.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Nro Muestra: 4474522 **Comuna:** Santiago
Descripción: 4600004 □ ALGORITMOS - A 3
Tipo Muestreo: Muestreo por ATM S.A. **Responsable Muestreo:** ATM
Fecha Muestreo: 03/10/2017 15:00 **Fecha Recepción:** 03/11/2017 16:18

OBSERVACIONES

- Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura.
- Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N°700, Puerto Montt.
- Anam es Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02
- El inspector Ambiental responsable del presente informe es Arturo Givovich H. código IA SMA 8.774.704-2 o Soledad Alarcón M. código IA SMA 10.062.114-2 o Jacqueline Pizarro G. código IA SMA 9.152.529-1
- Los resultados informados sólo son válidos para las muestras ensayadas.
- Los datos del presente informe sólo tienen validez en el formato entregado por ANAM. La parte receptora se compromete a mantener la estructura y no modificar los datos o valores.
- Documento firmado electrónicamente de acuerdo al estándar de la Ley 19.799.
- En el portal www.anam.cl, cada cliente puede corroborar la validez de sus informes buscando éste por n° de documento.
- ANAM Santiago cumple con los requisitos de la normativa oficial NCh 409/2 y Manual SISS, para el muestreo de Agua Potable y serie NCh 411 (partes 1,2,3,4,6,10 y 11) para el muestreo de aguas crudas y aguas residuales, como está especificado en los certificados LE-111 y LE-112 del INN.

RESULTADO DE ENSAYO

Muestra 4474522					
Análisis/Método	Fecha de ensayo	Resultado	Unidad	Requisito Normativo	Límite de Detección
Cianuro (CN-) ISO 14403 (2012)	Inicio 09/11/2017 16:02 Fin 10/11/2017 16:03	<0,001	mg/L	-	0,001

(*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:

- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.




Gerente de Operaciones
Soledad Alarcón M.
Código IA SMA 10.062.114-2

Resultados de Ensayos: Sedimentos

INFORME N° LAB17-2556

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 17:20 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **A-3**
Código Laboratorio : **S-0316/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	43,2	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	0,6	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	92,1	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	63,5	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	< 5,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	44,9	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	5,6	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 17:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **A-4**
Código Laboratorio : **S-0317/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	45,5	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	0,6	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	93,0	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	73,8	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	5,6	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	88,7	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	8,1	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 15:55 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **A-0**
Código Laboratorio : **S-0318/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	167,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	< 0,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	46,2	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	51,3	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	< 5,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	53,1	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	< 4,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 15:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **A-1**
Código Laboratorio : **S-0319/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	82,8	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	< 0,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	30,8	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	18,2	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	< 5,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	58,2	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	6,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 17:45 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **A-2**
Código Laboratorio : **S-0320/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	50,5	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	< 0,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	21,0	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	34,1	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	< 5,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	23,7	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	6,4	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 13:16 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **A-9**
Código Laboratorio : **S-0321/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	27,4	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	< 0,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	46,6	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	47,4	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	11,1	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	20,7	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	11,4	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 11:50 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **D-2**
Código Laboratorio : **S-0322/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	44,6	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	< 0,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	22,4	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	35,7	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	< 5,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	28,2	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	8,3	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Sedimentos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 06/10/2017 11:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **Background**
Código Laboratorio : **S-0323/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	33,6	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	03/11/2017
Cadmio	< 0,3	0,3	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	13,8	11,0	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cobre	35,4	5,6	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cromo	< 5,5	5,5	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
% Humedad	21,4	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	7,8	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017

Observaciones:

1. El informe no puede ser reproducido total o parcialmente, sin autorización del área.
2. Los resultados obtenidos son válidos sólo para las muestras analizadas, las cuales fueron muestreadas, identificadas y proporcionadas por el cliente.
3. * : Parametro sin acreditar
4. Cálculos realizados en base seca
5. Análisis dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio (Certificado INN LE-1080)

Paula Oyanedel E.
Jefe Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 06 de Noviembre de 2017



* 1 7 1 0 0 4 8 4 6 1 9 3 8 2 2 *

Informe de Ensayo (AC-041)Numero de Ingreso **415977**Cliente: **ASESORIAS ALGORITMOS SpA**

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Sedimentos

Ciudad / Región: Santiago, Región Metropolitana

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:35

Muestreado por Cliente

Resultados e Información del Muestreo

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
415977-01	A-3	Sedimento	A-3	Puntual	Sedimentos	06/10/2017 17:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	34,6	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,2(22,4°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
415977-02	A-4	Sedimento	A-4	Puntual	Sedimentos	06/10/2017 17:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	43,9	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	7,6(22,7°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
415977-03	A-0	Sedimento	A-0	Puntual	Sedimentos	06/10/2017 17:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	37,0	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	7,8(24,0°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
----	----------------	----------------	-------	---------	--------	----------------------------------

Fecha Emisión Informe: 18 de octubre de 2017

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.**Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.**

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



* 1 7 1 0 0 4 8 4 6 1 9 3 8 2 2 *

415977-04 A-1 Sedimento A-1 Puntual Sedimentos 06/10/2017 17:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	46,4	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	7,3(22,5°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
415977-05	A-2	Sedimento	A-2	Puntual	Sedimentos	06/10/2017 17:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	17,1	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	7,5(22,9°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
415977-06	A-9	Sedimento	A-9	Puntual	Sedimentos	06/10/2017 17:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	13,1	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	7,5(22,8°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
415977-07	D-2	Sedimento	D-2	Puntual	Sedimentos	06/10/2017 17:2

Fecha Emisión Informe: 18 de octubre de 2017

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.**Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.**HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



* 1 7 1 0 0 4 8 4 6 1 9 3 8 2 2 *

Resultados e Información del Muestreo

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	21,0	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	5,7(22,8°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

N°	Ident. Cliente	Lugar Muestreo	Punto	Muestra	Matriz	Fecha y Hora Término Muestreo
415977-08	BCKG	Sedimento	BCKG	Puntual	Sedimentos	06/10/2017 17:2

Parámetros	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	17/10/2017 17:59:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	14,5	16/10/2017 10:32:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	6,7(22,8°C)	13/10/2017 09:20:3	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos

Los resultados están expresados en base seca.

415977-01 Los resultados están expresados en base seca.



Ximena Cuadros M.
Ejecutivo Técnico

AC-041



* 4 1 5 9 7 7 1 8 1 0 X I 1 9 1 7 5 5 X *

Fecha Emisión Informe: 18 de octubre de 2017

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl

Resultados de Ensayos: Suelos

INFORME N° LAB17-2557

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 12:20 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **14(DO-4)**
Código Laboratorio : **S-0289/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	2,7	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	< 2,43	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	7,1	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,5	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	< 4,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 12:20 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **D1**
Código Laboratorio : **S-0290/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	2,9	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	8,76	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	8,7	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	4,4	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,6	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	< 4,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 12:45 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **15(DO-5)**
Código Laboratorio : **S-0291/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	1,7	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	11,50	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	7,5	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,3	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	< 4,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 13:35 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **12a(DO-6)**
Código Laboratorio : **S-0292/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	157,3	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	281,11	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	221,6	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	4,3	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	2,3	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	315,8	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 14:00 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **16(Rel1)**
Código Laboratorio : **S-0293/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	137,7	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	162,86	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	96,7	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	1,8	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	221,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 14:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **11a(DO-7)**
Código Laboratorio : **S-0294/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	239,9	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	75,52	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	146,5	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,4	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	333,8	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 15:00 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **17(Rel2)**
Código Laboratorio : **S-0295/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	181,7	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	224,23	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	115,6	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	1,9	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	276,5	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 15:36 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **1(Q4-1)**
Código Laboratorio : **S-0296/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	12,5	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	12,00	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	9,3	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,4	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	< 4,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 15:50 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **2(Q4-2)**
Código Laboratorio : **S-0297/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	74,3	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	28,76	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	15,0	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	8,4	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,5	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	27,0	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 16:15 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **4(Q4-4)**
Código Laboratorio : **S-0298/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	161,8	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	135,36	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	255,2	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,2	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	487,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 09:05 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **5(Q3-1)**
Código Laboratorio : **S-0299/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	29,7	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	57,30	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	21,7	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	6,1	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,2	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	27,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 09:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **6(Q3-2)**
Código Laboratorio : **S-0300/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	54,2	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	116,41	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	23,2	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	21,5	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,5	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	6,0	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 09:45 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **8(Q2-2)**
Código Laboratorio : **S-0301/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	15,0	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	41,66	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	16,3	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	6,9	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,3	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	< 4,9	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 10:05 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **7(Q2-1)**
Código Laboratorio : **S-0302/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	25,0	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	72,43	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	29,0	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	6,6	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,1	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	25,3	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 10:35 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **10(Q1-2)**
Código Laboratorio : **S-0303/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	32,5	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	14,39	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	15,2	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,2	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	5,8	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 11:00 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **9(Q1-1)**
Código Laboratorio : **S-0304/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	32,1	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	45,29	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	17,5	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	7,4	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,1	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	7,2	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 11:07 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **9a(Q1-3)**
Código Laboratorio : **S-0305/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	37,1	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	16,08	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	16,2	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,2	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	12,0	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 11:35 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **11(DO-1)**
Código Laboratorio : **S-0306/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	156,1	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	59,30	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	56,9	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,7	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	93,6	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 11:50 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **12(DO-2)**
Código Laboratorio : **S-0307/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	242,0	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	241,36	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	184,5	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,9	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	246,8	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 12:03 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **13(DO-3)**
Código Laboratorio : **S-0308/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	127,4	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	85,85	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	44,4	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	5,5	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,3	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	130,6	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 16:30 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **3(Q4-3)**
Código Laboratorio : **S-0309/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	66,6	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	6,26	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	10,1	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	0,3	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	20,6	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 17:10 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **18(Rel3)**
Código Laboratorio : **S-0310/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	456,7	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	< 0,437	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	628,77	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	301,3	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	1,6	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	694,7	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Nombre Cliente : Calidad Aguas y Suelos
Dirección Cliente : Seminario 180, Providencia, Santiago
Origen de la Muestra : Suelos
Identificación del Punto de Muestreo : Copaquilla
Fecha y Hora de Muestreo : 04/10/2017 17:22 h
Fecha y Hora de Recepción : 10/10/2017 11:00 h
Identificación Muestra : **19(Rel4)**
Código Laboratorio : **S-0311/17**

Parámetro	Resultado	Límite de Detección	Unidad	Método de Ensayo	Fecha de Análisis
Arsénico	356,8	0,2	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	30/10/2017
Cadmio	0,794	0,437	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	31/10/2017
Cinc	274,56	2,43	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cobre	325,1	5,1	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	25/10/2017
Cromo	< 3,8	3,8	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	26/10/2017
% Humedad	1,4	---	%	NCh 1515. Of79	18/10/2017
Plomo	493,5	4,9	mg/Kg	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	24/10/2017

Observaciones:

1. El informe no puede ser reproducido total o parcialmente, sin autorización del área.
2. Los resultados obtenidos son válidos sólo para las muestras analizadas, las cuales fueron muestreadas, identificadas y proporcionadas por el cliente.
3. * : Parametro sin acreditar
4. Cálculos realizados en base seca
5. Análisis dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio (Certificado INN LE-1080)



Paula Oyanedel E.
Jefe Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO



Ruby Utrera C.
Gerente Laboratorio
ÁREA ANÁLISIS QUÍMICO

Santiago, 06 de Noviembre de 2017



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415978-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 14 (DO-4)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 14 (DO-4)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 12:20:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	1,49	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,2	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,3(23,1°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415978-02

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: D1

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: D1

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 12:20:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	19/10/2017 18:43:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,2	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,5(23,6°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



* 2 0 1 8 0 1 0 0 0 9 2 5 0 9 5 0 3 8 *

Informe de Ensayo (AC-041)**Numero de Ingreso** 415978-03**Cliente:** ASESORIAS ALGORITMOS SpA**Dirección:** Seminario N°180**Proyecto:** Control Muestras de Suelos**Identificación Cliente:** 15 (DO-5)**Lugar de Muestreo:** Suelo**Dirección:****Ciudad / Región:** Santiago, Región Metropolitana**Instrumento Ambiental:****Punto de Muestreo:** 15 (DO-5)**Matríz:** Suelos**Tipo de Muestreo:** Puntual**Término de Muestreo:** 04/10/2017 12:45:00**Recepción Laboratorio:** 12/10/2017 18:33:37**Muestreado por:** Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,1	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,0(25,0°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



* 4 1 5 9 7 8 5 1 X 1 0 9 5 0 1 4 X *

Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018**Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.****Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.**

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415978-04

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 12a (DO-6)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago, Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 12a (DO-6)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 12:45:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	1,59	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,3	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,7(25,0°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415979-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 16 (Rel 1)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 16 (Rel 1)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 14:00:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	209	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,2	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,5(23,1°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415979-02

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 16 (Rel 1)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 16 (Rel 1)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 14:00:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	269	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,2	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,9(23,9°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415980-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 11a (DO-7)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 11a (DO-7)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 14:30:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	99,2	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,1	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,8(23,3°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
 - (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
 - (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos
- Los resultados están expresados en base seca.



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.
 HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
 Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415981-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 17 (Rel 2)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 17 (Rel 2)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 15:00:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	160	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,3	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,6(25,0°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415981-02

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 17 (Rel 2)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 17 (Rel 2)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 15:00:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	235	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,3	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,6(23,3°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415982-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 1 (Q4-1)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago, Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 1 (Q4-1)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 15:36:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,1	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	7,9(23,1°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415982-02

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 2 (Q4-2)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 2 (Q4-2)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 15:50:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,1	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,7(23,9°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415982-03

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 4 (Q4-4)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 4 (Q4-4)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 16:15:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	80,2	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,0	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,2(22,0°C)	13/10/2017 09:20:4	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 5 (Q3-1)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 5 (Q3-1)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 09:05:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	19/10/2017 18:43:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,1	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,4(24,0°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-02

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 6 (Q3-2)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 6 (Q3-2)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 09:30:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,0	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,0(25,0°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

- (2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012
- (16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846
- (17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005
Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-03

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 8 (Q2-2)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 8 (Q2-2)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 09:45:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,1	16/10/2017 10:34:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,1(25,0°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-04

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 7 (Q2-1)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago, Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 7 (Q2-1)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 10:05:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	2,00	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,0	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,4(23,8°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-05

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 10 (Q1-2)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 10 (Q1-2)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 11:35:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	19/10/2017 18:43:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,0	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,0(22,0°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-06

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 9 (Q1-1)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 9 (Q1-1)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 11:35:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	0,438	20/10/2017 16:29:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,0	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,7(22,7°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-07

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 9a (Q1-3)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 9a (Q1-3)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 11:35:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	5,02	20/10/2017 16:40:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	<0,0	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,0(22,1°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415983-08

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 11 (DO-1)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 11 (DO-1)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 11:35:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:37

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	59,3	20/10/2017 16:40:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,3	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,1(22,2°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415984-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 12 (DO-2)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 12 (DO-2)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 11:50:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:38

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	48,5	19/10/2017 18:43:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,4	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,8(22,2°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl

**Informe de Ensayo** (AC-041)**Numero de Ingreso** 415984-02**Cliente:** ASESORIAS ALGORITMOS SpA**Dirección:** Seminario N°180**Proyecto:** Control Muestras de Suelos**Identificación Cliente:** 13 (DO-3)**Lugar de Muestreo:** Suelo**Dirección:****Ciudad / Región:** Santiago, Región Metropolitana**Instrumento Ambiental:****Punto de Muestreo:** 13 (DO-3)**Matríz:** Suelos**Término de Muestreo:** 04/10/2017 12:03:00**Muestreado por:** Cliente**Tipo de Muestreo:** Puntual**Recepción Laboratorio:** 12/10/2017 18:33:38

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	1,02	20/10/2017 16:40:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,0	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,2(22,8°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041

**Fecha Emisión Informe:** 5 de enero de 2018**Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.****Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.**

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415984-03

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 3 (Q4-3)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 3 (Q4-3)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 16:30:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:38

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	<0,2	19/10/2017 18:43:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	0,1	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	8,5(22,2°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos

Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415985-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 18 (Rel3)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 18 (Rel3)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 17:10:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:38

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	99,6	20/10/2017 16:40:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,2	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,6(23,7°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl

**Informe de Ensayo** (AC-041)**Numero de Ingreso** 415985-02**Cliente:** ASESORIAS ALGORITMOS SpA**Dirección:** Seminario N°180**Proyecto:** Control Muestras de Suelos**Identificación Cliente:** 18 (Rel3)**Lugar de Muestreo:** Suelo**Dirección:****Ciudad / Región:** Santiago, Región Metropolitana**Instrumento Ambiental:****Punto de Muestreo:** 18 (Rel3)**Matríz:** Suelos**Término de Muestreo:** 04/10/2017 17:10:00**Muestreado por:** Cliente**Tipo de Muestreo:** Puntual**Recepción Laboratorio:** 12/10/2017 18:33:38

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	76,2	20/10/2017 16:40:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,3	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,6(22,0°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041

**Fecha Emisión Informe:** 5 de enero de 2018**Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.****Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.**

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidrolab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415986-01

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 19 (Rel4)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección: s/i

Ciudad / Región: Santiago, Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 19 (Rel4)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 17:22:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:38

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	239	20/10/2017 16:40:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,1	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,5(24,1°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl



Informe de Ensayo (AC-041)

Numero de Ingreso 415986-02

Cliente: ASESORIAS ALGORITMOS SpA

Dirección: Seminario N°180

Proyecto: Control Muestras de Suelos

Identificación Cliente: 19 (Rel4)

Lugar de Muestreo: Suelo

Dirección:

Ciudad / Región: Santiago,Región Metropolitana

Instrumento Ambiental:

Punto de Muestreo: 19 (Rel4)

Matríz: Suelos

Tipo de Muestreo: Puntual

Término de Muestreo: 04/10/2017 17:22:00

Recepción Laboratorio: 12/10/2017 18:33:38

Muestreado por: Cliente

Parámetro	Unidades	Resultados	Fecha y Hora Análisis	Ref.Método
Cianuro Total	mg CN/Kg	114	20/10/2017 16:40:0	EPA-9013(16)
Porcentaje de humedad	%	1,0	16/10/2017 10:35:0	SM-2540G(2)
pH	unidad	9,1(22,0°C)	13/10/2017 09:25:5	CNA-MET3.1(17)

Notas:

(2) Standard Methods for the examination of Water and Wastewater, 22 th Edition 2012

(16) EPA, Test Methods for evaluating Solid Waste SW 846

(17) Métodos basados en análisis recomendados CNA para suelos y tejidos



**Ximena Cuadros Moya
Ejecutivo Técnico/Rep.Legal**

AC-041



Fecha Emisión Informe: 5 de enero de 2018

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada.

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio.

HIDROLAB se encuentra bajo las Acreditaciones INN LE 214 - LE 215 - LE 1273; de acuerdo a NCh-ISO 17025 Of 2005

Av. Central 681, Quilicura Santiago - Telefono: 27566350 Fax: 27566351 - www.hidroLab.cl

ANEXO II CADENAS DE CUSTODIA

ANEXO III VERIFICACIÓN DE EQUIPOS

<i>Algoritmos</i>	Control Verificación/Ajuste de Instrumentos	RI1-1007
-------------------	--	----------

Lugar	BCKG	Fecha	06/10/17
Responsable	Rodrigo Constanzo	Hora	11:20

Codigo Identificacion de Ajuste		
buffer 4	Nº Lote	9935-1
buffer 7	Nº Lote	74-1
buffer 10	Nº Lote	9398-4
buffer 84	Nº Lote	
buffer 1413	Nº Lote	1413
buffer 5000	Nº Lote	

Codigo Identificacion Verificacion		
buffer 4	Nº Lote	
buffer 7	Nº Lote	
buffer 10	Nº Lote	
buffer 84	Nº Lote	
buffer 1413	Nº Lote	
buffer 5000	Nº Lote	

Codigo identificacion Cloro/Oxigeno		
Stdr. 1	Nº Lote	
Stdr. 2	Nº Lote	
Stdr. 3	Nº Lote	
0%	Nº Lote	1596-1
100%	Nº Lote	1
---	---	---

Verificacion de equipos

	pH	Tº corregida	Desviacion	Aceptable	
				si	no
pH 4.01	3.88	20,7	3,90-4,10 (0,1 U pH)		✓
pH 7.01			6,90-7,10 (0,1 U pH)		✓
pH 10.01			9,90-10,10 (0,1 U pH)		✓
84µs/cm			79,8-88,2 (5%)		✓
1413µs/cm	388	24,0	1370-1455,3 (3%)		✓
5000µs/cm			4850-5150 (3%)		

	Valor	Desviacion	Aceptable	
			si	no
Cloro	*Stdr. 1	0,97-1,03		
	Stdr. 2			
	Stdr. 3			
Oxigeno	0%	1596-1-0	✓	
	100%			
	---	---	---	---

	pH	Tº corregida	Desviacion	Aceptable	
				si	no
pH 4.01	4.09	24,0	3,90-4,10 (0,1 U pH)	✓	
pH 7.01	7.07	24,0	6,90-7,10 (0,1 U pH)	✓	
pH 10.01	9,98	24,7	9,90-10,10 (0,1 U pH)	✓	
85µs/cm			79,8-88,2 (5%)		
1413µs/cm			1370-1455,3 (3%)		
5000µs/cm			4850-5150 (3%)		

	Valor	Desviacion	Aceptable	
			si	no
Cloro	*Stdr. 1	0,97-1,03		
	Stdr. 2			
	Stdr. 3			
Oxigeno	0%			
	100%			
	---	---	---	---

*Valor de 1.00 mg/L HI 96771

Ajuste de equipos

	pH	Tº corregida	Desviacion	Aceptable	
				si	no
pH 4.01			3,90-4,10 (0,1 U pH)		
pH 7.01			6,90-7,10 (0,1 U pH)		
pH 10.01			9,90-10,10 (0,1 U pH)		
84µs/cm			79,8-88,2 (5%)		
1413µs/cm			1370-1455,3 (3%)		
5000µs/cm			4850-5150 (3%)		

	Valor	Desviacion	Aceptable	
			si	no
Cloro	*Stdr. 1	0,97-1,03		
	Stdr. 2			
	Stdr. 3			
Oxigeno	0%			
	100%			
	---	---	---	---

	pH	Tº corregida	Desviacion	Aceptable	
				si	no
pH 4.01			3,90-4,10 (0,1 U pH)		
pH 7.01			6,90-7,10 (0,1 U pH)		
pH 10.01			9,90-10,10 (0,1 U pH)		
84µs/cm			79,8-88,2 (5%)		
1413µs/cm			1370-1455,3 (3%)		
5000µs/cm			4850-5150 (3%)		

	Valor	Desviacion	Aceptable	
			si	no
Cloro	*Stdr. 1	0,97-1,03		
	Stdr. 2			
	Stdr. 3			
Oxigeno	0%			
	100%			
	---	---	---	---

*Valor de 1.00 mg/L HI 96771

Nombre de Equipo		Codigo Equipo	
Nombre de Equipo		Codigo Equipo	
Nombre de Equipo		Codigo Equipo	
Nombre de Equipo		Codigo Equipo	

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002711

Nº de Referencia: MN-17/002711-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-1004-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 26/04/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 17:27	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002711

Nº de Referencia: MN-17/002711-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	144	-	mg/kg	
* Bario	2.382	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	54,9	-	mg/kg	
* Calcio	0,29	-	%	
* Cobalto	2,01	-	mg/kg	
* Cobre	131	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	66,7	-	mg/kg	
* Galio	185	-	mg/kg	
* Litio	9,17	-	mg/kg	
* Magnesio	0,05	-	%	
* Molibdeno	3,90	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	SI	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	92,1	-	mg/kg	

Metales Digestión Agua-Regia

* Aluminio	0,86	-	%	
------------	------	---	---	--

Fertilidad

* Azufre	0,37	-	%	
----------	------	---	---	--

Otros Parámetros Físico Químicos

* Fósforo	160	-	mg/kg	
-----------	-----	---	-------	--

Metales Totales

* Arsénico	441	-	mg/kg	
* Boro	7,28	-	mg/kg	
* Cadmio	0,73	-	mg/kg	
* Cromo	15,8	-	mg/kg	
* Hierro	1,99	-	%	
* Manganeso	71,5	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	

Cationes +

* Potasio	0,14	-	%	
* Sodio	0,03	-	%	

Metales Solubles en Ácido

* Níquel	16,2	-	mg/kg	
* Plata	67,2	-	mg/kg	
* Plomo	615	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002711

Nº de Referencia: MN-17/002711-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	27,0	-	mg/kg	
* Zinc	206	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002711

Nº de Referencia: MN-17/002711-M1 Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Tipo Muestra: MINERAL Fecha Fin: 15/05/2017
--	--

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002711

Nº de Referencia: MN-17/002711-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002714

Nº de Referencia: MN-17/002714-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-1004-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 26/04/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:00	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002714

Nº de Referencia: MN-17/002714-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	155	-	mg/kg	
* Bario	2.324	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	54,1	-	mg/kg	
* Calcio	0,40	-	%	
* Cobalto	3,14	-	mg/kg	
* Cobre	378	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	57,0	-	mg/kg	
* Galio	179	-	mg/kg	
* Litio	7,44	-	mg/kg	
* Magnesio	0,08	-	%	
* Molibdeno	4,11	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	SI	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	109	-	mg/kg	

Metales Digestión Agua-Regia

* Aluminio	0,60	-	%	
------------	------	---	---	--

Fertilidad

* Azufre	0,40	-	%	
----------	------	---	---	--

Otros Parámetros Físico Químicos

* Fósforo	166	-	mg/kg	
-----------	-----	---	-------	--

Metales Totales

* Arsénico	473	-	mg/kg	
* Boro	11,5	-	mg/kg	
* Cadmio	0,90	-	mg/kg	
* Cromo	18,6	-	mg/kg	
* Hierro	1,89	-	%	
* Manganeso	99,1	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	

Cationes +

* Potasio	0,13	-	%	
* Sodio	0,09	-	%	

Metales Solubles en Ácido

* Níquel	19,9	-	mg/kg	
* Plata	87,8	-	mg/kg	
* Plomo	758	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002714

Nº de Referencia: MN-17/002714-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	25,5	-	mg/kg	
* Zinc	287	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002714

Nº de Referencia: MN-17/002714-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 15/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002714

Nº de Referencia: MN-17/002714-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002717

Nº de Referencia: MN-17/002717-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-1004-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 26/04/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:30	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002717

Nº de Referencia: MN-17/002717-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	232	-	mg/kg	
* Bario	2.463	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	40,1	-	mg/kg	
* Calcio	0,92	-	%	
* Cobalto	9,86	-	mg/kg	
* Cobre	661	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	54,5	-	mg/kg	
* Galio	184	-	mg/kg	
* Litio	5,07	-	mg/kg	
* Magnesio	0,10	-	%	
* Molibdeno	4,35	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	SI	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	116	-	mg/kg	

Metales Digestión Agua-Regia

* Aluminio	0,35	-	%	
------------	------	---	---	--

Fertilidad

* Azufre	0,57	-	%	
----------	------	---	---	--

Otros Parámetros Físico Químicos

* Fósforo	229	-	mg/kg	
-----------	-----	---	-------	--

Metales Totales

* Arsénico	632	-	mg/kg	
* Boro	16,6	-	mg/kg	
* Cadmio	2,93	-	mg/kg	
* Cromo	15,0	-	mg/kg	
* Hierro	2,00	-	%	
* Manganeso	129	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	

Cationes +

* Potasio	0,13	-	%	
* Sodio	0,09	-	%	

Metales Solubles en Ácido

* Níquel	15,1	-	mg/kg	
* Plata	53,7	-	mg/kg	
* Plomo	1.526	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002717

Nº de Referencia: MN-17/002717-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	22,6	-	mg/kg	
* Zinc	508	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002717

Nº de Referencia: MN-17/002717-M1 Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Tipo Muestra: MINERAL Fecha Fin: 15/05/2017
--	--

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002717

Nº de Referencia: MN-17/002717-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002720

Nº de Referencia: MN-17/002720-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-1004-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 26/04/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:15	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002720

Nº de Referencia: MN-17/002720-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	163	-	mg/kg	
* Bario	2.394	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	56,4	-	mg/kg	
* Calcio	0,38	-	%	
* Cobalto	3,22	-	mg/kg	
* Cobre	348	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	51,1	-	mg/kg	
* Galio	176	-	mg/kg	
* Litio	3,62	-	mg/kg	
* Magnesio	0,06	-	%	
* Molibdeno	2,95	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	SI	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	124	-	mg/kg	

Metales Digestión Agua-Regia

* Aluminio	0,30	-	%	
------------	------	---	---	--

Fertilidad

* Azufre	0,37	-	%	
----------	------	---	---	--

Otros Parámetros Físico Químicos

* Fósforo	169	-	mg/kg	
-----------	-----	---	-------	--

Metales Totales

* Arsénico	462	-	mg/kg	
* Boro	9,11	-	mg/kg	
* Cadmio	0,75	-	mg/kg	
* Cromo	11,4	-	mg/kg	
* Hierro	2,12	-	%	
* Manganeso	88,2	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	

Cationes +

* Potasio	0,10	-	%	
* Sodio	0,08	-	%	

Metales Solubles en Ácido

* Níquel	9,49	-	mg/kg	
* Plata	65,8	-	mg/kg	
* Plomo	649	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002720

Nº de Referencia: MN-17/002720-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	22,4	-	mg/kg	
* Zinc	323	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002720

Nº de Referencia: MN-17/002720-M1 Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Tipo Muestra: MINERAL Fecha Fin: 15/05/2017
--	--

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002720

Nº de Referencia: MN-17/002720-M1 Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Tipo Muestra: MINERAL Fecha Fin: 15/05/2017
--	--

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002721

Nº de Referencia: MN-17/002721-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-1004-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 26/04/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: RE1 LM: COPAQUILLA, PM: 40CM PIQUE 06/Z		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:50	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:
COORDENADAS (ESTE) 431733 (NORTE) 796408

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002721

Nº de Referencia: MN-17/002721-M1

Tipo Muestra: MINERAL

Descripción: RE1 LM: COPAQUILLA, PM: 40CM PIQUE 06/Z

Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	63,7	-	mg/kg	
* Bario	1.650	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	32,8	-	mg/kg	
* Calcio	0,21	-	%	
* Cobalto	3,07	-	mg/kg	
* Cobre	154	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	49,7	-	mg/kg	
* Galio	127	-	mg/kg	
* Litio	8,83	-	mg/kg	
* Magnesio	0,21	-	%	
* Molibdeno	3,02	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	SI	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	381	-	mg/kg	

Metales Digestión Agua-Regia

* Aluminio	0,68	-	%	
------------	------	---	---	--

Fertilidad

* Azufre	0,14	-	%	
----------	------	---	---	--

Otros Parámetros Físico Químicos

* Fósforo	314	-	mg/kg	
-----------	-----	---	-------	--

Metales Totales

* Arsénico	205	-	mg/kg	
* Boro	10,8	-	mg/kg	
* Cadmio	0,38	-	mg/kg	
* Cromo	22,1	-	mg/kg	
* Hierro	1,43	-	%	
* Manganeso	189	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	

Cationes +

* Potasio	0,20	-	%	
* Sodio	0,08	-	%	

Metales Solubles en Ácido

* Níquel	21,6	-	mg/kg	
* Plata	30,6	-	mg/kg	
* Plomo	213	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002721

Nº de Referencia: MN-17/002721-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: RE1 LM: COPAQUILLA, PM: 40CM PIQUE 06/Z	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	27,3	-	mg/kg	
* Zinc	362	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002721

Nº de Referencia: MN-17/002721-M1 Descripción: RE1 LM: COPAQUILLA, PM: 40CM PIQUE 06/Z	Tipo Muestra: MINERAL Fecha Fin: 15/05/2017
---	--

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002721

Nº de Referencia: MN-17/002721-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: RE1 LM: COPAQUILLA, PM: 40CM PIQUE 06/Z	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002722

Nº de Referencia: MN-17/002722-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-1004-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 26/04/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: RE2 LM: COPAQUILLA, PM: IN PIQUE 06/E		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:58	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:
COORDENADAS (ESTE) 431733 (NORTE) 796408

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002722

Nº de Referencia: MN-17/002722-M1

Tipo Muestra: MINERAL

Descripción: RE2 LM: COPAQUILLA, PM: IN PIQUE 06/E

Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	< 5,00	-	mg/kg	
* Bario	274	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	< 5,00	-	mg/kg	
* Calcio	0,16	-	%	
* Cobalto	3,13	-	mg/kg	
* Cobre	28,0	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	33,9	-	mg/kg	
* Galio	21,4	-	mg/kg	
* Litio	5,06	-	mg/kg	
* Magnesio	0,17	-	%	
* Molibdeno	2,95	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	SI	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	555	-	mg/kg	

Metales Digestión Agua-Regia

* Aluminio	0,53	-	%	
------------	------	---	---	--

Fertilidad

* Azufre	0,01	-	%	
----------	------	---	---	--

Otros Parámetros Físico Químicos

* Fósforo	355	-	mg/kg	
-----------	-----	---	-------	--

Metales Totales

* Arsénico	17,0	-	mg/kg	
* Boro	10,6	-	mg/kg	
* Cadmio	< 0,00	-	mg/kg	
* Cromo	32,2	-	mg/kg	
* Hierro	1,67	-	%	
* Manganeso	264	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	

Cationes +

* Potasio	0,19	-	%	
* Sodio	0,10	-	%	

Metales Solubles en Ácido

* Níquel	34,9	-	mg/kg	
* Plata	2,76	-	mg/kg	
* Plomo	20,6	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002722

Nº de Referencia: MN-17/002722-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: RE2 LM: COPAQUILLA, PM: IN PIQUE 06/E	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	34,5	-	mg/kg	
* Zinc	51,7	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002722

Nº de Referencia: MN-17/002722-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: RE2 LM: COPAQUILLA, PM: IN PIQUE 06/E	Fecha Fin: 15/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,00 - 0,00 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002722

Nº de Referencia: MN-17/002722-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: RE2 LM: COPAQUILLA, PM: IN PIQUE 06/E	Fecha Fin: 15/05/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002709

Nº de Referencia: MN-17/002709-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 03/05/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP1, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 17:27	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Muestras subcontratadas por preparación mecánica a MTQ enviadas el 25/04/2017 recepcionadas 03/05/2017

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002709

Nº de Referencia: MN-17/002709-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP1, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	7,60	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	5,00	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	4,10	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002709

Nº de Referencia: MN-17/002709-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP1, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 15/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002710

Nº de Referencia: MN-17/002710-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: MI-0187-PE	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 10/05/2017	Fecha Fin: 11/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 17:27	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 01/06/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002710

Nº de Referencia: MN-17/002710-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 11/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	0,97	-	%	
Sulfato Total	0,81	-	%	
Sulfuro Total	0,16	-	%	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002710

Nº de Referencia: MN-17/002710-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 11/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 %

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002712-M1

Nº de Referencia: MN-17/002712-M2	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 03/05/2017	Fecha Fin: 19/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576		

Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:00	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Muestras subcontratadas por preparación mecánica a MTQ enviadas el 25/04/2017 recepcionadas 03/05/2017

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002712-M1

Nº de Referencia: MN-17/002712-M2	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 19/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	7,68	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	5,31	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	8,00	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002712-M1

Nº de Referencia: MN-17/002712-M2	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 19/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002713

Nº de Referencia: MN-17/002713-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: MI-0187-PE	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 10/05/2017	Fecha Fin: 11/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP2, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:00	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 01/06/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002713

Nº de Referencia: MN-17/002713-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 11/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	0,91	-	%	
Sulfato Total	0,74	-	%	
Sulfuro Total	0,17	-	%	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002713

Nº de Referencia: MN-17/002713-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP2, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 11/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 %

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002715

Nº de Referencia: MN-17/002715-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 03/05/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP3, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:30	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Muestras subcontratadas por preparación mecánica a MTQ enviadas el 25/04/2017 recepcionadas 03/05/2017

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002715

Nº de Referencia: MN-17/002715-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP3, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	7,84	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	4,38	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	15,4	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002715

Nº de Referencia: MN-17/002715-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP3, LM:COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 15/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002718

Nº de Referencia: MN-17/002718-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 03/05/2017	Fecha Fin: 15/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:15	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Muestras subcontratadas por preparación mecánica a MTQ enviadas el 25/04/2017 recepcionadas 03/05/2017

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002718

Nº de Referencia: MN-17/002718-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 15/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	8,57	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	4,38	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	9,80	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002718

Nº de Referencia: MN-17/002718-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 15/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002716

Nº de Referencia: MN-17/002716-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: MI-0187-PE	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 10/05/2017	Fecha Fin: 11/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:30	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 01/06/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002716

Nº de Referencia: MN-17/002716-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 11/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	0,87	-	%	
Sulfato Total	0,73	-	%	
Sulfuro Total	0,14	-	%	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002716

Nº de Referencia: MN-17/002716-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 11/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 %

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002719

Nº de Referencia: MN-17/002719-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: MI-0187-PE	Centro Análisis: AGQ Perú	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 10/05/2017	Fecha Fin: 11/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:15	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 01/06/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002719

Nº de Referencia: MN-17/002719-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 11/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	0,89	-	%	
Sulfato Total	0,75	-	%	
Sulfuro Total	0,14	-	%	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Anula y sustituye a la versión anterior : MN-17/002719

Nº de Referencia: MN-17/002719-M1	Tipo Muestra: MINERAL
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 11/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Geoquímica Ambiental				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 %
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 %

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000796

Nº de Referencia: LX-17/000796-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 24/04/2017	Fecha Fin: 09/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 17:27	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000796

Nº de Referencia: LX-17/000796-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 09/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Antimonio Disuelto	0,0587	± 17 %	mg/L	
Bismuto Disuelto	0,003	± 7 %	mg/L	
Escandio Disuelto	0,0014	± 14 %	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0385	± 15 %	mg/L	
Galio Disuelto	0,018	± 17 %	mg/L	
Teluro Disuelto	< 0,0005	± 19 %	mg/L	
Torio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	± 16 %	mg/L	
Wolframio Disuelto	< 0,001	± 10 %	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	1,64	± 11 %	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,234	± 4 %	mg/L	
Bario Disuelto	0,221	± 9 %	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	± 7 %	mg/L	
Boro Disuelto	0,03	± 11 %	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	± 10 %	mg/L	
Cobalto Disuelto	< 0,0005	± 9 %	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0212	± 16 %	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	± 6 %	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	± 10 %	mg/L	
Hierro Disuelto	0,71	± 10 %	mg/L	
Litio Disuelto	0,0020	± 7 %	mg/L	
Manganeso Disuelto	0,008	± 6 %	mg/L	
Mercurio Disuelto	< 0,0005	± 17 %	mg/L	
Molibdeno Disuelto	< 0,001	± 8 %	mg/L	
Níquel Disuelto	< 0,005	± 5 %	mg/L	
Plata Disuelta	0,002	± 16 %	mg/L	
Plomo Disuelto	0,0555	± 8 %	mg/L	
Selenio Disuelto	0,002	± 9 %	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Titanio Disuelto	0,0149	± 9 %	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,003	± 7 %	mg/L	
Zinc Disuelto	0,07	± 6 %	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000796

Nº de Referencia: LX-17/000796-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 09/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000796

Nº de Referencia: LX-17/000796-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 24/04/2017	Fecha Fin: 09/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 17:27	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000796

Nº de Referencia: LX-17/000796-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 09/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Antimonio Disuelto	0,0587	± 17 %	mg/L	
Bismuto Disuelto	0,003	± 7 %	mg/L	
Escandio Disuelto	0,0014	± 14 %	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0385	± 15 %	mg/L	
Galio Disuelto	0,018	± 17 %	mg/L	
Teluro Disuelto	< 0,0005	± 19 %	mg/L	
Torio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	± 16 %	mg/L	
Wolframio Disuelto	< 0,001	± 10 %	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	1,64	± 11 %	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,234	± 4 %	mg/L	
Bario Disuelto	0,221	± 9 %	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	± 7 %	mg/L	
Boro Disuelto	0,03	± 11 %	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	± 10 %	mg/L	
Cobalto Disuelto	< 0,0005	± 9 %	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0212	± 16 %	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	± 6 %	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	± 10 %	mg/L	
Hierro Disuelto	0,71	± 10 %	mg/L	
Litio Disuelto	0,0020	± 7 %	mg/L	
Manganeso Disuelto	0,008	± 6 %	mg/L	
Mercurio Disuelto	< 0,0005	± 17 %	mg/L	
Molibdeno Disuelto	< 0,001	± 8 %	mg/L	
Níquel Disuelto	< 0,005	± 5 %	mg/L	
Plata Disuelta	0,002	± 16 %	mg/L	
Plomo Disuelto	0,0555	± 8 %	mg/L	
Selenio Disuelto	0,002	± 9 %	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Titanio Disuelto	0,0149	± 9 %	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,003	± 7 %	mg/L	
Zinc Disuelto	0,07	± 6 %	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000796

Nº de Referencia: LX-17/000796-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP1, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432287 (NORTE) 7963539	Fecha Fin: 09/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000797

Nº de Referencia: LX-17/000797-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 24/04/2017	Fecha Fin: 09/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP2, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:00	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000797

Nº de Referencia: LX-17/000797-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP2, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 09/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Antimonio Disuelto	0,0702	± 17 %	mg/L	
Bismuto Disuelto	< 0,001	± 7 %	mg/L	
Escandio Disuelto	0,0010	± 14 %	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0713	± 15 %	mg/L	
Galio Disuelto	0,006	± 17 %	mg/L	
Teluro Disuelto	< 0,0005	± 19 %	mg/L	
Torio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	± 16 %	mg/L	
Wolframio Disuelto	0,001	± 10 %	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	0,334	± 11 %	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,277	± 4 %	mg/L	
Bario Disuelto	0,077	± 9 %	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	± 7 %	mg/L	
Boro Disuelto	0,08	± 11 %	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	± 10 %	mg/L	
Cobalto Disuelto	0,0019	± 9 %	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0120	± 16 %	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	± 6 %	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	± 10 %	mg/L	
Hierro Disuelto	0,03	± 10 %	mg/L	
Litio Disuelto	0,0023	± 7 %	mg/L	
Manganeso Disuelto	< 0,001	± 6 %	mg/L	
Mercurio Disuelto	< 0,0005	± 17 %	mg/L	
Molibdeno Disuelto	< 0,001	± 8 %	mg/L	
Níquel Disuelto	< 0,005	± 5 %	mg/L	
Plata Disuelta	< 0,001	± 16 %	mg/L	
Plomo Disuelto	0,0157	± 8 %	mg/L	
Selenio Disuelto	0,004	± 9 %	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Titanio Disuelto	0,0041	± 9 %	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,001	± 7 %	mg/L	
Zinc Disuelto	< 0,01	± 6 %	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000797

Nº de Referencia: LX-17/000797-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP2, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432399 (NORTE) 7963576	Fecha Fin: 09/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000798

Nº de Referencia: LX-17/000798-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 24/04/2017	Fecha Fin: 09/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:30	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000798

Nº de Referencia: LX-17/000798-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 09/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Antimonio Disuelto	0,0010	± 17 %	mg/L	
Bismuto Disuelto	0,005	± 7 %	mg/L	
Escandio Disuelto	0,0920	± 14 %	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0929	± 15 %	mg/L	
Galio Disuelto	0,016	± 17 %	mg/L	
Teluro Disuelto	0,0191	± 19 %	mg/L	
Torio Disuelto	0,0413	± 13 %	mg/L	
Uranio Disuelto	0,0081	± 16 %	mg/L	
Wolframio Disuelto	0,093	± 10 %	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	0,073	± 11 %	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,022	± 4 %	mg/L	
Bario Disuelto	0,090	± 9 %	mg/L	
Berilio Disuelto	0,0044	± 7 %	mg/L	
Boro Disuelto	0,08	± 11 %	mg/L	
Cadmio Disuelto	0,0193	± 10 %	mg/L	
Cobalto Disuelto	0,0454	± 9 %	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0208	± 16 %	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	± 6 %	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	± 10 %	mg/L	
Hierro Disuelto	0,32	± 10 %	mg/L	
Litio Disuelto	0,0206	± 7 %	mg/L	
Manganeso Disuelto	0,041	± 6 %	mg/L	
Mercurio Disuelto	< 0,0005	± 17 %	mg/L	
Molibdeno Disuelto	< 0,001	± 8 %	mg/L	
Níquel Disuelto	0,013	± 5 %	mg/L	
Plata Disuelta	0,009	± 16 %	mg/L	
Plomo Disuelto	0,0446	± 8 %	mg/L	
Selenio Disuelto	0,005	± 9 %	mg/L	
Talio Disuelto	0,0009	± 13 %	mg/L	
Titanio Disuelto	0,0441	± 9 %	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,020	± 7 %	mg/L	
Zinc Disuelto	0,07	± 6 %	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000798

Nº de Referencia: LX-17/000798-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP3, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432254 (NORTE) 7964286	Fecha Fin: 09/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000799

Nº de Referencia: LX-17/000799-M1	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 20/04/2017	Contrato: CL17-1041
Fecha Inicio: 24/04/2017	Fecha Fin: 09/05/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260		
Fecha/Hora Muestreo: 18/03/2017 18:15	Muestreado por: Cliente	

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Guadalupe Guindo Molina
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 30/05/2017

OBSERVACIONES:

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000799

Nº de Referencia: LX-17/000799-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 09/05/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Antimonio Disuelto	0,0906	± 17 %	mg/L	
Bismuto Disuelto	< 0,001	± 7 %	mg/L	
Escandio Disuelto	0,0012	± 14 %	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,1034	± 15 %	mg/L	
Galio Disuelto	0,006	± 17 %	mg/L	
Teluro Disuelto	< 0,0005	± 19 %	mg/L	
Torio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	± 16 %	mg/L	
Wolframio Disuelto	0,001	± 10 %	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	< 0,005	± 11 %	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,304	± 4 %	mg/L	
Bario Disuelto	0,087	± 9 %	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	± 7 %	mg/L	
Boro Disuelto	0,08	± 11 %	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	± 10 %	mg/L	
Cobalto Disuelto	0,0013	± 9 %	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0027	± 16 %	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	± 6 %	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	± 10 %	mg/L	
Hierro Disuelto	< 0,01	± 10 %	mg/L	
Litio Disuelto	0,0011	± 7 %	mg/L	
Manganeso Disuelto	< 0,001	± 6 %	mg/L	
Mercurio Disuelto	< 0,0005	± 17 %	mg/L	
Molibdeno Disuelto	< 0,001	± 8 %	mg/L	
Níquel Disuelto	< 0,005	± 5 %	mg/L	
Plata Disuelta	< 0,001	± 16 %	mg/L	
Plomo Disuelto	< 0,0005	± 8 %	mg/L	
Selenio Disuelto	0,003	± 9 %	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	± 13 %	mg/L	
Titanio Disuelto	0,0043	± 9 %	mg/L	
Vanadio Disuelto	< 0,001	± 7 %	mg/L	
Zinc Disuelto	< 0,01	± 6 %	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Anula y sustituye a la versión anterior : LX-17/000799

Nº de Referencia: LX-17/000799-M1	Tipo Muestra: ELUATO
Descripción: SPLP4, LM: COPAQUILLA, PM: RIPIOS, COORDENADAS (ESTE) 432469 (NORTE) 7964260	Fecha Fin: 09/05/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango (1)
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006949	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	GEO-1004-CH	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	23/10/2017	Fecha Fin:	20/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 1 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 14:00	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006949
 Descripción: REL 1 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
 Fecha Fin: 20/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	40,9	-	mg/kg	
* Bario	1.411	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	29,1	-	mg/kg	
* Calcio	0,29	-	%	
* Cobalto	< 0,25	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	< 0,10	-	mg/kg	
* Galio	< 0,50	-	mg/kg	
* Litio	< 1,00	-	mg/kg	
* Magnesio	0,20	-	%	
* Molibdeno	< 0,25	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	0,00	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	235	-	mg/kg	
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	0,38	-	%	
* Cobre	117	-	mg/kg	
Fertilidad				
* Azufre	0,37	-	%	
Metales Disueltos				
* Níquel	< 0,25	-	mg/kg	
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	231	-	mg/kg	
Metales Totales				
* Arsénico	233	-	mg/kg	
* Boro	61,6	-	mg/kg	
* Cadmio	< 0,25	-	mg/kg	
* Cromo	60,8	-	mg/kg	
* Hierro	1,77	-	%	
* Manganeso	157	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	
Cationes +				
* Potasio	0,14	-	%	
* Sodio	0,19	-	%	
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	35,5	-	mg/kg	
* Plomo	231	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006949	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 1 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	< 2,00	-	mg/kg	
* Zinc	147	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia:	MN-17/006949	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 1 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Disueltos				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 1.000 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006949	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 1 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006953	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	GEO-1004-CH	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	23/10/2017	Fecha Fin:	20/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 2 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 15:00	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006953
 Descripción: REL 2 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
 Fecha Fin: 20/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	57,2	-	mg/kg	
* Bario	888	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	36,8	-	mg/kg	
* Calcio	0,16	-	%	
* Cobalto	< 0,25	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	< 0,10	-	mg/kg	
* Galio	< 0,50	-	mg/kg	
* Litio	< 1,00	-	mg/kg	
* Magnesio	0,07	-	%	
* Molibdeno	< 0,25	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	0,00	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	< 10,0	-	mg/kg	
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	0,27	-	%	
* Cobre	156	-	mg/kg	
Fertilidad				
* Azufre	0,65	-	%	
Metales Disueltos				
* Níquel	< 0,25	-	mg/kg	
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	341	-	mg/kg	
Metales Totales				
* Arsénico	353	-	mg/kg	
* Boro	22,8	-	mg/kg	
* Cadmio	< 0,25	-	mg/kg	
* Cromo	70,2	-	mg/kg	
* Hierro	1,91	-	%	
* Manganeso	53,1	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	
Cationes +				
* Potasio	0,07	-	%	
* Sodio	0,12	-	%	
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	52,2	-	mg/kg	
* Plomo	341	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006953	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 2 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	< 2,00	-	mg/kg	
* Zinc	263	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia:	MN-17/006953	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 2 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Disueltos				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 1.000 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeseo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006953	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 2 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006957	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	GEO-1004-CH	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	23/10/2017	Fecha Fin:	20/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 3 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 17:10	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006957
 Descripción: REL 3 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
 Fecha Fin: 20/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	151	-	mg/kg	
* Bario	1.027	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	60,1	-	mg/kg	
* Calcio	0,43	-	%	
* Cobalto	< 0,25	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	< 0,10	-	mg/kg	
* Galio	< 0,50	-	mg/kg	
* Litio	< 1,00	-	mg/kg	
* Magnesio	0,03	-	%	
* Molibdeno	< 0,25	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	0,00	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	< 10,0	-	mg/kg	
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	0,28	-	%	
* Cobre	385	-	mg/kg	
Fertilidad				
* Azufre	0,81	-	%	
Metales Disueltos				
* Níquel	< 0,25	-	mg/kg	
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	681	-	mg/kg	
Metales Totales				
* Arsénico	569	-	mg/kg	
* Boro	20,2	-	mg/kg	
* Cadmio	< 0,25	-	mg/kg	
* Cromo	68,9	-	mg/kg	
* Hierro	2,23	-	%	
* Manganeso	49,1	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	
Cationes +				
* Potasio	0,09	-	%	
* Sodio	0,28	-	%	
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	121	-	mg/kg	
* Plomo	681	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006957	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 3 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	< 2,00	-	mg/kg	
* Zinc	553	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia:	MN-17/006957	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 3 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Disueltos				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 1.000 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006957	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 3 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006961	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	GEO-1004-CH	Centro Análisis:	AGQ Chile	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	23/10/2017	Fecha Fin:	20/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 4 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 17:20	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006961
 Descripción: REL 4 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
 Fecha Fin: 20/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
* Antimonio	75,0	-	mg/kg	
* Bario	1.038	-	mg/kg	
* Berilio	< 0,50	-	mg/kg	
* Bismuto Disuelto	44,3	-	mg/kg	
* Calcio	0,59	-	%	
* Cobalto	< 0,25	-	mg/kg	
* Escandio	< 0,25	-	mg/kg	
* Estaño	< 5,00	-	mg/kg	
* Estroncio	< 0,10	-	mg/kg	
* Galio	< 0,50	-	mg/kg	
* Litio	< 1,00	-	mg/kg	
* Magnesio	0,05	-	%	
* Molibdeno	< 0,25	-	mg/kg	
* Preparación de Muestras	0,00	-		
* Talio	< 5,00	-	mg/kg	
* Teluro	< 5,00	-	mg/kg	
* Titanio	< 10,0	-	mg/kg	
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	0,33	-	%	
* Cobre	426	-	mg/kg	
Fertilidad				
* Azufre	0,64	-	%	
Metales Disueltos				
* Níquel	< 0,25	-	mg/kg	
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	653	-	mg/kg	
Metales Totales				
* Arsénico	423	-	mg/kg	
* Boro	21,4	-	mg/kg	
* Cadmio	< 0,25	-	mg/kg	
* Cromo	56,6	-	mg/kg	
* Hierro	1,96	-	%	
* Manganeso	63,2	-	mg/kg	
* Mercurio	< 5,00	-	mg/kg	
Cationes +				
* Potasio	0,10	-	%	
* Sodio	0,22	-	%	
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	68,0	-	mg/kg	
* Plomo	653	-	mg/kg	

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006961	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 4 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Solubles en Ácido				
* Selenio	< 10,0	-	mg/kg	
* Vanadio	< 2,00	-	mg/kg	
* Zinc	337	-	mg/kg	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia:	MN-17/006961	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 4 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
* Antimonio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Bario	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Berilio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Bismuto Disuelto	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 500 mg/kg
* Calcio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Cobalto	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Escandio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 2.500 mg/kg
* Estaño	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Estroncio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,10 - 10.000 mg/kg
* Galio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 5.000 mg/kg
* Litio	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 5.000 mg/kg
* Magnesio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Molibdeno	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 10.000 mg/kg
* Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00
* Talio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Teluro	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 2.500 mg/kg
* Titanio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 10.000 mg/kg
Metales Digestión Agua-Regia				
* Aluminio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 5,00 %
* Cobre	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
Fertilidad				
* Azufre	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Disueltos				
* Níquel	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
Otros Parámetros Físico Químicos				
* Fósforo	PE-4006	Espect ICP-OES		50,0 - 10.000 mg/kg
Metales Totales				
* Arsénico	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
* Boro	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 1.000 mg/kg
* Cadmio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 5.000 mg/kg
* Cromo	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Hierro	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Manganeso	PE-4006	Espect ICP-OES		0,50 - 10.000 mg/kg
* Mercurio	PE-4006	Espect ICP-OES		5,00 - 5.000 mg/kg
Cationes +				
* Potasio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
* Sodio	PE-4006	Espect ICP-OES		0,01 - 15,0 %
Metales Solubles en Ácido				
* Plata	PE-4006	Espect ICP-OES		0,25 - 100 mg/kg

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia:	MN-17/006961	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 4 AGQ	Fecha Fin:	20/11/2017

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Metales Solubles en Ácido				
* Plomo	PE-4006	Espect ICP-OES		2,50 - 10.000 mg/kg
* Selenio	PE-4006	Espect ICP-OES		10,0 - 2.500 mg/kg
* Vanadio	PE-4006	Espect ICP-OES		2,00 - 10.000 mg/kg
* Zinc	PE-4006	Espect ICP-OES		1,00 - 10.000 mg/kg

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006948	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 24/10/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 1 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 14:00	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006948
 Descripción: REL 1 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
 Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	8,14	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	10,9	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	3,70	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006948
Descripción: REL 1 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Nº de Referencia:	MN-17/006950	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	MI-0336-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	07/11/2017	Fecha Fin:	13/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 1 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 14:00	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 13/11/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia:	MN-17/006950	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 1 AGQ	Fecha Fin:	13/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	0,57	-	% S	
Sulfato Total	0,22	-	% S	
Sulfuro Total	0,35	-	% S	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia:	MN-17/006950	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 1 AGQ	Fecha Fin:	13/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 % S

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006952	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 24/10/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 2 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 15:00	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006952

Tipo Muestra: MINERAL

Descripción: REL 2 AGQ

Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	8,04	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	10,6	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	4,20	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006952
Descripción: REL 2 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Nº de Referencia:	MN-17/006954	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	MI-0336-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	07/11/2017	Fecha Fin:	13/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 2 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 15:00	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 13/11/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia:	MN-17/006954	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 2 AGQ	Fecha Fin:	13/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	0,95	-	% S	
Sulfato Total	0,61	-	% S	
Sulfuro Total	0,34	-	% S	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia:	MN-17/006954	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 2 AGQ	Fecha Fin:	13/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 % S

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006956	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 24/10/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 3 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 17:10	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006956
 Descripción: REL 3 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
 Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	8,39	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	8,44	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	9,90	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006956
Descripción: REL 3 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Nº de Referencia:	MN-17/006958	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	MI-0336-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	07/11/2017	Fecha Fin:	13/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 3 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 17:10	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Yoel Iñigo CQP 826
 Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 13/11/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia:	MN-17/006958	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 3 AGQ	Fecha Fin:	13/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	1,0	-	% S	
Sulfato Total	0,73	-	% S	
Sulfuro Total	0,27	-	% S	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia:	MN-17/006958	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 3 AGQ	Fecha Fin:	13/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 % S

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006960	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-3003-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 24/10/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 4 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 17:20	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006960
Descripción: REL 4 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Fizz Rating	0,00	-		
pH Pasta	8,07	-		
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	3,75	-	Kg CaCO3/Ton	
Potencial Neutralización Lawrence	12,5	-	Kg CaCO3/Ton	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: MN-17/006960
Descripción: REL 4 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Fizz Rating	PE-4409			0,00 - 3,00
pH Pasta	PE-4416			1,00 - 10,0
* Potencial de Acidez Maximo (MPA)	PE-993			0,32 - 625 Kg CaCO3/Ton
Potencial Neutralización Lawrence	PE-4403			0,250 - 10.000 Kg CaCO3/Ton

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Nº de Referencia:	MN-17/006962	Registrada en:	AGQ Chile	Cliente:	Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis:	MI-0336-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra:	MINERAL	Fecha Recepción:	13/10/2017	Contrato:	CL17-4026
Fecha Inicio:	07/11/2017	Fecha Fin:	13/11/2017	Cliente 3º:	----
Descripción:	REL 4 AGQ				

Fecha/Hora Muestreo:	03/10/2017 17:20	Muestreado por:	Cliente
----------------------	------------------	-----------------	---------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 13/11/2017

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia: MN-17/006962
Descripción: REL 4 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL
Fecha Fin: 13/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	0,90	-	% S	
Sulfato Total	0,78	-	% S	
Sulfuro Total	0,12	-	% S	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia:	MN-17/006962	Tipo Muestra:	MINERAL
Descripción:	REL 4 AGQ	Fecha Fin:	13/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Análisis mineralógicos				
Azufre Total	PE-4408	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental		0,01 - 30 % S
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental		0,01 - 20 % S

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: LX-17/002862	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 06/11/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 1 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 14:00	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Nº de Referencia: LX-17/002862
 Descripción: REL 1 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Escandio Disuelto	0,0055	-	mg/L	
Galio Disuelto	0,003	-	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	0,090	-	mg/L	
Antimonio Disuelto	0,0464	-	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,230	-	mg/L	
Bario Disuelto	0,054	-	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Bismuto Disuelto	< 0,001	-	mg/L	
Boro Disuelto	0,16	-	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Cobalto Disuelto	0,0030	-	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0249	-	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	-	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	-	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0791	-	mg/L	
Hierro Disuelto	0,16	-	mg/L	
Litio Disuelto	0,0154	-	mg/L	
Manganeso Disuelto	0,002	-	mg/L	
Mercurio Disuelto	0,0008	-	mg/L	
Molibdeno Disuelto	0,127	-	mg/L	
Níquel Disuelto	0,005	-	mg/L	
Plata Disuelta	< 0,001	-	mg/L	
Plomo Disuelto	0,0010	-	mg/L	
Selenio Disuelto	0,001	-	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Teluro Disuelto	0,0041	-	mg/L	
Titanio Disuelto	0,0037	-	mg/L	
Torio Disuelto	0,0068	-	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,004	-	mg/L	
Wolframio Disuelto	0,124	-	mg/L	
Zinc Disuelto	< 0,01	-	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: LX-17/002862
 Descripción: REL 1 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: LX-17/002863	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 06/11/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 2 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 15:00	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: LX-17/002863
 Descripción: REL 2 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Escandio Disuelto	0,0027	-	mg/L	
Galio Disuelto	0,005	-	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	0,096	-	mg/L	
Antimonio Disuelto	0,0685	-	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,169	-	mg/L	
Bario Disuelto	0,065	-	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Bismuto Disuelto	< 0,001	-	mg/L	
Boro Disuelto	0,10	-	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Cobalto Disuelto	0,0069	-	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0030	-	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	-	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	-	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0746	-	mg/L	
Hierro Disuelto	0,08	-	mg/L	
Litio Disuelto	0,0286	-	mg/L	
Manganeso Disuelto	< 0,001	-	mg/L	
Mercurio Disuelto	0,0007	-	mg/L	
Molibdeno Disuelto	0,052	-	mg/L	
Níquel Disuelto	< 0,005	-	mg/L	
Plata Disuelta	< 0,001	-	mg/L	
Plomo Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Selenio Disuelto	0,004	-	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Teluro Disuelto	0,0016	-	mg/L	
Titanio Disuelto	< 0,0025	-	mg/L	
Torio Disuelto	0,0035	-	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,001	-	mg/L	
Wolframio Disuelto	0,077	-	mg/L	
Zinc Disuelto	< 0,01	-	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: LX-17/002863
 Descripción: REL 2 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: LX-17/002864	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 06/11/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 3 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 17:10	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Nº de Referencia: LX-17/002864
 Descripción: REL 3 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Escandio Disuelto	0,0012	-	mg/L	
Galio Disuelto	0,003	-	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	0,106	-	mg/L	
Antimonio Disuelto	0,1214	-	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,917	-	mg/L	
Bario Disuelto	0,033	-	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Bismuto Disuelto	< 0,001	-	mg/L	
Boro Disuelto	0,13	-	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Cobalto Disuelto	0,0061	-	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0137	-	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	-	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	-	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0532	-	mg/L	
Hierro Disuelto	0,18	-	mg/L	
Litio Disuelto	0,0223	-	mg/L	
Manganeso Disuelto	< 0,001	-	mg/L	
Mercurio Disuelto	0,0006	-	mg/L	
Molibdeno Disuelto	0,046	-	mg/L	
Níquel Disuelto	< 0,005	-	mg/L	
Plata Disuelta	< 0,001	-	mg/L	
Plomo Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Selenio Disuelto	0,010	-	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Teluro Disuelto	0,0015	-	mg/L	
Titanio Disuelto	< 0,0025	-	mg/L	
Torio Disuelto	0,0014	-	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,003	-	mg/L	
Wolframio Disuelto	0,040	-	mg/L	
Zinc Disuelto	< 0,01	-	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: LX-17/002864
 Descripción: REL 3 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Wolftramo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: LX-17/002865	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: EL-0024-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: ELUATO	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 06/11/2017	Fecha Fin: 14/11/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 4 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 17:20	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Nº de Referencia: LX-17/002865
 Descripción: REL 4 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Escandio Disuelto	0,0018	-	mg/L	
Galio Disuelto	0,003	-	mg/L	
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	0,107	-	mg/L	
Antimonio Disuelto	0,1083	-	mg/L	
Arsénico Disuelto	0,198	-	mg/L	
Bario Disuelto	0,041	-	mg/L	
Berilio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Bismuto Disuelto	< 0,001	-	mg/L	
Boro Disuelto	0,15	-	mg/L	
Cadmio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Cobalto Disuelto	0,0042	-	mg/L	
Cobre Disuelto	0,0143	-	mg/L	
Cromo Disuelto	< 0,0025	-	mg/L	
Estaño Disuelto	< 0,005	-	mg/L	
Estroncio Disuelto	0,0741	-	mg/L	
Hierro Disuelto	0,11	-	mg/L	
Litio Disuelto	0,0230	-	mg/L	
Manganeso Disuelto	< 0,001	-	mg/L	
Mercurio Disuelto	0,0019	-	mg/L	
Molibdeno Disuelto	0,037	-	mg/L	
Níquel Disuelto	< 0,005	-	mg/L	
Plata Disuelta	0,006	-	mg/L	
Plomo Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Selenio Disuelto	0,006	-	mg/L	
Talio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Teluro Disuelto	0,0010	-	mg/L	
Titanio Disuelto	< 0,0025	-	mg/L	
Torio Disuelto	0,0019	-	mg/L	
Uranio Disuelto	< 0,0005	-	mg/L	
Vanadio Disuelto	0,002	-	mg/L	
Wolframio Disuelto	0,047	-	mg/L	
Zinc Disuelto	< 0,01	-	mg/L	

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: LX-17/002865
 Descripción: REL 4 AGQ

Tipo Muestra: ELUATO
 Fecha Fin: 14/11/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Escandio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 30,00 mg/L
Galio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 6,00 mg/L
Metales Disueltos				
Aluminio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 30,0 mg/L
Antimonio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Arsénico Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Bario Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Berilio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 1,500 mg/L
Bismuto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Boro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L
Cadmio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Cobalto Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Cobre Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Cromo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 7,500 mg/L
Estaño Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 1,50 mg/L
Estroncio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 30,00 mg/L
Hierro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 150 mg/L
Litio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 7,500 mg/L
Manganeso Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 15,0 mg/L
Mercurio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,1200 mg/L
Molibdeno Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Níquel Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,005 - 15,0 mg/L
Plata Disuelta	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 3,00 mg/L
Plomo Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Selenio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 1,50 mg/L
Talio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 0,3000 mg/L
Teluro Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 6,000 mg/L
Titanio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0025 - 15,00 mg/L
Torio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 15,00 mg/L
Uranio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,0005 - 3,000 mg/L
Vanadio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 7,50 mg/L
Wolframio Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,001 - 30,0 mg/L
Zinc Disuelto	PE-303	Espect ICP-MS	EPA 200.8	0,01 - 30 mg/L

Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación.

Nº de Referencia: MN-17/006959	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-0006-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 23/10/2017	Fecha Fin: 24/10/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 4 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 17:20	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

Nº de Referencia: MN-17/006959

Descripción: REL 4 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL

Fecha Fin: 24/10/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Preparación de Muestras	0,00	-		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: MN-17/006959

Tipo Muestra: MINERAL

Descripción: REL 4 AGQ

Fecha Fin: 24/10/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00

Nº de Referencia: MN-17/006951	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-0006-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 23/10/2017	Fecha Fin: 24/10/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 2 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 15:00	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

Nº de Referencia: MN-17/006951

Descripción: REL 2 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL

Fecha Fin: 24/10/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Preparación de Muestras	0,00	-		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: MN-17/006951

Tipo Muestra: MINERAL

Descripción: REL 2 AGQ

Fecha Fin: 24/10/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00

Nº de Referencia: MN-17/006955	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-0006-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 23/10/2017	Fecha Fin: 24/10/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 3 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 17:10	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

Nº de Referencia: MN-17/006955

Descripción: REL 3 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL

Fecha Fin: 24/10/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Preparación de Muestras	0,00	-		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: MN-17/006955

Tipo Muestra: MINERAL

Descripción: REL 3 AGQ

Fecha Fin: 24/10/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00

Nº de Referencia: MN-17/006947	Registrada en: AGQ Chile	Cliente: Estudios, asesorías y capacitación Altoya Ltda.
Análisis: GEO-0006-CH	Centro Análisis: AGQ Chile	Domicilio: La concepción 65, Oficina 401
Tipo Muestra: MINERAL	Fecha Recepción: 13/10/2017	Contrato: CL17-4026
Fecha Inicio: 23/10/2017	Fecha Fin: 24/10/2017	Cliente 3º: ----
Descripción: REL 1 AGQ		

Fecha/Hora Muestreo: 03/10/2017 14:00	Muestreado por: Cliente
---------------------------------------	-------------------------

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.



P.A.

Rodrigo Andres Parra Rojas
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 20/11/2017

OBSERVACIONES:

Muestras enviadas a subcontrato por preparación mecánica a MTQ, enviadas el 17/10/2017 recepcionadas 23/10/2017

Nº de Referencia: MN-17/006947

Descripción: REL 1 AGQ

Tipo Muestra: MINERAL

Fecha Fin: 24/10/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Preparación de Muestras	0,00	-		

Nota: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Los parámetros marcados con asterisco (*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él . A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado N/L: No Legislado.

Nº de Referencia: MN-17/006947

Tipo Muestra: MINERAL

Descripción: REL 1 AGQ

Fecha Fin: 24/10/2017

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Preparación de Muestras	PE-4017			0,00 - 0,00

INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE Y METEOROLOGÍA

Preparado para:



INFORME SEB – 21507

Jefe de Proyecto : **Sr. Sergio Rojas V.**

Coordinador del Proyecto : **Sr. Felipe Gallardo P.**

Grupo Operativo : **Sr. Daniel Araya G.**
Sr. Guillermo González R.

División Medio Ambiente

Preparado por:	Revisado por:
 <small>DIVISION Medio Ambiente CESMEC S.A.</small> Constanza Muñoz Ingeniero de Proyectos División Medioambiente Cesmec S.A.	 <small>DIVISION Medio Ambiente CESMEC S.A.</small> Felipe Gallardo Supervisor de Proyectos División Medioambiente Cesmec S.A.

OCTUBRE 2017

INDICE DE CONTENIDOS

1.-	RESUMEN EJECUTIVO	5
1.1.-	ANTECEDENTES GENERALES	5
1.2.-	RESULTADOS	5
1.2.1.-	ESTACIÓN COPAQUILLA ALTO.....	5
1.2.2.-	ESTACIÓN COPAQUILLA BAJO.....	5
1.3.-	CONCLUSIONES	6
2.-	INTRODUCCIÓN	7
3.-	OBJETIVOS.....	7
4.-	MATERIALES Y METODOS.....	8
4.1.-	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	8
4.2.-	UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO	8
4.3.-	PARÁMETROS UTILIZADOS.....	10
4.4.-	METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN.	10
4.4.1.-	MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP10	10
4.4.2.-	METEOROLOGÍA.....	10
4.4.3.-	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (MPS)	10
4.5.-	MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	11
4.6.-	FECHAS DE MUESTREO.	11
5.-	NORMATIVA VIGENTE	12
5.1.-	DECRETO N° 59	12
5.2.-	DECRETO SUPREMO N°61	12
5.3.-	DECRETO SUPREMO N°4	12
6.-	RESULTADOS	13
6.1.-	AUSENCIA DE DATOS	13
6.2.-	RESUMEN RECUPERACIÓN DE DATOS.	14
6.3.-	MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (MP10) EN $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	15
6.3.1.-	CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (MP10) EN $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$	16
6.3.1.1.-	ESTACIÓN COPAQUILLA ALTO.....	16
6.3.1.2.-	ESTACIÓN COPAQUILLA BAJO.....	18
6.4.-	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (MPS)	20
6.5.-	VARIABLES METEOROLÓGICAS	21
6.5.1.-	ESTACIÓN COPAQUILLA ALTO.....	21
6.5.2.-	ESTACIÓN COPAQUILLA BAJO.....	26
7.-	DISCUSIONES	31
7.1.-	PARTICULADO RESPIRABLE (MP10).....	31
7.2.-	MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE (MPS)	31
7.3.-	VARIABLES METEOROLÓGICAS	31

7.3.1.-	ESTACIÓN COPAQUILLA ALTO.....	31
7.3.1.1.-	VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.....	31
7.3.2.-	ESTACIÓN COPAQUILLA BAJO.....	32
7.3.2.1.-	VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.....	32
8.-	CONCLUSIONES.....	32
9.-	REFERENCIAS.....	33

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1:	Porcentaje de Recuperación de Datos Horarios en Monitoreos de Calidad del Aire y Meteorología.....	14
Tabla N° 2:	Resumen Material Particulado.....	15
Tabla N° 3:	Resumen Material Particulado Sedimentable.....	15
Tabla N° 4:	Resultados de concentración de Material Particulado Respirable MP10, Estación Copaquilla Alto.....	16
Tabla N° 5:	Resultados de caracterización química de Material Particulado Respirable MP10Discreto - Estación Copaquilla Alto.....	17
Tabla N° 6:	Resultados de concentración de Material Particulado Respirable MP10, Estación Copaquilla Bajo.....	18
Tabla N° 7:	Resultados de caracterización química de Material Particulado Respirable MP10Discreto - Estación Copaquilla Bajo.....	19
Tabla N° 8:	Resultados de Material Particulado Sedimentable MPS,.....	20
Tabla N° 9:	Resultados de caracterización química de Material Particulado Sedimentable.....	21
Tabla N° 10:	Resumen Meteorología.....	21
Tabla N° 11:	Resultados de Velocidad del Viento, Estación Copaquilla Alto.....	22
Tabla N° 12:	Frecuencias del Viento (%), Estación Copaquilla Alto.....	23
Tabla N° 13:	Resultados de Dirección del Viento (grados), Estación Copaquilla Alto.....	24
Tabla N° 14:	Resultados de Dirección del Viento (coordenadas), Estación Copaquilla Alto.....	24
Tabla N° 15:	Resultados de Desviación Estándar (Sigma Theta), Estación Copaquilla Alto.....	25
Tabla N° 16:	Resumen Meteorología.....	26
Tabla N° 17:	Resultados de Velocidad del Viento, Estación Copaquilla Bajo.....	27
Tabla N° 18:	Frecuencias del Viento (%), Estación Copaquilla Bajo.....	28
Tabla N° 19:	Resultados de Dirección del Viento (grados), Estación Copaquilla Bajo.....	29
Tabla N° 20:	Resultados de Dirección del Viento (coordenadas), Estación Copaquilla Bajo.....	29
Tabla N° 21:	Resultados de Desviación Estándar (Sigma Theta), Estación Copaquilla Alto.....	30

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1:	Concentraciones Medias Diarias de MP10, Estación Copaquilla Alto.....	17
Gráfico N° 2:	Concentraciones Medias Diarias de MP10, Estación Copaquilla Bajo.....	19
Gráfico N° 3:	Resultados Concentraciones de Material Particulado Sedimentable MPS,.....	20
Gráfico N° 4:	Velocidades Medias Horarias, Estación Copaquilla Alto.....	22
Gráfico N° 5:	Velocidades Medias Horarias, Estación Copaquilla Bajo.....	27

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1:	Estación de Calidad del Aire y Meteorología “Copaquilla Alto”	9
Figura N° 2:	Estación de Calidad del Aire y Meteorología “Copaquilla Bajo”.	9
Figura N° 3:	Rosa de Vientos (m/s), Estación Copaquilla Alto.....	23
Figura N° 4:	Rosa de Vientos (m/s), Estación Copaquilla Bajo.....	28

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1:	RESPONSABLES Y PARTICIPANTES DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DE INFORME	34
-------------	--	----

Solicitante: Altoya LTDA

Orden de Trabajo: 461841

Atención: Paul Lorca.

Fecha de Emisión: 19.12.2017

Dirección: La Concepción 65 OF.401-Providencia, Santiago

División Medio Ambiente – Departamento Calidad del Aire - Santiago

1.- RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- Antecedentes Generales

El presente informe entrega resultados para el período comprendido entre el 29 de septiembre de 2017 y el 19 de octubre de 2017, para monitoreos de meteorología, entre el 01 de octubre de 2017 y 13 de octubre de 2017, para monitoreos de material particulado MP10 y entre el 28 de septiembre de 2017 al 19 de octubre de 2017, para monitoreos de material particulado sedimentable.

1.2.- Resultados

1.2.1.- Estación Copaquilla Alto

- En Estación Copaquilla Alto, el MP10 alcanza un promedio de 17,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el periodo de medición y una concentración máxima diaria de 23,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ el día 07 de octubre de 2017.
- El viento en la estación registró una velocidad promedio de 2,8 m/s, con una dirección predominante proveniente principalmente del W.
- El MPS alcanza un promedio de 22,5 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$ en el periodo de medición en la estación

1.2.2.- Estación Copaquilla Bajo

- En Estación Copaquilla Bajo, el MP10 alcanza un promedio de 16,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el periodo de medición y una concentración máxima diaria de 23,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ el día 07 de octubre de 2017.
- El viento en la estación registró una velocidad promedio de 2,4 m/s, con una dirección predominante proveniente principalmente del N.
- El MPS alcanza un promedio de 27,6 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$ en el periodo de medición en la estación

1.3.- Conclusiones

- Durante el periodo de monitoreo de 14 días, en estación Copaquilla Alto, las concentraciones diarias máximas de material particulado respirable MP10 no sobrepasaron los límites establecidos por la normativa correspondiente¹ en los 5 días válidos.
- Durante el periodo de monitoreo de 14 días, en estación Copaquilla Bajo, las concentraciones diarias máximas de material particulado respirable MP10 no sobrepasaron los límites establecidos por la normativa correspondiente¹ en los 5 días válidos.
- Durante el periodo de monitoreo las concentraciones obtenidas de Material Particulado Sedimentable MPS indican que no se sobrepasó la normativa de referencia correspondiente¹, en los dos puntos de monitoreo.

¹Ver REFERENCIAS

2.- INTRODUCCIÓN

A solicitud de **Altoya LTDA., CESMEC S.A.** a través de su División Medio Ambiente, realiza monitoreos de Calidad del Aire y Meteorología en dos puntos emplazados a aproximadamente 95 Km al oriente de Arica, a una cota de 3000 m.s.n.m., XV Región de Arica y Parinacota.

Durante el período de medición, se realizaron monitoreos en forma discreta de:

- *Calidad del Aire*, considerando la operación de dos (02) muestreadores de Material Particulado Respirable (MP10) en estaciones “Copaquilla Alto” y “Copaquilla Bajo”.

Durante el período de medición, se realizaron monitoreos de:

- *Calidad del Aire*, considerando la operación de equipos de muestreadores de Material Particulado Sedimentable (MPS) en estaciones “Copaquilla Alto” y “Copaquilla Bajo”.

Durante el período de medición, se realizaron monitoreos en forma continua de:

- *Variables meteorológicas*, considerando la operación de sensores para velocidad y dirección del viento.

El presente informe corresponde a la campaña de monitoreo correspondiente al mes de octubre de 2017.

3.- OBJETIVOS.

- Administrar integralmente las estaciones de calidad del aire y meteorología ubicada en la Región de Arica y Parinacota, en conformidad con lo establecido por el D.S. N° 61 “Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos” del Ministerio de Salud.
- Generar y entregar información fidedigna y oportuna sobre la calidad del aire y meteorología en zonas de interés para *Altoya LTDA.*

4.- MATERIALES Y METODOS.

El servicio incluye la instalación, calibración y operación de equipos muestradores y sensores meteorológicos con la finalidad de obtener información fidedigna sobre la calidad del aire en forma continua.

4.1.- Descripción del Área de Estudio

El proyecto se localiza (aproximadamente) a unos 95 Km al oriente de Arica, a una cota de los 3000 msnm, XV Región de Arica y Parinacota.

4.2.- Ubicación del Punto de Monitoreo

En el siguiente cuadro resumen se detalla la ubicación de cada estación de monitoreo:

ESTACIÓN	UBICACIÓN
Estación Copaquilla Alto	Coordenadas UTM 19 K 0432690 E 7964210 N
Estación Copaquilla Bajo	Coordenadas UTM 19 K 0433340 E 7966275 N

Las estaciones de monitoreo consideran:

- Dos **estaciones de calidad del aire** que permitirán determinar las concentraciones de material particulado respirable (MP10) y material particulado sedimentable (MPS).
- Dos **estaciones meteorológicas** que registra los datos de velocidad y dirección del viento.

El montaje, calibración y operación de los equipos en la estación de monitoreo fue efectuado por personal especializado de la División Medio Ambiente de CESMEC S.A. y de acuerdo a lo establecido por las metodologías de medición de cada una de las variables monitoreadas e instructivos y procedimientos pertenecientes a la División.

Figura N° 1: Estación de Calidad del Aire y Meteorología “Copaquilla Alto”



Figura N° 2: Estación de Calidad del Aire y Meteorología “Copaquilla Bajo”.



4.3.- Parámetros Utilizados

	MP-10
Medido	mg/filtro
Informado	$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
Parámetros	- Concentraciones diarias

4.4.- Metodologías de Medición.

4.4.1.- Material Particulado Respirable MP10

El muestreo de material particulado respirable MP10 se realizó con un equipo discreto que opera bajo el principio gravimétrico. Se da cumplimiento además con lo señalado en el Decreto N° 61 de 2008 “Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos del Ministerio de Salud”, sobre altura y condiciones de toma muestras, Artículo N°6. En los puntos de monitoreo no existen estructuras que pudieran perturbar la libre circulación del flujo del aire.

Las muestras de MPS serán caracterizadas químicamente para los siguientes elementos: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Zinc (Zn), utilizando la técnica analítica de Espectrofotometría de Absorción Atómica.

4.4.2.- Meteorología

El monitoreo continuo de las variables meteorológicas se efectúa de acuerdo a la metodología indicada por la EPA en el Volume IV: Meteorological Measurements del Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems.

Para la medición de las distintas variables se utiliza un sensor de velocidad y dirección del viento. La información es almacenada en datalogger, registrándose en forma continua los promedios horarios de cada una de estas variables. Luego de terminados los monitoreos, la información almacenada en el datalogger se procesa mediante software específico para generar planillas Excel con las medias horarias y diarias y rosa de vientos respectivas.

4.4.3.- Material Particulado Sedimentable (MPS)

Para medir las concentraciones de MPS se emplea un sistema de captación en base a recipientes de acero inoxidable, que captan y acumulan el particulado sedimentable durante 21 días aproximadamente en forma continua. Para evitar la pérdida de particulado por la acción del viento, los recipientes se mantienen húmedos con agua destilada. La masa neta de MPS acumulado se determina mediante análisis gravimétrico.

Las muestras de MPS serán caracterizadas químicamente para los siguientes elementos: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Zinc (Zn), utilizando la técnica analítica de Espectrofotometría de Absorción Atómica.

4.5.- Materiales y Equipos Utilizados.

Ambas estaciones comenzaron a operar con datos validos a partir del 01 de octubre 2017.

MP10 – Copaquilla Alto	
Marca	BGI
Modelo	PQ200
Aprobación EPA	EPA RFPS-1298-125
Límite de detección	0,5 µg/m ³ N
Metodología	Gravimétrica

MP10 – Copaquilla Bajo	
Marca	BGI
Modelo	PQ200
Aprobación EPA	EPA RFPS-1298-125
Límite de detección	0,5 µg/m ³ N
Metodología	Gravimétrica

Meteorología Copaquilla Alto		
Variable	Marca	N° Serie
Velocidad y Dirección del viento	YOUNG	95718

Meteorología Copaquilla Bajo		
Variable	Marca	N° Serie
Velocidad y Dirección del viento	YOUNG	S/N

4.6.- Fechas de Muestreo.

Monitoreos de MP10 “Copaquilla Alto” : 01 de octubre al 13 de octubre de 2017

Monitoreos de MP10 “Copaquilla Bajo” : 01 de octubre al 13 de octubre de 2017

Monitoreos de meteorología : 29 de septiembre al 19 de octubre de 2017

Monitoreos de MPS : 28 de septiembre al 19 de octubre de 2017

5.- *NORMATIVA VIGENTE*

5.1.- Decreto N° 59

El Decreto N° 59 de 16 de marzo de 1998 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP-10, es especial de los valores que definen situaciones de emergencia, establece la norma primaria de calidad del aire para MP 10, en donde será sobrepasada cuando en una Estación de Monitoreo de Representatividad Poblacional (EMRP):

- El percentil 98 de las concentraciones de 24 horas registradas durante el período anual sea mayor o igual a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.
- Asimismo, se considerará superada la norma si antes de concluir el primer período anual de mediciones se registrara en alguna de las estaciones monitoras un número de días con concentraciones superiores a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ mayor que siete (7) días, con una frecuencia de muestreo de a lo menos tres días.
- La norma primaria de calidad del aire para el contaminante MP10, es $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ como concentración media anual. Se considerará sobrepasada la norma primaria anual para MP10, cuando en una EMRP la concentración anual calculada como promedio aritmético de tres años calendarios consecutivos sea mayor o igual a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

5.2.- Decreto Supremo N°61

Con fecha 18/06/2008, la Subsecretaría de Salud Pública del Ministerio de Salud, publicó en el Diario Oficial este Decreto que “Aprueba Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos”. El referido Reglamento es aplicable a las Estación de Monitoreo de Representatividad Poblacional (EMRP). Sin perjuicio de lo anterior, la operación y mantención de los equipos es realizada de acuerdo al decreto antes mencionado.

5.3.- Decreto Supremo N°4

El Decreto Supremo N° 4 de 26 de mayo de 1992 del Ministerio de Agricultura. Establece Normas de Calidad del Aire para Material Particulado Sedimentable en la Cuenca del Río Huasco III región. En donde establece como norma secundaria de calidad ambiental, los siguientes valores máximos permisibles:

- $150 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{día}$ como concentración media aritmética mensual.
- $100 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{día}$ como concentración media aritmética anual.

6.- RESULTADOS

6.1.- Ausencia de Datos

Durante este periodo, en estación Copaquilla Bajo, se realiza chequeo de flujo a equipo MP10, el día 27/09/2017 entre las 13:35-13:46 hrs.

Durante este periodo, en estación Copaquilla Alto, se realiza chequeo de flujo a equipo MP10, el día 27/09/2017 entre las 17:15-17:25 hrs.

- *Para el monitoreo de Material Particulado Respirable (MP10) en términos de validación de la información, se considera válido, debido a que se monitorean 5 filtros para cada estación de monitoreo, los que monitorearon aproximadamente 24 horas, cada uno.*

Para el caso de las variables meteorológicas:

- *Durante este período se aprecia un 100,0% de recuperación de registros horarios en todas las variables medidas.*

6.2.- Resumen recuperación de datos.

En la Tabla N° 1, se entregan los porcentajes de recuperación de datos de las variables medidas, para la presente campaña.

Tabla N° 1: Porcentaje de Recuperación de Datos Horarios en Monitoreos de Calidad del Aire y Meteorología.

Estación Copaquilla Alto

Parámetro	N° datos válidos	Porcentaje de recuperación
	Septiembre/Octubre	Septiembre/Octubre
MP10	5	100,0
Vel	473	100,0
Dir	473	100,0

Estación Copaquilla Bajo

Parámetro	N° datos válidos	Porcentaje de recuperación
	Septiembre/Octubre	Septiembre/Octubre
MP10	5	100,0
Vel	482	100,0
Dir	482	100,0

6.3.- Material Particulado Respirable (MP10) en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

En la Tabla N° 2 y Tabla N° 3, se entrega un resumen de los resultados de las concentraciones de Material Particulado Respirable (MP10) y Material Particulado Sedimentable para la presente campaña.

Tabla N° 2: Resumen Material Particulado

Parámetro	MP10 - Copaquilla Alto				MP10 - Copaquilla Bajo			
	Valores medidos	Fecha	Norma	Cumple	Valores medidos	Fecha	Norma	Cumple
	($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)		($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)		($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)			
Concentración promedio diaria máxima	23,9	07-10-17	150	Si	23,2	07-10-17	150	Si
Concentración anual	-----	-----	50	-----	-----	-----	50	-----

Tabla N° 3: Resumen Material Particulado Sedimentable

Parámetro	MPS - Copaquilla Alto			Parámetro	MPS - Copaquilla Bajo		
	Maximo	Norma	Cumple		Maximo	Norma	Cumple
	($\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$)	($\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$)			($\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$)	($\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$)	
Concentración promedio mensual	22,5	150	Si	Concentración promedio mensual	27,6	150	Si

6.3.1.- Concentración de material particulado respirable (MP10) en $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

6.3.1.1.- Estación Copaquilla Alto

En la Tabla N° 4, se entregan los promedios de concentración diaria, con los valores mínimos y máximos de MP10. En el Gráfico N° 1, se aprecia el comportamiento de los promedios de concentración diaria de MP10.

En la Tabla N° 5, se indica la cuantificación de los elementos As, Cd, Cu, Cr, Pb y Zn para la muestra de MP10 obtenida.

Tabla N° 4: Resultados de concentración de Material Particulado Respirable MP10, Estación Copaquilla Alto

Punto de Monitoreo: Copaquilla Alto					
Fecha Monitoreo	N° Filtro	Masa Neta (mg)	Volumen terreno (m^3)	Volumen normalizado (m^3N)	Concentración MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
20171001	47-TEF-337562	0,159	24,048	18,188	8,7
20171004	47-TEF-385670	0,296	24,048	18,124	16,3
20171007	47-TEF-337565	0,428	24,062	17,923	23,9
20171010	47-TEF-337566	0,401	24,048	18,019	22,3
20171013	47-TEF-385669	0,336	24,048	18,188	18,5

Concentración Promedio de los 5 monitoreos válidos:	17,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
Concentración Máxima de Particulado Respirable:	23,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$
Concentración Mínima de Particulado Respirable:	8,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$

Gráfico N° 1: Concentraciones Medias Diarias de MP10, Estación Copaquilla Alto

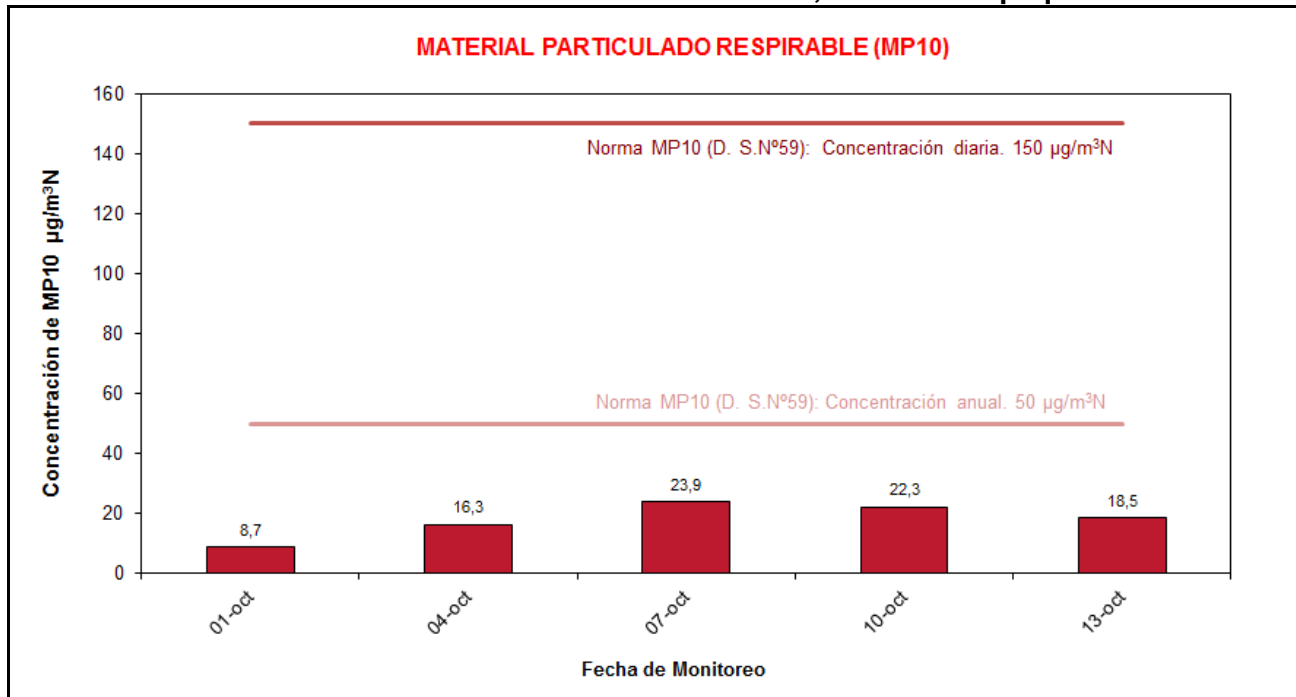


Tabla N° 5: Resultados de caracterización química de Material Particulado Respirable MP10 Discreto - Estación Copaquilla Alto

Identificación Elemento	Filtro Monitoreado				
	47-TEF-337562 (µg/m³N)	47-TEF-385670 (µg/m³N)	47-TEF-337565 (µg/m³N)	47-TEF-337566 (µg/m³N)	47-TEF-385669 (µg/m³N)
Arsénico (As)	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33	<0,33
Cadmio (Cd)	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Cromo (Cr)	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05
Plomo (Pb)	<0,16	<0,17	<0,17	<0,17	<0,16
Zinc (Zn)	0,11	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05
Cobre (Cu)	<0,05	0,88	<0,06	<0,06	<0,05

Ref.IN° 1445957

6.3.1.2.- Estación Copaquilla Bajo

En la Tabla N° 6, se entregan los promedios de concentración diaria, con los valores mínimos y máximos de MP10. En el Gráfico N° 2, se aprecia el comportamiento de los promedios de concentración diaria de MP10.

En la Tabla N° 7, se indica la cuantificación de los elementos As, Cd, Cu, Cr, Pb y Zn para la muestra de MP10.

Tabla N° 6: Resultados de concentración de Material Particulado Respirable MP10, Estación Copaquilla Bajo

Punto de Monitoreo: Copaquilla Bajo					
Fecha Monitoreo	N° Filtro	Masa Neta (mg)	Volumen terreno (m ³)	Volumen normalizado (m ³ N)	Concentración MP10 (µg/m ³ N)
20171001	47-TEF-337561	0,294	24,062	18,134	16,2
20171004	47-TEF-337567	0,322	24,062	18,036	17,9
20171007	47-TEF-383925	0,418	24,062	18,074	23,2
20171010	47-TEF-337563	0,100	24,062	17,910	5,6
20171013	47-TEF-337568	0,396	24,048	18,123	21,9

Concentración Promedio de los 5 monitoreos válidos:	16,9 µg/m³N
Concentración Máxima de Particulado Respirable:	23,2 µg/m³N
Concentración Mínima de Particulado Respirable:	5,6 µg/m³N

Gráfico N° 2: Concentraciones Medias Diarias de MP10, Estación Copaquilla Bajo

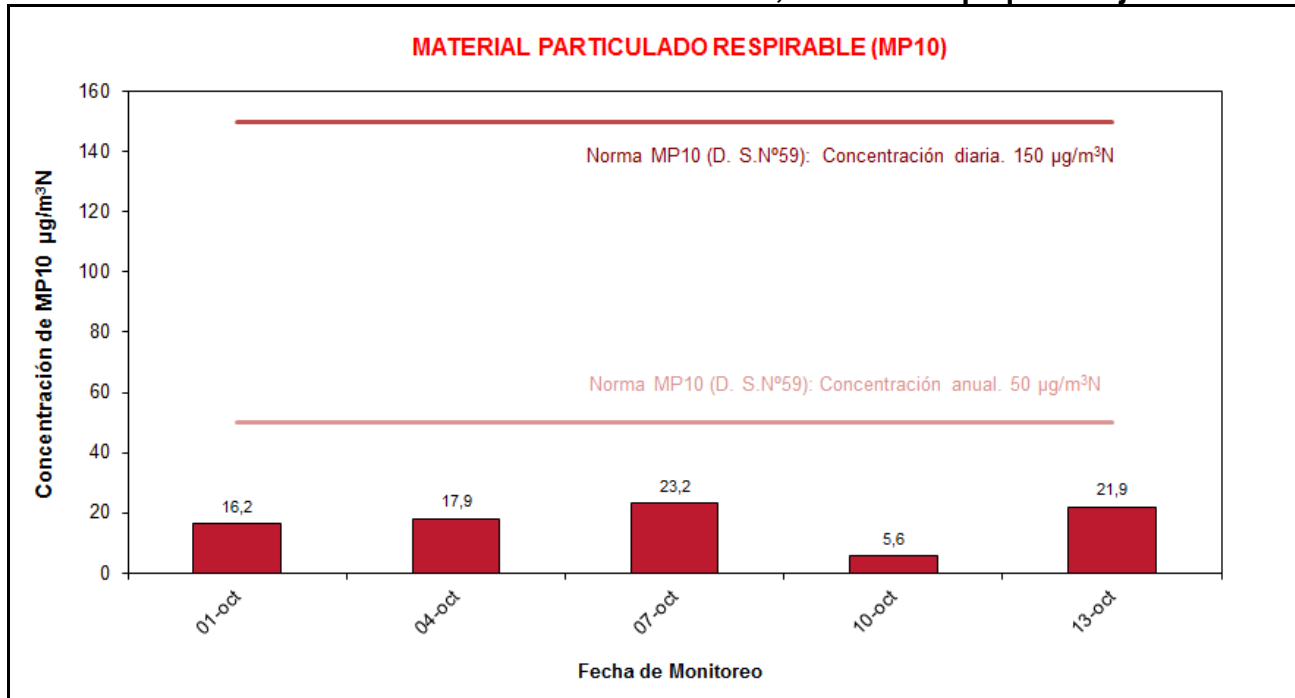


Tabla N° 7: Resultados de caracterización química de Material Particulado Respirable MP10 Discreto - Estación Copaquilla Bajo

Identificación Elemento	Filtro Monitoreado				
	47-TEF-337561 (µg/m³N)	47-TEF-337567 (µg/m³N)	47-TEF-383925 (µg/m³N)	47-TEF-337563 (µg/m³N)	47-TEF-337568 (µg/m³N)
Arsénico (As)	<0,33	<0,33	<0,33	<0,34	<0,33
Cadmio (Cd)	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Cromo (Cr)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Plomo (Pb)	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17	<0,17
Zinc (Zn)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Cobre (Cu)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,22

Ref.IN° 1445957

6.4.- Material Particulado Sedimentable (MPS)

En la Tabla N° 8 y Gráfico N° 3, se entregan los resultados de las concentraciones de MPS para la presente campaña, correspondientes al período desde el 28 de septiembre de 2017 al 19 de octubre de 2017.

En la Tabla N° 9, se indica la cuantificación de los elementos As, Cd, Cu, Cr, Pb y Zn para la muestra de MPS obtenida.

Tabla N° 8: Resultados de Material Particulado Sedimentable MPS

Fecha monitoreo	Punto Muestreo	Masa Polvo (mg)	Concentración Polvo Sedimentable (mg/m ² /día)
05/10/17 – 19/10/17	Copaquilla Alto	62,0	22,5
28/09/17 – 19/10/17	Copaquilla Bajo	113,5	27,6

Gráfico N° 3: Resultados Concentraciones de Material Particulado Sedimentable MPS,

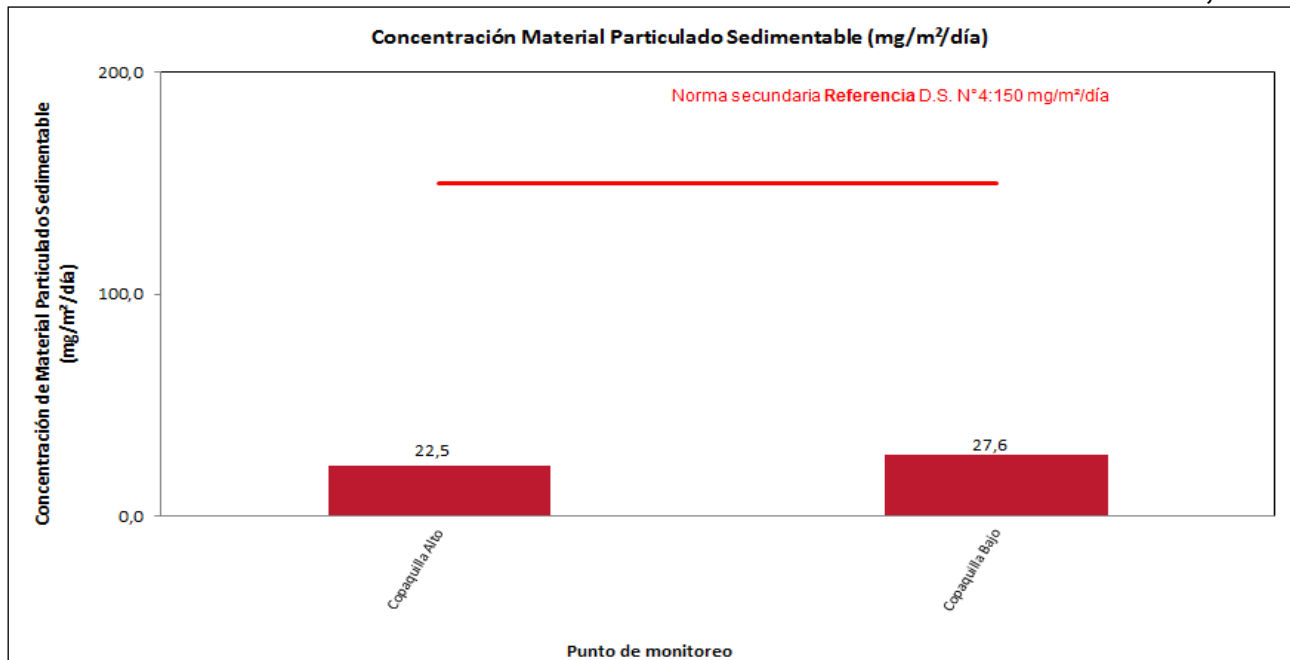


Tabla N° 9: Resultados de caracterización química de Material Particulado Sedimentable

Concentración						
Punto Muestreo	Arsénico (As) mg/Kg	Cadmio (Cd) mg/Kg	Cromo (Cr) mg/Kg	Plomo (Pb) mg/Kg	Zinc (Zn) mg/Kg	Cobre (Cu) mg/Kg
Copaquilla Alto	100	<20	120	360	940	800
Copaquilla Bajo	<60	<20	1570	60	430	430

Concentración						
Punto Muestreo	Arsénico (As) mg/m ² /día	Cadmio (Cd) mg/m ² /día	Cromo (Cr) mg/m ² /día	Plomo (Pb) mg/m ² /día	Zinc (Zn) mg/m ² /día	Cobre (Cu) mg/m ² /día
Copaquilla Alto	0,0008	b.l.d	0,001	0,003	0,008	0,007
Copaquilla Bajo	b.l.d	b.l.d	0,011	0,0004	0,003	0,003

(b.l.d) Valores bajo el límite de detección de la técnica empleada

Ref.IN° 1445958

6.5.- Variables meteorológicas

6.5.1.- Estación Copaquilla Alto

Tabla N° 10: Resumen Meteorología

Parámetro	Promedio período	% Vientos Predominante	Dirección de Vientos Predominantes
Velocidad y Dirección del Viento (m/s)	2,8	(0,5 -1,8 m/s) - 44,9	W

En la Tabla N° 11, se entregan los valores promedios horarios, valores mínimos y máximos de la velocidad del viento, en m/s, para el período comprendido entre el 29-09-2017 y 19-10-2017.

En el Gráfico N° 4, se aprecia el comportamiento de los promedios horarios de la velocidad del viento.

En el Figura N° 3 y Tabla N° 12, se muestran la rosa de viento y tabla de frecuencia para el período comprendido entre el 29-09-2017 y 19-10-2017.

En la Rosa de Viento se presentan las direcciones del viento predominantes, considerando 16 rumbos: los 4 cardinales (N, S, E, W), los 4 laterales (NE, SE, SW, NW) y los 8 colaterales (NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW, NNW).

En la Tabla N° 13, se entregan los valores promedios horarios de la dirección del viento, en grados, para el período comprendido entre el 29-09-2017 y 19-10-2017.

En la Tabla N° 14, se muestran las frecuencias de la dirección del viento en coordenadas N.S.E.W.

En Tabla N° 15, se muestran los valores de la Desviación Estándar de Dirección del Viento, también denominada Sigma Theta, en el período de monitoreo.

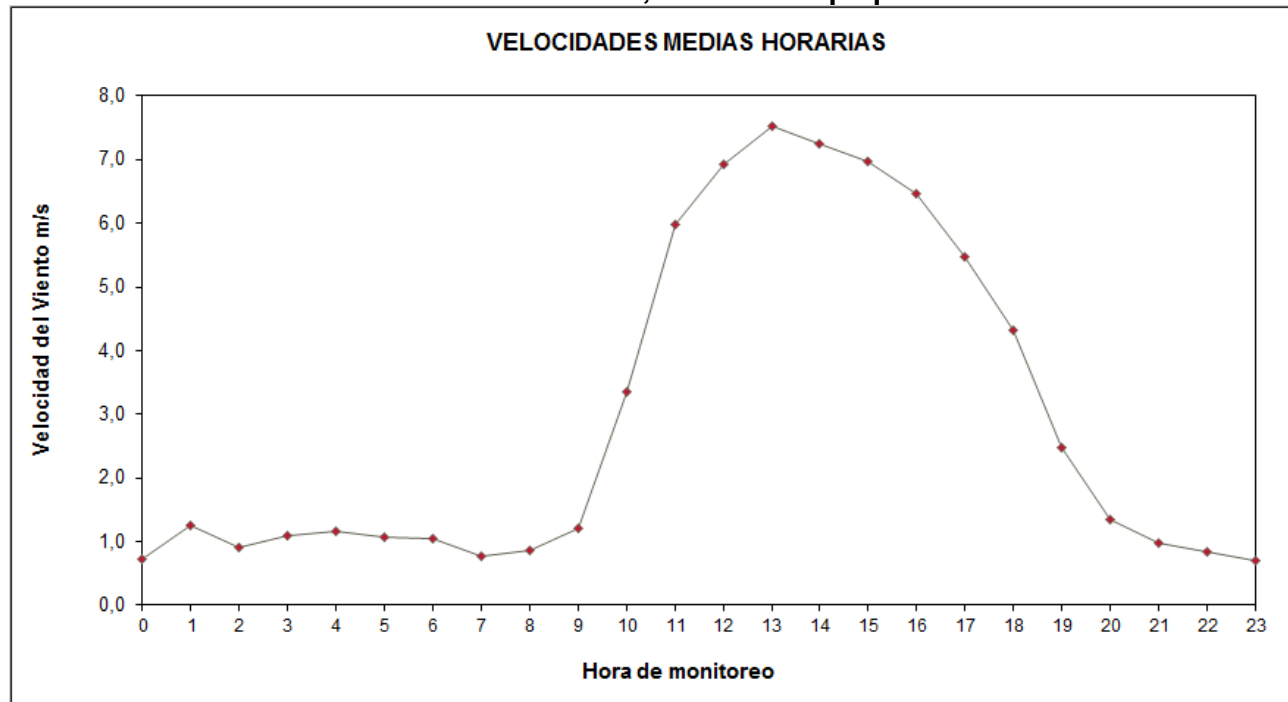
Tabla N° 11: Resultados de Velocidad del Viento, Estación Copaquilla Alto

ESTACIÓN :		Copaquilla Alto																							VARIABLE :			Velocidad del Viento		
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																							UNIDAD :			m/s		
Fecha	Hora																							Máxima Horaria	Mínima Horaria	Promedio Diario				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				23			
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	1,0	1,0	0,8	0,5	3,1	0,5	1,3		
30-sep	0,8	1,4	1,6	1,2	0,8	0,4	0,5	1,0	0,5	0,4	2,1	5,7	6,5	7,6	7,7	7,0	7,7	5,0	3,7	2,1	0,9	0,5	1,9	0,7	7,7	0,4	2,8			
01-oct	1,0	1,6	1,2	0,8	1,1	2,4	1,2	1,5	0,8	2,5	3,9	5,3	6,3	6,9	5,4	5,9	5,3	5,1	3,8	2,4	2,1	2,0	1,1	0,5	6,9	0,5	2,9			
02-oct	1,3	1,3	0,4	1,5	1,0	1,7	1,5	0,7	1,0	0,8	0,6	2,2	4,9	6,9	8,1	6,1	5,5	5,5	5,3	2,7	1,2	1,6	1,3	0,9	8,1	0,4	2,7			
03-oct	0,7	1,0	0,8	1,4	1,3	1,0	0,1	0,9	1,5	1,5	2,5	4,5	5,9	7,8	7,4	6,4	6,3	5,5	3,0	1,8	0,3	0,4	0,4	0,4	7,8	0,1	2,6			
04-oct	0,5	1,2	0,6	1,1	0,2	0,7	1,5	1,6	1,2	1,2	6,1	7,3	8,1	9,6	8,3	7,6	7,3	6,1	4,5	2,6	1,4	1,3	1,0	0,7	9,6	0,2	3,4			
05-oct	0,8	1,6	0,8	1,3	1,3	1,7	1,1	0,6	1,6	0,9	2,1	5,2	6,5	7,9	7,2	6,8	6,6	6,4	4,9	2,0	1,4	0,6	0,6	0,4	7,9	0,4	2,9			
06-oct	0,3	1,1	0,8	1,8	1,5	0,4	1,1	1,2	0,5	1,6	3,7	5,7	7,2	7,5	6,9	7,2	7,3	6,5	5,0	3,1	1,4	0,5	0,5	0,5	7,5	0,3	3,1			
07-oct	0,5	1,7	1,0	2,2	1,5	1,8	1,5	1,1	0,3	1,0	0,6	5,8	7,3	8,2	7,5	6,4	6,6	6,3	4,6	0,9	1,1	1,2	1,3	1,2	8,2	0,3	3,0			
08-oct	0,5	1,1	2,1	1,2	1,4	1,9	1,9	1,4	1,0	1,3	3,0	5,9	6,8	7,7	7,3	6,9	6,0	5,4	4,1	2,1	1,8	0,5	0,3	0,9	7,7	0,3	3,0			
09-oct	0,4	0,5	1,7	1,9	1,6	1,0	1,8	1,5	0,9	0,7	1,5	5,6	7,0	6,8	7,2	6,7	6,5	6,0	4,8	2,0	0,8	0,3	0,3	1,0	7,2	0,3	2,8			
10-oct	1,1	2,8	1,2	0,4	0,7	0,3	1,5	0,1	0,6	0,6	2,4	6,2	6,7	8,0	6,5	7,0	6,9	5,6	4,7	2,7	1,6	1,8	0,7	0,2	8,0	0,1	2,9			
11-oct	0,1	0,9	0,8	0,1	1,4	1,3	0,7	0,5	0,8	1,7	5,5	6,9	6,2	5,7	7,0	7,3	6,7	5,4	4,6	1,2	0,9	0,3	0,4	0,8	7,3	0,1	2,8			
12-oct	1,1	0,8	0,2	1,1	1,0	1,4	0,9	0,4	0,2	0,6	5,8	6,5	6,2	6,8	7,6	6,4	5,8	6,0	4,6	3,0	1,9	1,3	1,3	0,9	7,6	0,2	3,0			
13-oct	1,4	1,4	0,4	0,9	1,1	0,7	0,8	0,2	0,8	2,1	4,0	6,1	8,5	8,0	8,3	6,8	6,3	5,9	5,0	3,0	2,2	0,4	0,7	0,7	8,5	0,2	3,2			
14-oct	0,5	1,4	0,5	1,2	1,9	1,3	1,6	0,2	0,5	2,1	2,9	5,0	5,8	7,5	8,2	7,7	4,7	4,4	3,8	3,0	1,7	1,9	0,5	0,5	8,2	0,2	2,9			
15-oct	0,4	0,9	1,4	1,1	1,4	0,5	0,7	0,7	1,2	1,4	4,0	7,4	7,8	6,2	2,5	7,3	6,7	4,7	2,8	1,9	1,6	1,8	1,1	0,5	7,8	0,4	2,8			
16-oct	0,3	1,4	1,2	0,6	1,1	0,4	0,4	0,1	1,8	2,1	4,6	7,7	8,5	8,0	8,4	7,9	6,2	1,4	2,6	4,3	0,1	0,8	0,3	0,9	8,5	0,1	3,0			
17-oct	1,0	1,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,5	0,8	0,5	0,3	2,0	6,9	7,6	8,1	7,4	6,9	7,5	6,5	5,5	3,0	1,7	0,3	0,9	1,7	8,1	0,3	3,0			
18-oct	0,7	0,5	0,3	0,3	0,8	0,5	1,2	0,4	1,1	1,0	4,5	6,7	7,8	7,8	8,6	8,0	7,0	6,5	5,0	2,4	1,6	0,9	1,3	0,1	8,6	0,1	3,1			
19-oct	0,9	1,2	0,8	1,3	1,7	1,0	0,6	0,7	0,4	0,2	5,2	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1	0,2	1,8			
Máxima	1,4	2,8	2,1	2,2	1,9	2,4	1,9	1,6	1,8	2,5	6,1	7,7	8,5	9,6	8,6	8,0	7,7	6,5	5,5	4,3	2,2	2,0	1,9	1,7	-	-	-			
Mínima	0,1	0,5	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	2,2	4,9	5,7	2,5	5,9	4,7	1,4	2,5	0,9	0,1	0,3	0,3	0,1	-	-	-			
Media	0,7	1,3	0,9	1,1	1,2	1,1	1,1	0,8	0,9	1,2	3,4	6,0	6,9	7,5	7,2	7,0	6,5	5,5	4,3	2,5	1,3	1,0	0,8	0,7	-	-	-			

N° de datos validos : 473
Recuperación de datos : 100,0 %

Promedio: 2,8
Máxima horaria: 9,6
Máxima diaria: 3,4
Mínima horaria: 0,1
Mínima diaria: 1,3

Gráfico N° 4: Velocidades Medias Horarias, Estación Copaquilla Alto



Período: 29-09-2017 – 00:00 a 19-10-2017– 23:00

Figura N° 3: Rosa de Vientos (m/s), Estación Copaquilla Alto

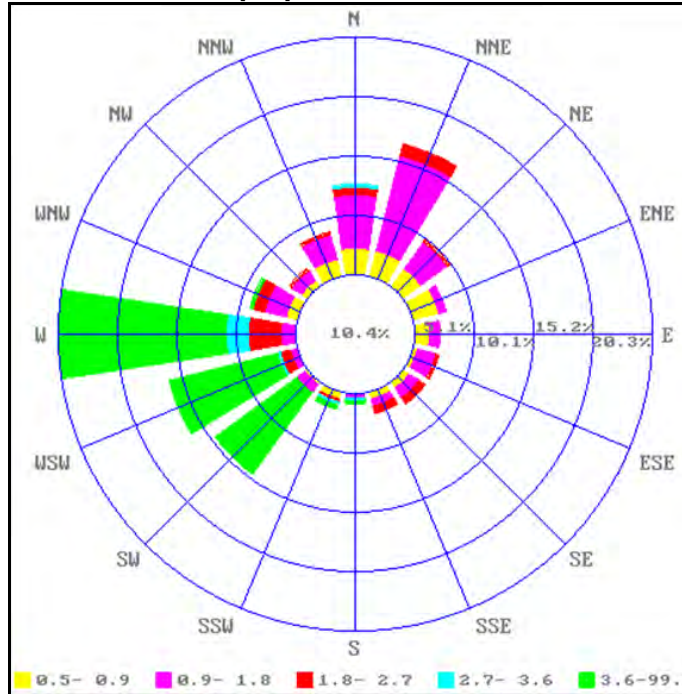


Tabla N° 12: Frecuencias del Viento (%), Estación Copaquilla Alto

TABLA DE FRECUENCIAS
(Porcentaje)

	(1)	2	3	4	5	6	Total
E	0.4	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	2.5
ENE	1.3	2.3	0.6	0.0	0.0	0.0	4.2
NE	0.8	1.9	2.7	0.2	0.0	0.0	5.7
NNE	0.6	2.3	8.5	1.1	0.0	0.0	12.5
N	1.7	2.3	4.7	0.6	0.2	0.0	9.5
NNW	1.1	1.5	2.1	0.2	0.0	0.0	4.9
NW	0.6	0.6	1.1	0.2	0.0	0.0	2.5
WNW	0.6	1.1	1.9	1.1	0.0	0.2	4.9
W	0.6	0.0	1.3	2.7	1.9	14.4	20.9
WSW	0.2	0.0	0.6	0.8	0.2	9.5	11.4
SW	0.6	0.2	0.8	0.0	0.0	8.7	10.4
SSW	0.2	0.6	0.0	0.2	0.2	0.4	1.7
S	0.2	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	1.1
SSE	0.2	0.6	0.6	0.6	0.0	0.0	2.1
SE	0.8	0.6	1.1	0.6	0.0	0.0	3.2
ESE	0.2	0.4	1.7	0.2	0.0	0.0	2.5
Total	10.4	15.9	29.0	8.7	2.7	33.4	100,0

■ 0.5- 0.9
 ■ 0.9- 1.8
 ■ 1.8- 2.7
 ■ 2.7- 3.6
 ■ 3.6-99.9

Tabla N° 13: Resultados de Dirección del Viento (grados), Estación Copaquilla Alto

ESTACIÓN :		Copaquilla Alto																				VARIABLE :		Dirección del Viento	
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																				UNIDAD :		°	
Fecha	Hora																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30-sep	112,0	25,5	23,8	31,0	39,3	45,7	58,0	18,2	95,7	307,3	261,4	241,9	237,6	233,8	230,7	232,7	225,7	244,3	256,0	266,6	281,6	293,0	333,2	15,7	
01-oct	81,4	354,0	50,0	16,7	13,8	6,1	58,7	86,8	49,3	268,7	275,2	267,3	257,7	238,3	273,5	273,0	269,2	272,2	297,5	283,4	309,1	288,2	340,5	331,5	
02-oct	22,5	10,6	29,0	2,5	38,1	107,6	80,8	40,2	86,5	46,8	206,0	288,5	253,1	243,4	253,5	260,7	260,4	271,1	275,0	275,5	277,0	135,4	358,7	38,3	
03-oct	3,7	9,0	38,2	8,7	29,4	19,3	325,8	36,5	117,3	128,4	152,7	211,6	250,9	265,4	259,9	250,5	244,5	253,9	264,9	272,2	288,3	2,7	266,1	357,6	
04-oct	38,8	11,7	357,3	6,7	100,0	10,5	15,3	34,5	114,0	172,8	268,9	269,8	264,2	267,2	269,3	268,3	270,9	279,9	275,6	281,0	270,8	282,5	329,4	337,6	
05-oct	67,9	351,8	46,5	15,1	22,3	12,5	36,8	22,1	120,2	143,4	247,8	241,9	243,9	224,8	234,0	244,0	234,7	264,1	271,4	272,7	289,7	329,8	147,8	347,9	
06-oct	58,6	24,0	47,6	3,9	40,7	58,1	10,2	27,1	90,7	134,0	231,8	239,9	252,2	256,7	262,1	265,5	270,7	275,4	266,6	285,7	317,0	307,2	2,4	2,4	
07-oct	354,2	359,7	17,7	17,1	25,6	19,6	33,2	50,1	4,3	119,7	224,5	226,9	244,2	264,8	239,7	248,9	269,8	270,0	272,2	287,5	308,2	345,9	29,9	11,5	
08-oct	79,6	123,7	106,5	42,4	21,2	16,3	22,9	21,4	57,3	124,6	178,3	223,5	264,6	228,0	234,9	234,2	232,1	257,1	278,1	286,7	280,2	71,0	301,9	21,1	
09-oct	197,3	62,9	14,1	12,0	36,4	53,3	38,8	31,0	75,0	297,2	220,9	220,1	262,2	257,1	234,1	233,8	230,0	253,6	275,0	278,5	290,5	127,1	10,5	353,0	
10-oct	321,4	354,4	34,9	30,2	29,4	27,5	12,9	38,7	136,5	156,2	207,9	253,5	252,4	268,5	245,1	259,1	273,9	275,5	267,6	277,3	294,2	285,7	332,6	60,2	
11-oct	243,4	216,0	294,7	336,5	18,8	18,1	19,7	63,5	100,5	164,9	250,2	269,0	251,2	235,4	218,0	259,5	274,9	266,3	271,8	254,0	216,0	217,3	224,3	345,5	
12-oct	8,6	7,1	144,9	13,3	353,6	17,9	12,3	61,7	105,9	210,1	260,0	269,2	259,0	241,9	271,4	247,9	263,6	275,6	277,0	272,4	276,7	297,8	357,4	15,9	
13-oct	23,2	315,1	76,7	333,9	352,3	351,1	347,7	349,4	91,5	131,1	223,5	250,4	238,8	227,1	229,4	231,7	234,6	240,2	268,3	266,9	269,0	293,8	315,5	11,3	
14-oct	31,5	109,6	70,9	30,7	0,7	338,4	28,2	56,4	142,1	155,3	197,2	235,6	262,7	248,2	247,3	260,8	247,7	262,0	266,9	275,7	268,4	273,3	298,3	196,7	
15-oct	78,9	9,7	332,2	343,6	8,6	154,9	107,9	6,4	301,5	184,4	233,3	258,5	269,8	274,4	240,7	271,7	277,0	270,6	259,6	255,2	279,8	270,5	329,3	142,5	
16-oct	167,1	256,4	292,3	72,5	256,9	263,7	136,1	339,0	132,3	152,1	270,8	267,0	257,0	257,9	259,4	264,3	258,7	167,3	249,0	265,2	2,6	73,9	333,2	6,1	
17-oct	353,2	18,8	333,3	309,2	355,4	358,9	11,7	50,8	62,7	171,3	142,4	216,8	230,6	250,5	223,6	221,0	223,1	233,2	239,4	245,5	228,4	264,5	325,9	2,6	
18-oct	4,4	86,9	356,9	37,6	11,1	67,8	31,1	56,1	35,6	153,4	190,8	215,4	218,2	219,8	221,3	220,3	219,4	227,1	259,9	268,9	261,0	329,7	337,6	217,7	
19-oct	110,1	13,7	15,9	22,3	7,9	17,3	73,3	10,8	127,6	212,3	223,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

N° de datos validos : 473
Recuperación de datos : 100,0 %

Tabla N° 14: Resultados de Dirección del Viento (coordenadas), Estación Copaquilla Alto

ESTACIÓN :		Copaquilla Alto																				VARIABLE :		Dirección del Viento	
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																				UNIDAD :		Coordenadas N.S.E.W	
Fecha	Hora																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30-sep	ESE	NNE	NNE	NNE	NE	NE	ENE	NNE	E	NW	W	WSW	WSW	SW	SW	SW	WSW	WSW	W	WNW	WNW	NW	NNW	NNE	
01-oct	E	N	NE	NNE	NNE	N	ENE	E	NE	W	W	W	WSW	WSW	W	W	W	W	WNW	WNW	NW	WNW	NNW	NNW	
02-oct	NNE	N	NNE	N	NE	ESE	E	NE	E	NE	SSE	WNW	WSW	WSW	WSW	W	W	W	W	W	W	SE	N	NE	
03-oct	N	N	NE	N	NNE	NNE	NW	NE	ESE	SE	SSE	SSW	WSW	W	W	WSW	WSW	WSW	W	W	WNW	N	W	N	
04-oct	NE	NNE	N	N	E	N	NNE	NE	ESE	S	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	WNW	NNW	NNW	
05-oct	ENE	N	NE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	ESE	SE	WSW	WSW	WSW	SW	SW	WSW	SW	W	W	W	WNW	NNW	SSE	NNW	
06-oct	ENE	NNE	NE	N	NE	ENE	N	NNE	E	SE	SW	WSW	WSW	WSW	W	W	W	W	W	W	WNW	NW	NW	N	
07-oct	N	N	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	N	ESE	SW	SW	WSW	W	WSW	WSW	W	W	W	WNW	NW	NNW	NNE	NNE	
08-oct	E	ESE	ESE	NE	NNE	NNE	NNE	NNE	ENE	SE	S	SW	WSW	SW	SW	SW	WSW	W	WNW	W	ENE	WNW	NNE	N	
09-oct	SSW	ENE	NNE	NNE	NE	NE	NE	NNE	ENE	WNW	SW	SW	W	WSW	SW	SW	WSW	W	W	WNW	SE	N	N		
10-oct	NW	N	NE	NNE	NNE	NNE	NE	SE	SSE	SSW	WSW	WSW	W	WSW	W	W	W	W	W	WNW	WNW	NNW	ENE	ENE	
11-oct	WSW	SW	WNW	NNW	NNE	NNE	ENE	E	SSE	WSW	W	WSW	SW	SW	W	W	W	W	W	WSW	SW	SW	NNW	NNW	
12-oct	N	N	SE	NNE	N	NNE	NNE	ENE	ESE	SSW	W	W	W	WSW	W	WSW	W	W	W	W	WNW	N	NNE	NNE	
13-oct	NNE	NW	ENE	NNW	N	N	NNW	N	E	SE	SW	WSW	WSW	SW	SW	SW	WSW	W	W	W	WNW	NW	NNE	NNE	
14-oct	NNE	ESE	ENE	NNE	N	NNW	ENE	ENE	SE	SSE	SSW	SW	W	WSW	WSW	W	WSW	W	W	W	W	WNW	SSW	SSW	
15-oct	E	N	NNW	NNW	N	SSE	ESE	N	WNW	S	SW	WSW	W	WSW	W	W	W	W	W	WSW	W	W	NNW	SE	
16-oct	SSE	WSW	WNW	ENE	WSW	W	SE	NNW	SE	SSE	W	W	WSW	WSW	W	W	WSW	SSE	WSW	W	N	ENE	NNW	N	
17-oct	N	NNE	NNW	NW	N	N	NNE	NE	ENE	S	SE	SW	WSW	SW	SW	SW	WSW	WSW	WSW	SW	W	NW	N	N	
18-oct	N	E	N	NE	N	ENE	NNE	NE	NE	SSE	S	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	W	W	W	NNW	NNW	SW	
19-oct	ESE	NNE	NNE	NNE	N	NNE	NNE	ENE	N	SE	SSW	SW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

N° de datos validos : 473
Recuperación de datos : 100,0 %

Tabla N° 15: Resultados de Desviación Estándar (Sigma Theta), Estación Copaquilla Alto

ESTACIÓN :		Copaquilla Alto																				VARIABLE :	Sigma Theta	
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																				UNIDAD :	°	
Fecha	Hora																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-sep	16,5	6,4	6,2	15,2	24,9	57,8	47,8	10,0	42,5	40,2	32,2	14,8	15,0	11,9	10,5	12,1	8,9	11,1	8,9	9,1	10,2	14,1	8,1	17,5
01-oct	9,2	6,0	25,6	28,8	19,8	7,1	22,6	10,2	31,3	22,3	19,5	16,9	16,8	13,8	19,3	13,1	14,8	13,0	9,9	10,3	8,0	8,2	14,3	34,4
02-oct	25,6	17,4	24,0	17,8	18,9	12,9	13,8	22,5	22,9	43,2	60,4	49,3	19,8	13,6	10,4	12,5	13,1	9,6	6,0	6,6	14,7	10,6	9,2	14,0
03-oct	13,2	11,1	26,4	8,0	13,8	14,1	21,8	21,8	19,6	18,8	20,9	13,9	14,3	10,8	11,1	12,9	11,2	8,7	6,5	7,2	19,7	23,3	32,9	11,5
04-oct	16,6	13,6	42,2	22,2	22,5	16,1	20,6	11,6	15,7	19,3	8,8	8,0	8,8	7,2	8,7	8,5	8,1	6,8	5,7	4,5	7,7	6,2	6,3	15,6
05-oct	20,1	5,5	24,3	16,4	24,4	11,9	7,8	24,0	12,1	32,2	21,3	14,5	11,5	9,9	11,1	12,3	9,8	7,3	5,4	8,6	5,5	26,9	18,1	17,5
06-oct	20,2	16,5	21,5	7,2	21,2	28,7	35,2	9,9	27,2	22,1	15,5	12,6	13,5	12,9	12,0	11,3	8,9	7,4	5,6	7,8	7,1	8,7	30,4	17,9
07-oct	18,5	6,2	27,8	5,4	13,3	5,8	21,2	13,9	36,4	40,0	43,0	11,3	11,9	9,1	10,2	13,8	9,6	7,3	6,0	10,8	7,2	9,3	14,6	6,6
08-oct	21,8	10,6	10,4	22,5	33,5	12,3	20,5	14,4	20,4	23,6	15,9	10,5	12,0	11,3	12,0	11,0	11,4	10,0	6,3	6,2	22,6	25,2	36,3	26,5
09-oct	12,4	28,5	8,3	5,8	10,9	37,3	6,3	11,6	28,7	30,9	40,8	12,4	11,9	12,4	14,0	11,9	9,5	9,6	5,6	7,6	5,6	23,1	26,1	38,8
10-oct	26,9	8,4	12,5	38,5	46,5	27,0	9,0	21,4	39,4	40,4	22,9	13,1	11,4	9,5	10,4	9,8	8,2	7,8	6,5	7,8	6,4	4,8	15,0	27,3
11-oct	30,9	17,2	16,2	33,2	17,6	18,9	35,9	26,7	24,7	30,1	13,1	10,7	12,0	12,4	10,4	8,7	9,4	10,4	5,4	10,6	21,5	17,3	25,4	15,3
12-oct	12,8	39,4	29,3	10,7	16,3	13,8	34,1	21,9	37,9	44,5	12,2	10,6	12,6	11,2	10,6	12,7	10,6	7,1	5,8	5,6	4,2	6,4	10,5	28,8
13-oct	9,2	10,2	11,0	12,6	25,1	20,2	24,6	36,5	29,7	19,5	20,0	13,5	10,9	10,3	9,7	11,7	9,2	9,5	7,1	6,2	5,4	17,0	10,5	13,8
14-oct	9,7	7,2	25,4	9,2	7,2	11,3	8,6	24,3	36,4	24,8	19,6	14,9	14,8	12,0	11,6	10,8	14,0	11,8	10,9	6,1	8,6	6,1	15,6	11,2
15-oct	11,3	17,1	10,0	38,2	13,2	19,2	29,8	22,5	17,9	29,4	29,2	9,1	8,6	10,5	33,7	8,4	7,8	11,5	30,3	25,2	11,3	25,8	9,5	19,2
16-oct	14,8	12,0	9,5	21,3	12,7	32,6	32,0	16,1	13,0	24,2	16,6	12,4	10,2	10,4	9,0	8,8	11,2	27,3	15,4	6,6	30,6	20,0	30,1	7,9
17-oct	6,9	9,9	14,7	42,7	19,6	5,3	19,0	15,4	30,7	54,3	30,9	10,5	9,1	11,5	9,9	9,8	8,7	9,3	9,2	9,9	6,2	9,8	7,0	16,9
18-oct	33,3	20,3	17,7	33,6	30,0	25,9	9,8	20,3	21,7	37,0	13,7	10,2	9,0	10,1	9,6	9,6	9,1	9,2	8,0	5,8	13,1	8,6	9,9	20,7
19-oct	11,9	12,0	17,6	10,0	5,5	15,8	20,0	15,5	28,5	44,6	18,1	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

N° de datos validos : 473
Recuperación de datos : 100,0 %

6.5.2.- Estación Copaquilla Bajo

Tabla N° 16: Resumen Meteorología

Parámetro	Promedio período	% Vientos Predominante	Dirección de Vientos Predominantes
Velocidad y Dirección del Viento (m/s)	2,4	(1,8 - 3,6 m/s) - 39,6	N

En la Tabla N° 17, se entregan los valores promedios horarios, valores mínimos y máximos de la velocidad del viento, en m/s, para el período comprendido entre el 29-09-2017 y 19-10-2017.

En el Gráfico N° 5, se aprecia el comportamiento de los promedios horarios de la velocidad del viento.

En el Figura N° 3 y Tabla N° 18, se muestran la rosa de viento y tabla de frecuencia para el período comprendido entre el 29-09-2017 y 19-10-2017.

En la Rosa de Viento se presentan las direcciones del viento predominantes, considerando 16 rumbos: los 4 cardinales (N, S, E, W), los 4 laterales (NE, SE, SW, NW) y los 8 colaterales (NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW, NNW).

En la Tabla N° 19, se entregan los valores promedios horarios de la dirección del viento, en grados, para el período comprendido entre el 29-09-2017 y 19-10-2017.

En la Tabla N° 20, se muestran las frecuencias de la dirección del viento en coordenadas N.S.E.W.

En Tabla N° 21, se muestran los valores de la Desviación Estándar de Dirección del Viento, también denominada Sigma Theta, en el período de monitoreo.

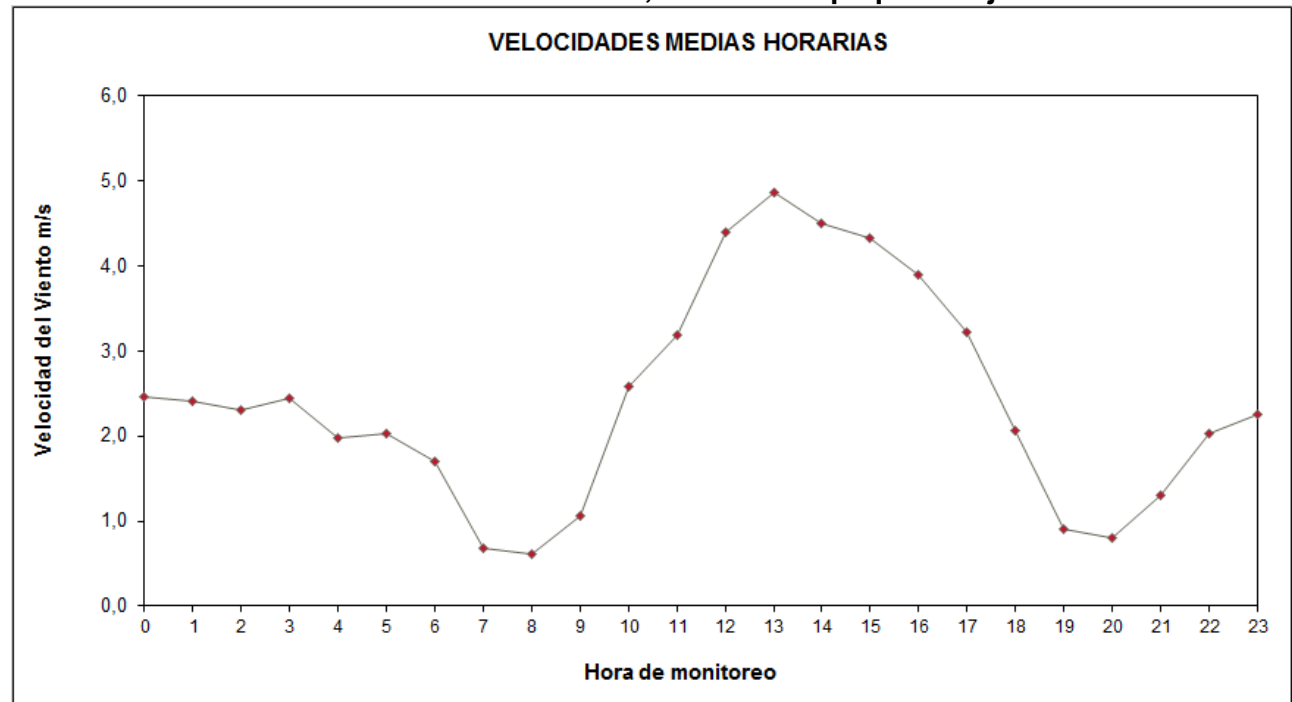
Tabla N° 17: Resultados de Velocidad del Viento, Estación Copaquilla Bajo

ESTACIÓN :		Copaquilla Bajo																							VARIABLE :			Velocidad del Viento		
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																							UNIDAD :			m/s		
Fecha	Hora																							Máxima Horaria	Minima Horaria	Promedio Diario				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				23			
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	4,0	4,4	5,3	4,2	3,7	3,6	1,5	0,6	1,1	1,4	2,5	5,3	0,6	2,9		
30-sep	3,1	4,1	3,1	2,0	3,0	3,4	1,9	0,9	0,8	1,0	2,3	3,7	4,6	4,8	4,4	3,8	3,9	3,2	1,8	0,3	0,3	1,5	2,6	3,0	4,8	0,3	2,6			
01-oct	3,4	3,2	2,7	3,4	2,7	0,4	0,2	0,6	0,9	0,5	3,2	3,0	3,6	5,0	3,6	4,0	3,6	3,1	2,8	2,3	2,0	1,1	2,5	2,8	5,0	0,2	2,5			
02-oct	3,3	2,8	2,6	0,8	0,4	0,6	1,9	0,9	0,4	0,5	0,8	0,5	2,8	5,2	5,2	3,8	3,9	3,7	2,9	0,5	0,6	2,0	2,6	3,2	5,2	0,4	2,2			
03-oct	4,0	2,6	2,8	3,0	0,8	3,1	3,2	0,9	0,6	0,6	2,2	2,5	4,3	4,5	4,8	4,2	3,9	2,8	1,5	0,3	2,7	3,0	2,9	3,7	4,8	0,3	2,7			
04-oct	3,4	2,9	3,0	3,5	3,0	3,7	2,7	0,6	0,6	1,3	2,9	3,7	3,9	5,6	4,8	5,2	4,4	3,8	1,6	1,1	0,1	1,8	2,9	3,7	5,6	0,1	2,9			
05-oct	3,3	3,5	2,7	3,2	3,4	1,4	2,0	0,9	0,5	0,8	2,9	2,9	4,5	4,9	4,7	4,3	4,2	3,9	2,1	0,9	0,9	2,4	2,4	2,9	4,9	0,5	2,7			
06-oct	2,8	3,5	2,7	3,1	1,0	2,8	2,1	0,6	0,6	1,1	3,2	3,7	5,2	5,4	4,9	4,7	4,5	4,3	1,1	1,0	0,4	0,6	1,9	2,0	5,4	0,4	2,6			
07-oct	3,4	2,6	3,0	2,4	1,6	2,6	2,2	0,7	1,0	0,8	1,2	3,0	5,3	5,0	4,3	4,6	4,5	2,6	2,2	0,3	2,3	2,1	2,4	2,8	5,3	0,3	2,6			
08-oct	1,5	2,5	3,4	4,9	2,3	2,9	2,5	0,8	0,3	0,9	2,8	2,6	4,7	4,7	4,5	3,8	3,5	3,3	1,2	0,4	0,2	1,3	3,0	2,5	4,9	0,2	2,5			
09-oct	3,5	3,3	3,2	2,4	2,3	1,4	3,0	0,6	0,6	1,0	2,5	1,9	4,5	4,7	4,3	3,8	3,5	4,0	2,5	0,1	1,2	1,5	2,9	2,5	4,7	0,1	2,6			
10-oct	3,3	2,2	2,2	2,5	3,3	3,1	0,9	0,7	0,8	1,1	2,9	3,3	4,7	5,2	4,8	4,9	4,7	2,0	2,5	0,2	0,1	0,8	1,4	1,9	5,2	0,1	2,5			
11-oct	2,8	3,4	2,8	3,0	2,0	2,0	0,9	0,7	0,8	1,6	3,4	3,8	4,2	3,9	3,5	5,1	5,0	2,6	2,2	1,0	0,3	1,7	2,1	2,6	5,1	0,3	2,6			
12-oct	2,8	2,4	1,4	2,5	1,3	2,3	1,1	0,6	0,5	1,0	3,8	4,3	4,7	4,6	4,7	3,8	3,5	4,1	2,0	1,2	0,4	0,4	0,9	0,5	4,7	0,4	2,3			
13-oct	0,3	0,4	0,5	1,2	0,7	1,2	1,3	0,7	0,5	1,8	2,5	3,9	5,6	4,5	4,9	4,3	3,5	3,0	1,5	1,3	1,2	0,4	1,1	1,2	5,6	0,3	2,0			
14-oct	0,7	0,9	2,4	2,1	3,3	2,3	1,4	0,7	0,5	1,8	2,1	1,8	3,5	4,0	5,0	3,9	2,0	1,6	2,3	1,5	0,8	0,3	0,3	0,4	5,0	0,3	1,9			
15-oct	1,3	1,2	0,9	2,3	1,1	0,2	0,3	0,5	0,1	1,5	3,5	3,9	4,4	4,7	3,3	4,6	4,8	3,1	2,3	1,1	0,2	0,3	0,2	0,1	4,8	0,1	1,9			
16-oct	0,1	0,1	0,1	0,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,9	0,7	2,3	5,5	6,2	5,7	5,9	5,0	2,8	2,3	1,0	1,7	0,6	0,4	2,2	2,4	6,2	0,0	1,9			
17-oct	2,3	0,8	1,3	2,0	2,1	2,4	0,6	0,4	0,4	1,0	1,6	2,5	4,8	5,9	3,9	3,8	4,4	3,8	1,7	0,9	1,0	1,5	2,7	2,3	5,9	0,4	2,3			
18-oct	1,1	2,7	3,7	2,2	2,9	2,4	3,0	0,8	0,8	1,2	2,7	2,8	4,5	4,5	4,3	3,8	3,3	3,4	2,4	0,4	0,3	1,9	2,2	2,0	4,5	0,3	2,5			
19-oct	2,8	3,2	1,6	2,5	1,7	2,5	2,7	0,7	0,5	1,1	2,7	4,4	4,5	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	0,5	2,6			
Máxima	4,0	4,1	3,7	4,9	3,4	3,7	3,2	0,9	1,0	1,8	3,8	5,5	6,2	5,9	5,9	5,3	5,0	4,3	3,6	2,3	2,7	3,0	3,0	3,7						
Minima	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4	0,0	0,1	0,2	0,1	0,5	0,8	0,5	2,0	3,9	3,3	3,8	2,0	1,6	1,0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1						
Media	2,5	2,4	2,3	2,5	2,0	2,0	1,7	0,7	0,6	1,1	2,6	3,2	4,4	4,9	4,5	4,3	3,9	3,2	2,1	0,9	0,8	1,3	2,0	2,3						

N° de datos validos : 482
Recuperación de datos : 100,0 %

Promedio: 2,4
Máxima horaria: 6,2
Máxima diaria: 2,9
Minima horaria: 0,0
Minima diaria: 1,9

Gráfico N° 5: Velocidades Medias Horarias, Estación Copaquilla Bajo



Período: 29-09-2017 – 00:00 a 19-10-2017– 23:00

Figura N° 4: Rosa de Vientos (m/s), Estación Copaquilla Bajo

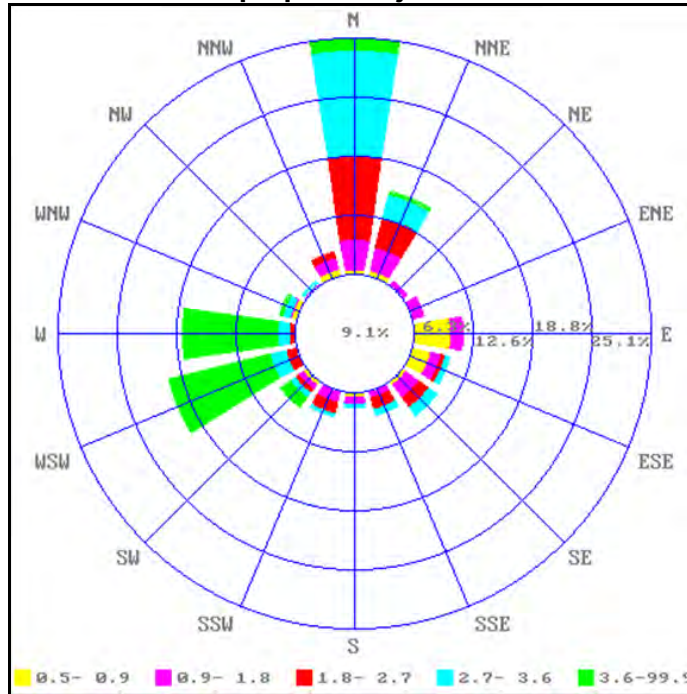


Tabla N° 18: Frecuencias del Viento (%), Estación Copaquilla Bajo

TABLA DE FRECUENCIAS
(Porcentaje)

	①	2	3	4	5	6	Total
E	0.6	3.9	1.2	0.0	0.0	0.0	5.8
ENE	0.8	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	2.1
NE	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6
NNE	0.4	0.6	2.5	3.3	2.5	0.2	9.5
N	0.0	0.4	3.3	8.9	11.2	1.2	25.1
NNW	0.8	0.8	1.2	0.6	0.0	0.0	3.5
NW	0.4	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	1.0
WNW	1.7	0.6	0.2	0.0	0.8	0.2	3.5
W	0.2	0.0	0.2	0.4	1.2	10.2	12.2
WSW	0.6	0.0	0.2	1.0	1.7	11.0	14.5
SW	0.2	0.4	0.6	0.4	0.6	1.2	3.5
SSW	0.6	0.2	1.0	1.2	0.2	0.0	3.3
S	0.4	0.4	0.8	0.0	0.2	0.0	1.9
SSE	0.2	0.2	0.6	1.2	0.6	0.0	2.9
SE	0.8	0.4	1.7	1.2	1.0	0.0	5.2
ESE	1.2	2.1	1.0	0.4	0.4	0.0	5.2
Total	9.1	10.8	16.4	18.9	20.7	24.1	100.0

■ 0.5- 0.9
 ■ 0.9- 1.8
 ■ 1.8- 2.7
 ■ 2.7- 3.6
 ■ 3.6-99.9

Tabla N° 19: Resultados de Dirección del Viento (grados), Estación Copaquilla Bajo

ESTACIÓN :		Copaquilla Bajo																				VARIABLE :		Dirección del Viento	
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																				UNIDAD :		°	
Fecha	Hora																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149,4	230,2	250,1	250,4	270,2	264,4	269,5	268,5	223,4	317,4	10,3	6,0
30-sep	9,9	360,0	14,9	13,8	2,4	3,6	10,5	56,9	91,3	102,4	128,2	234,8	244,5	253,2	254,0	278,9	267,7	278,8	263,1	206,3	286,0	359,7	8,6	1,0	
01-oct	4,8	8,1	4,4	10,2	7,6	63,7	289,2	101,1	98,2	333,3	295,2	300,5	285,5	257,2	262,9	253,6	268,3	296,6	309,1	345,6	356,0	3,5	4,3	2,2	
02-oct	5,8	8,0	8,0	26,7	79,8	306,1	8,3	68,2	88,0	101,1	173,1	199,0	254,5	269,7	270,5	270,7	262,5	265,5	263,2	175,9	342,0	341,7	356,9	4,7	
03-oct	2,9	13,8	13,5	13,1	17,6	10,9	8,5	76,2	107,2	114,5	122,3	158,4	243,1	262,5	270,3	269,3	269,8	274,9	143,7	302,1	4,1	6,0	10,3	6,6	
04-oct	13,4	18,5	8,9	6,6	8,9	11,7	6,6	92,4	107,4	127,5	205,7	226,2	236,6	255,6	267,3	274,1	271,3	252,3	192,4	198,6	273,5	355,2	5,9	1,4	
05-oct	3,0	5,4	8,3	12,1	9,5	31,2	9,1	59,4	104,7	105,6	125,7	230,8	262,7	257,2	252,6	261,7	266,4	272,4	240,8	187,8	334,3	4,2	5,7	5,9	
06-oct	4,8	5,5	8,9	8,2	19,8	13,6	13,1	83,4	86,0	107,5	124,4	230,8	243,9	242,9	246,7	254,1	264,3	275,8	209,4	128,6	134,3	291,3	347,0	5,7	
07-oct	358,4	14,4	7,6	13,2	23,5	8,3	24,8	89,8	84,5	110,3	199,1	185,6	253,2	265,0	266,4	280,6	268,5	256,9	155,8	210,5	352,2	1,2	4,3	9,2	
08-oct	355,6	3,2	2,6	358,5	17,0	11,2	8,9	82,4	106,1	99,5	127,9	239,1	271,7	254,2	274,4	266,3	255,5	249,2	191,2	143,6	65,4	329,2	4,6	5,1	
09-oct	1,1	5,5	11,4	19,2	8,9	15,8	14,1	102,1	100,8	95,9	133,3	210,6	260,5	252,5	264,5	256,6	271,5	270,3	254,5	195,3	347,8	8,2	6,0	9,0	
10-oct	15,7	12,7	25,4	6,3	7,3	5,6	25,5	95,2	93,9	124,3	121,0	233,6	247,5	270,6	254,2	268,1	257,9	204,0	147,4	170,9	135,7	330,2	352,1	0,4	
11-oct	4,9	3,4	12,4	4,2	14,1	12,2	43,4	90,7	89,8	115,6	158,9	230,2	251,9	245,7	256,5	271,4	244,7	230,6	150,2	135,8	316,7	353,4	3,3	10,0	
12-oct	8,4	8,7	5,9	11,4	28,4	19,2	40,5	90,2	114,9	122,8	240,7	263,3	267,3	265,9	261,4	277,1	281,3	259,3	226,8	164,0	115,1	341,1	11,6	357,7	
13-oct	252,0	12,6	293,8	342,2	11,0	8,0	8,2	97,9	113,1	108,4	204,9	225,7	256,0	254,9	254,4	255,4	260,5	269,0	234,5	180,0	230,2	292,1	350,8	360,0	
14-oct	342,9	340,4	0,0	359,1	4,7	4,7	19,2	94,9	131,5	134,8	141,3	212,5	250,9	250,5	240,0	246,9	241,7	190,1	143,0	154,1	151,0	218,1	296,2	293,0	
15-oct	340,8	7,6	6,7	8,8	31,3	136,3	341,0	75,6	157,5	131,1	123,0	237,4	247,2	236,6	137,9	242,2	244,1	155,6	137,7	198,6	109,2	122,7	92,3	337,2	
16-oct	287,1	22,6	61,6	253,0	297,2	245,6	67,8	300,3	75,9	124,2	196,0	253,9	244,1	243,3	242,5	253,6	256,0	148,6	163,7	246,0	229,9	318,5	356,2	7,0	
17-oct	5,5	16,1	3,7	5,5	9,5	12,7	53,1	112,1	117,3	97,6	136,4	208,2	266,0	279,2	264,2	245,8	250,9	258,0	214,0	134,7	292,4	351,4	2,2	11,7	
18-oct	14,1	5,4	3,8	9,7	8,4	8,2	12,6	80,7	89,2	88,1	142,6	227,2	244,7	259,2	248,3	253,2	246,6	252,0	261,5	178,8	341,5	2,6	3,9	7,6	
19-oct	6,2	2,2	21,8	6,8	22,9	5,7	8,8	92,3	116,8	101,8	167,4	263,1	254,7	262,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

N° de datos validos : 482
Recuperación de datos : 100,0 %

Tabla N° 20: Resultados de Dirección del Viento (coordenadas), Estación Copaquilla Bajo

ESTACIÓN :		Copaquilla Bajo																				VARIABLE :		Dirección del Viento	
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																				UNIDAD :		Coordenadas N.S.E.W	
Fecha	Hora																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	WSW	SW	WSW	WSW	W	W	W	W	SW	NW	N	N
30-sep	N	N	NNE	NNE	N	N	N	ENE	E	ESE	SE	SW	WSW	WSW	WSW	W	W	W	W	SSW	WNW	N	N	N	
01-oct	N	N	N	N	N	ENE	WNW	E	E	NNW	WNW	WNW	WNW	WSW	W	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	N	N	N	
02-oct	N	N	N	NNE	E	NW	N	ENE	E	S	SSW	WSW	W	W	W	W	W	W	W	S	NNW	NNW	N	N	
03-oct	N	NNE	NNE	NNE	NNE	N	N	ENE	ESE	ESE	ESE	SSE	WSW	W	W	W	W	W	SE	WNW	N	N	N	N	
04-oct	NNE	NNE	N	N	NNE	N	E	ESE	SE	SSW	SW	WSW	WSW	W	W	W	WSW	SSW	SSW	W	N	N	N	N	
05-oct	N	N	N	NNE	N	NNE	N	ENE	ESE	ESE	SE	SW	W	WSW	WSW	W	W	W	WSW	S	NNW	N	N	N	
06-oct	N	N	N	N	NNE	NNE	NNE	E	E	ESE	SE	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	W	W	SSW	SE	SE	WNW	NNW	N	
07-oct	N	NNE	N	NNE	NNE	N	NNE	E	E	ESE	SSW	S	WSW	W	W	W	W	WSW	SSE	SSW	N	N	N	N	
08-oct	N	N	N	N	NNE	N	N	E	ESE	E	SE	WSW	W	WSW	W	W	WSW	WSW	S	SE	ENE	NNW	N	N	
09-oct	N	N	NNE	NNE	N	NNE	NNE	ESE	E	E	SE	SSW	W	WSW	W	WSW	W	W	WSW	SSW	NNW	N	N	N	
10-oct	NNE	NNE	NNE	N	N	NNE	E	E	SE	ESE	SW	WSW	W	WSW	W	WSW	WSW	SSW	SSE	S	SE	NNW	N	N	
11-oct	N	N	NNE	N	NNE	NNE	NE	E	E	ESE	SSE	SW	WSW	WSW	WSW	W	WSW	SW	SSE	SE	NW	N	N	N	
12-oct	N	N	N	NNE	NNE	NNE	NE	E	ESE	ESE	WSW	W	WSW	W	W	WNW	W	SW	SSE	ESE	NNW	NNE	N	N	
13-oct	WSW	NNE	WNW	NNW	N	N	N	E	ESE	ESE	SSW	SW	WSW	WSW	WSW	WSW	W	W	SW	S	SW	WNW	N	N	
14-oct	NNW	NNW	N	N	N	NNE	E	SE	SE	SE	SSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	S	SE	SSE	ESE	SW	WNW	WNW	
15-oct	NNW	N	N	N	NNE	SE	NNW	ENE	SSE	SE	ESE	WSW	WSW	WSW	SE	WSW	WSW	SSE	SE	SSW	ESE	ESE	E	NNW	
16-oct	WNW	NNE	ENE	WSW	WNW	WSW	ENE	WNW	ENE	SE	SSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	WSW	SSE	SSE	WSW	SW	NW	N	N	
17-oct	N	NNE	N	N	N	NNE	NE	ESE	ESE	E	SE	SSW	W	W	W	WSW	WSW	WSW	SW	SE	WNW	N	N	NNE	
18-oct	NNE	N	N	N	N	N	NNE	E	E	E	SE	SW	WSW	W	WSW	WSW	WSW	WSW	W	S	NNW	N	N	N	
19-oct	N	N	NNE	N	NNE	N	N	E	ESE	ESE	SSE	W	WSW	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

N° de datos validos : 482
Recuperación de datos : 100,0 %

Tabla N° 21: Resultados de Desviación Estándar (Sigma Theta), Estación Copaquilla Alto

ESTACIÓN :		Copaquilla Bajo																						VARIABLE :	Sigma Theta	
PERÍODO :		29 al 19 de octubre del 2017																						UNIDAD :	°	
Fecha	Hora																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
29-sep	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,8	27,3	22,4	17,0	19,6	18,0	13,8	30,0	27,6	29,4	22,0	23,4		
30-sep	20,3	19,4	28,7	33,3	25,3	28,0	32,7	29,8	20,3	31,4	19,0	24,0	18,7	19,9	21,8	22,9	22,9	16,8	28,2	21,3	23,6	29,2	23,8	21,6		
01-oct	19,8	25,9	23,4	23,7	31,4	31,2	31,6	17,5	18,5	31,8	31,5	34,0	27,4	21,8	24,1	22,5	22,4	17,7	14,5	14,3	25,4	21,4	20,9	19,9		
02-oct	24,5	25,3	27,9	42,0	46,2	35,8	37,4	31,8	34,3	31,9	45,3	35,3	38,0	19,3	22,2	19,9	17,3	16,4	16,6	28,6	25,0	25,1	24,9	20,6		
03-oct	21,6	31,3	28,5	32,2	47,8	28,7	27,5	26,6	19,0	38,2	20,7	27,0	17,2	24,1	23,3	21,6	22,3	23,4	14,2	23,7	19,0	21,6	23,5	21,5		
04-oct	23,7	29,0	26,6	27,2	30,0	26,7	42,9	26,4	29,0	32,6	19,9	32,9	30,7	18,5	19,4	14,8	18,4	15,6	23,9	23,1	17,0	23,2	22,9	21,8		
05-oct	23,3	26,1	28,0	27,6	28,8	51,8	31,8	34,7	22,3	25,5	18,9	29,8	21,5	20,8	20,8	21,4	20,2	15,9	39,8	30,2	20,2	23,5	22,0	21,9		
06-oct	24,3	24,6	34,7	34,5	48,3	26,1	32,1	20,7	27,2	26,6	17,6	25,5	18,0	15,3	18,1	19,6	19,9	14,7	27,4	18,7	13,8	19,8	29,6	23,9		
07-oct	19,9	36,2	32,8	41,4	48,9	36,1	48,2	18,6	18,6	30,8	28,4	29,6	19,0	20,5	22,1	18,8	18,3	26,5	16,9	12,1	20,9	36,5	24,4	25,6		
08-oct	34,3	28,5	20,9	22,4	39,4	35,4	44,9	25,4	25,2	37,7	18,0	27,8	21,7	22,8	23,7	25,0	20,8	18,8	39,8	22,9	19,9	20,4	21,8	31,9		
09-oct	23,3	23,6	32,1	47,6	40,6	49,8	42,1	33,2	30,4	31,8	24,4	22,9	22,8	19,3	24,3	23,6	23,4	14,9	16,8	20,4	21,6	31,1	23,4	37,0		
10-oct	23,6	31,2	37,6	26,3	24,5	27,8	38,1	26,0	29,1	30,8	19,2	26,6	18,9	19,7	20,1	19,8	17,0	18,7	15,4	38,4	20,3	20,9	33,2	23,4		
11-oct	24,6	21,7	29,0	27,9	32,9	39,3	43,5	29,0	19,9	22,9	22,7	20,6	22,5	22,2	47,0	16,0	13,7	39,7	21,0	21,8	17,2	24,2	27,2	30,5		
12-oct	25,1	33,8	37,4	25,2	39,1	46,9	53,2	26,2	23,8	25,6	20,3	22,6	22,3	16,6	22,4	22,6	19,4	17,2	18,8	35,0	20,0	29,5	29,8	32,4		
13-oct	21,1	22,4	22,0	36,6	40,8	31,4	38,1	25,1	27,4	25,7	23,3	22,7	22,4	20,1	21,1	20,6	23,7	20,5	24,3	25,5	11,7	29,1	25,6	24,7		
14-oct	27,0	23,1	21,8	32,4	27,6	31,0	36,5	27,0	21,5	22,9	21,0	29,0	30,2	26,1	19,1	24,1	31,1	33,1	14,6	20,8	21,7	23,1	8,6	18,3		
15-oct	21,7	35,6	39,3	31,7	45,9	29,8	49,2	28,3	28,8	19,8	20,4	20,0	20,4	19,0	19,3	18,7	14,6	18,7	16,0	19,4	27,4	29,4	13,1	19,6		
16-oct	19,5	26,4	34,1	24,8	34,8	24,8	18,5	19,6	27,5	44,8	30,2	19,7	14,8	15,9	15,5	21,0	27,5	17,2	24,3	18,5	24,5	17,9	23,0	20,8		
17-oct	27,1	27,1	26,2	25,4	24,0	26,7	46,9	12,8	22,1	29,4	49,0	22,9	20,4	17,6	27,0	21,7	16,8	20,9	33,8	24,2	14,1	28,7	20,1	32,8		
18-oct	36,7	22,7	24,8	31,6	23,5	26,1	24,4	31,2	22,5	31,1	22,2	31,0	22,9	20,9	24,6	26,3	25,0	18,0	18,8	29,8	23,5	24,5	24,1	24,5		
19-oct	20,7	36,0	44,9	22,8	41,5	24,1	29,6	23,6	26,8	24,5	27,5	20,5	22,8	24,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

N° de datos validos : 482
Recuperación de datos : 100,0 %

7.- DISCUSIONES

7.1.- Particulado Respirable (MP10)

De acuerdo a lo indicado en el artículo N° 7 del D.S. 59/98 MINSEGPRES, punto IV Metodologías de Pronóstico y Medición, en el período de muestreo de 14 días, se realizaron monitoreos cada tres días. De tal forma, que se obtuvieron cinco muestras validadas.

Para estación Copaquilla Alto, a partir de los valores indicados en la Tabla N° 4 y Gráfico N° 1, se observa que en los 5 días válidos no se superó la normativa vigente para MP10 (D.S. N°59 de 1998). Presentándose un valor máximo obtenido de MP10 de 23,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ el día 07 de octubre de 2017. Para el período se registró una concentración promedio de 17,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

Para estación Copaquilla Bajo, a partir de los valores indicados en la Tabla N° 6 y Gráfico N° 2, se observa que en los 5 días válidos no se superó la normativa vigente para MP10 (D.S. N°59 de 1998). Presentándose un valor máximo obtenido de MP10 de 23,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ el día 07 de octubre de 2017. Para el período se registró una concentración promedio de 16,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$.

7.2.- Material Particulado Sedimentable (MPS)

Para estación Copaquilla Alto, se observa que en el punto de monitoreo no se sobrepasó la normativa de referencia para MPS. Para el período se registró una concentración promedio de 22,5 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$.

Para estación Copaquilla Bajo, se observa que en el punto de monitoreo no se sobrepasó la normativa de referencia para MPS. Para el período se registró una concentración promedio de 27,6 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{día}$.

7.3.- Variables Meteorológicas

7.3.1.- Estación Copaquilla Alto

7.3.1.1.- Velocidad y Dirección del Viento

A partir de los datos indicados en la tabla de frecuencias y Rosa de Vientos, se puede concluir que existe un predominio de vientos procedentes del W, NNE y WSW con un 20,9, 12,5 y 11,4% de ocurrencia respectivamente.

Analizando el comportamiento promedio horario de la velocidad, se aprecia que los vientos de baja intensidad (velocidades entre 0,5 a 1,8 m/s) presentan una frecuencia de 44,9%, los de mediana intensidad (velocidades entre 1,8 a 3,6 m/s) presentan una frecuencia de 11,4%. Vientos de intensidad más alta (velocidades mayores a 3,6 m/s) presentan una frecuencia de 33,4%. El porcentaje de viento de calma (vientos menores a 0,5 m/s) corresponde a 10,4%.

7.3.2.- Estación Copaquilla Bajo

7.3.2.1.- Velocidad y Dirección del Viento

A partir de los datos indicados en la tabla de frecuencias y Rosa de Vientos, se puede concluir que existe un predominio de vientos procedentes del N, WSW y W con un 25,1, 14,5 y 12,2% de ocurrencia respectivamente.

Analizando el comportamiento promedio horario de la velocidad, se aprecia que los vientos de baja intensidad (velocidades entre 0,5 a 1,8 m/s) presentan una frecuencia de 27,2%, los de mediana intensidad (velocidades entre 1,8 a 3,6 m/s) presentan una frecuencia de 39,6%. Vientos de intensidad más alta (velocidades mayores a 3,6 m/s) presentan una frecuencia de 24,1%. El porcentaje de viento de calma (vientos menores a 0,5 m/s) corresponde a 9,1%.

8.- CONCLUSIONES

- Durante el periodo de monitoreo de 14 días, en estación Copaquilla Alto, las concentraciones diarias máximas de material particulado respirable MP10 no sobrepasaron los límites establecidos por la normativa correspondiente² en los 5 días válidos.
- Durante el periodo de monitoreo de 14 días, en estación Copaquilla Bajo, las concentraciones diarias máximas de material particulado respirable MP10 no sobrepasaron los límites establecidos por la normativa correspondiente¹ en los 5 días válidos.
- Durante el periodo de monitoreo las concentraciones obtenidas de Material Particulado Sedimentable MPS indican que no se sobrepasó la normativa de referencia correspondiente¹, en los dos puntos de monitoreo.

²Ver REFERENCIAS

9.- REFERENCIAS

Company R M Young. (n.d.). METEOROLOGICAL INSTRUMENTS INSTRUCTIONS WIND MONITOR MODEL 05103. Extraído de <http://www.youngusa.com/>

EPA. (2016.). LIST OF DESIGNATED REFERENCE AND EQUIVALENT METHOD

Ministerio de salud; subsecretaría de Salud Pública. Decreto 61 Aprueba Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos (2008).

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. D.S N°59: Norma de Calidad Primaria Para Material Particulado Respirable MP-10 (1998).

BGI Incorporated Model PQ200 Air Sampler (2015). Extraído de <http://bgi.mesalabs.com/>

Como normativa referencial sobre Material Particulado Sedimentable, el Decreto N° 4 del Ministerio de Agricultura, de fecha 4 de Diciembre de 1992 denominada “Establece Normas de Calidad del Aire para Material Particulado Sedimentable en la Cuenca del Río Huasco, III Región”, establece, entre otras, la siguiente norma:

- 150 mg/m²/día y 100 mg/m²/día como concentración promedio mensual y anual, respectivamente, para el material particulado sedimentable.

**ANEXO N° 1
RESPONSABLES Y
PARTICIPANTES DE LAS
DIFERENTES ACTIVIDADES PARA LA
ELABORACIÓN DE INFORME**

Nombre	Cargo
Daniel Araya	Operador de Terreno
Guillermo González	Operador de Terreno
Constanza Muñoz	Ingeniero de Proyectos
Felipe Gallardo	Supervisor de Proyectos

INFORME DE ENSAYO

IDENTIFICACION

Muestras : Vasos Precipitados con muestra Material Particulado Sedimentable (MPS)
Fecha de Recepción : 26-10-2017
Análisis Solicitado : Químico
Solicitado por : **CESMEC S.A.**
Dirección : Avda. Marathon N° 2595, Macul, Santiago
Atención : Sr. Felipe Gallardo

RESULTADOS

Muestra N°	15427	15428	Fecha de Análisis	Método de Análisis
N° de Vaso	126	125		
Punto de Muestreo	Copaquilla Alto	Copaquilla Bajo		
Arsénico (%)	0,010	<0,006	16-11-17	☉
Cadmio (%)	<0,002	<0,002	16-11-17	☉
Cromo (%)	0,012	0,157	16-11-17	☉
Plomo (%)	0,036	0,006	16-11-17	☉
Zinc (%)	0,094	0,043	16-11-17	☉
Cobre (%)	0,080	0,043	16-11-17	☉

OBSERVACIONES

1. Las muestras fueron tomadas por el cliente, quien se responsabiliza por la correcta preservación, identificación y almacenamiento de ellas.
2. Análisis dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio (Certificado INN LE 742)
3. Método de Análisis: ☉ IEE-E.54 – CHA basado en TMECC04.14 y 04.12B Of. 2001.
4. Este informe anula y reemplaza al IN° 1445958.
5. Los resultados expuestos son válidos sólo para las muestras analizadas.



M.Sc. Victoria Leighton Méndez
Gerente Área de Aguas, Alimentos Análisis Químico



*DICTUC es una Filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile
y está certificada por SGS bajo el estándar ISO 9001.2008*

INFORME DE ENSAYO

IDENTIFICACION

Muestras : Filtros de Teflón 47 mm
Fecha de Recepción : 26-10-2017
Análisis Solicitado : Químico
Solicitado por : **CESMEC S.A.**
Dirección : Avda. Marathon N° 2595, Macul, Santiago
Atención : Sr. Esteban Fernández

RESULTADOS

Punto de Muestreo : Copaquilla Alto

Muestra N°	15416	15417	15418	15419	15420	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación del Filtro	47-TEF 337562	47-TEF 385670	47-TEF 337565	47-TEF 337566	47-TEF 385669		
Arsénico (mg/filtro)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	15-11-17	☑
Cadmio (mg/filtro)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	15-11-17	☑
Cromo (mg/filtro)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	15-11-17	☑
Plomo (mg/filtro)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	15-11-17	☑
Zinc (mg/filtro)	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	15-11-17	☑
Cobre (mg/filtro)	<0,001	0,016	<0,001	<0,001	<0,001	15-11-17	☑

Punto de Muestreo : Copaquilla Bajo

Muestra N°	15421	15422	15423	15424	15425	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación del Filtro	47-TEF 387350 Blanco	47-TEF 337561	47-TEF 337567	47-TEF 383925	47-TEF 337563		
Arsénico (mg/filtro)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	15-11-17	☑
Cadmio (mg/filtro)	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	15-11-17	☑
Cromo (mg/filtro)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	15-11-17	☑
Plomo (mg/filtro)	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	15-11-17	☑
Zinc (mg/filtro)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	15-11-17	☑
Cobre (mg/filtro)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	15-11-17	☑

Punto de Muestreo : Copaquilla Bajo

Muestra N°	15426	15429	Fecha de Análisis	Método de Análisis
Identificación del Filtro	47-TEF 337568	47-TEF 387349 Blanco		
Arsénico (mg/filtro)	<0,006	<0,006	15-11-17	☑
Cadmio (mg/filtro)	<0,002	<0,002	15-11-17	☑
Cromo (mg/filtro)	<0,001	<0,001	15-11-17	☑
Plomo (mg/filtro)	<0,003	<0,003	15-11-17	☑
Zinc (mg/filtro)	<0,001	<0,001	15-11-17	☑
Cobre (mg/filtro)	0,004	<0,001	15-11-17	☑

*DICTUC es una Filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile
y está certificada por SGS bajo el estándar ISO 9001.2008*

INFORME DE ENSAYO

OBSERVACIONES

1. Las muestras fueron tomadas por el cliente, quien se responsabiliza por la correcta preservación, identificación y almacenamiento de ellas.
2. Análisis dentro del alcance de la acreditación del Laboratorio (Certificado INN LE 742).
3. Método de Análisis: ● IEE-E 54-CHA basado en TMECC04.14 y 04.12B Of. 2001.
4. Este informe anula y reemplaza al IN° 1445957.
5. Los resultados expuestos son válidos sólo para la muestra analizada.



M.Sc. Victoria Leighton Méndez
Gerente Área de Aguas, Alimentos Análisis Químico



***DICTUC es una Filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile
y está certificada por SGS bajo el estándar ISO 9001.2008***

**ANEXO Nº 2 V01 DESCRIPCIÓN
QUEBRADAS EN ALTO COPAQUILLA
Y SU RELACIÓN CON LOS RESIDUOS**

Índice

1.	Introducción.....	4
2.	Quebrada Q1.....	7
3.	Quebrada Q2.....	10
4.	Quebrada Q3 y Q4	17
5.	Dique Oeste	21

Índice de figuras

Figura 1 Residuos mineros en Alto Copaquilla.	4
Figura 2. Línea divisoria de aguas en zona de residuos mineros	5
Figura 3. Quebradas Q1 a Q4 podrían arrastrar residuos hasta el río Seco, cuando se producen escorrentías en Altos de Copaquilla.	6
Figura 4. Ubicación de los diques E1 a E6	7
Figura 5. Vista de quebrada Q1, relación con residuos, ubicación de diques y vista general. .	8
Figura 6. Vista de dique E1 y pretil en quebrada Q1. Ambos en buen estado.	9
Figura 7. Vista de dique E2 y pretil en quebrada Q1. Ambos en buen estado	10
Figura 8. Vista de quebrada Q2, relación con residuos, ubicación de diques y vista general.	11
Figura 9. Vista de dique E3, en buen estado, y pretil sobrepasado por agua lluvia, en quebrada Q2.	12
Figura 10. Vista de dique E4 y pretil discontinuo en quebrada Q2.....	13
Figura 11. Vista de dique E4. Canalización por agua lluvia en uno de sus.....	14
Figura 12. Vista de diques E5 y E6 y pretil entre en malas condiciones entre ambos. Quebrada Q2.....	15
Figura 13. Vista de diques E5 y canalización por agua lluvia en su superficie.	15
Figura 14. Vista de dique E6 en Q2. Al fondo, conos dispersos.....	16
Figura 15. Vista de canalización por agua lluvia en superficie de dique E6 en Q2.	16
Figura 16. Vista de conos dispersos en bordes de quebradillas en Q2, sin barreras que impidan que aguas lluvias puedan llegar al río Seco.	17
Figura 17. Vista de quebradas Q3 y Q4, relación con residuo y dirección de pendientes.....	18
Figura 18. Quebrada Q4 que nace a 5 km al suroeste de la ubicación de los residuos.....	19
Figura 19. Residuos mineros esparcidos en Q4, muy finos y formando una capa de alrededor de 10 cm de espesor.	19
Figura 20. Vista de residuos en Q4. Se aprecia la gran extensión y la baja pendiente del área. a) Vista desde el este hacia los residuos. b) Vista de Q4 desde los residuos masivos, hacia el noreste. c) Vista de Q4 desde los residuos masivos, hacia el sureste	20
Figura 21. Conos dispersos sin barreras para posible arrastre por aguas lluvias	21
Figura 22. Conos de residuos ubicados en borde del lecho de la quebrada Q4. a) Vista general. b) Detalle.....	21
Figura 23. Quebradillas hacia quebrada Cardones. Todas las que tienen contacto con residuos, drenan hacia el dique oeste. El caminos indicado actúa como pretil de contención de posibles arrastres hacia el dique oeste (flecha indica pendiente).....	22
Figura 24. Detalle quebradilla principal de aportes de residuos al dique oeste. Las letras y flechas tienen relación con la Figura 25. Lugar y dirección en que fue tomada la fotografía.	23

Figura 25. Detalle de la quebrada principal que contiene residuos mineros y que llega al dique oeste. El material de color más claro corresponde a relave. Las letras tienen relación con la Figura 24. 24

Figura 26. Vista de la entrada al dique oeste, desde la posición “e” indicada en la Figura 25 25

Figura 27. Dique Oeste, construido con material granular proveniente del suelo natural del sector. 25

1. Introducción

Con el objetivo de lograr una comprensión lo más amplia posible de los residuos mineros, su ubicación en Altos de Copaquilla y su relación con las cuencas sobre las cuales se encuentran depositados, se realiza en este anexo una descripción detallada del lugar desde el punto de vista geográfico y de las intervenciones que se han realizado a la fecha¹.

La Figura 1 muestra una vista general de los residuos, donde se indica que existen varias zonas distinguibles: una de residuos mineros apilados, una principal de pilas, varias zonas de rípios en forma de conos dispersos y un área de posible generación de relaves (Ver descripción detallada en sección 3.1.1 de Informe de Avance II).

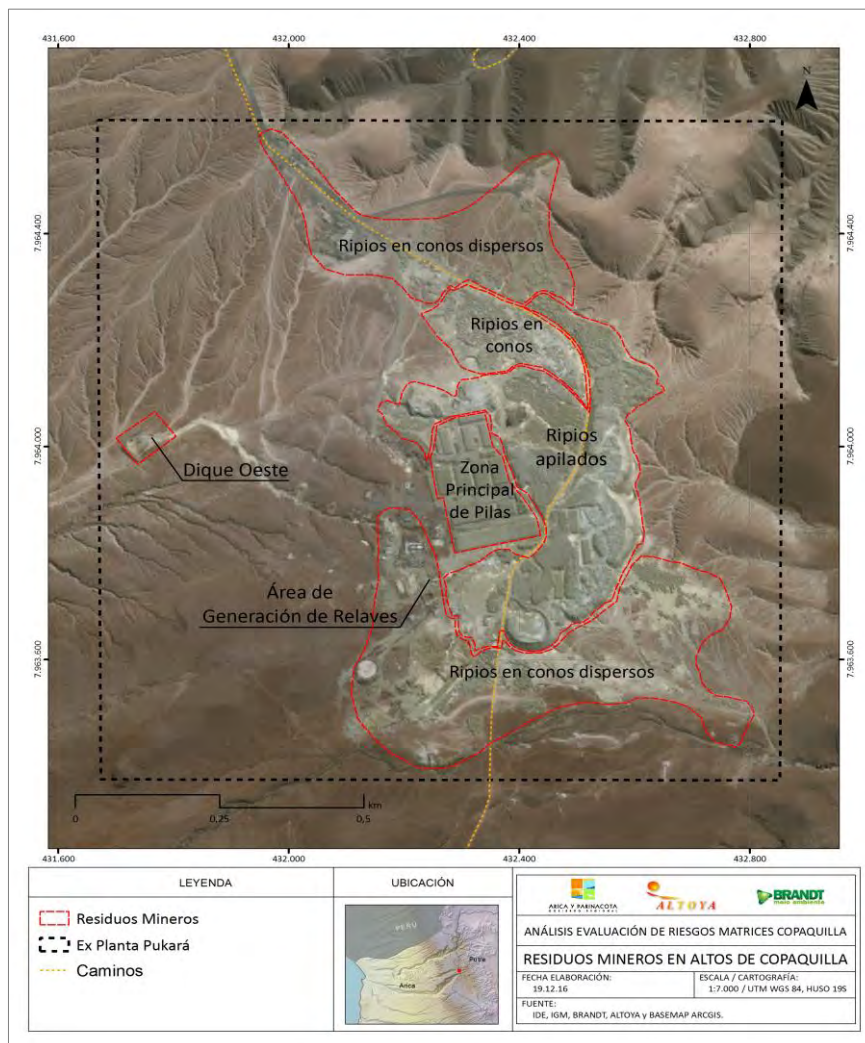


Figura 1. Residuos mineros en Alto Copaquilla.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

¹ La geografía del lugar fue descrita con detalle en el Informe de Avance II V02, punto 3.1.2. y en el Anexo Nº 5 Caracterización de Matriz Agua V02 del mismo informe.

Los residuos están depositados sobre una divisoria de aguas que separa la cuenca del río Seco (hacia el este) de la quebrada Cardones (cuenca del río Lluta), hacia el oeste (Figura 2).



Figura 2. Línea divisoria de aguas en zona de residuos mineros

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Como se ha mencionado muchas veces en este trabajo, y se muestra en la Figura 3, las únicas rutas para que el agua superficial generada por lluvias pudiera contaminar y/o arrastrar residuos mineros hasta el río Seco son las quebradas Q1 a Q4.

Hacia el oeste, todas las quebradillas que pudieran arrastrar residuos hacia la quebrada de Cardones conducen hacia el Dique Oeste (DO) en la Figura 3.

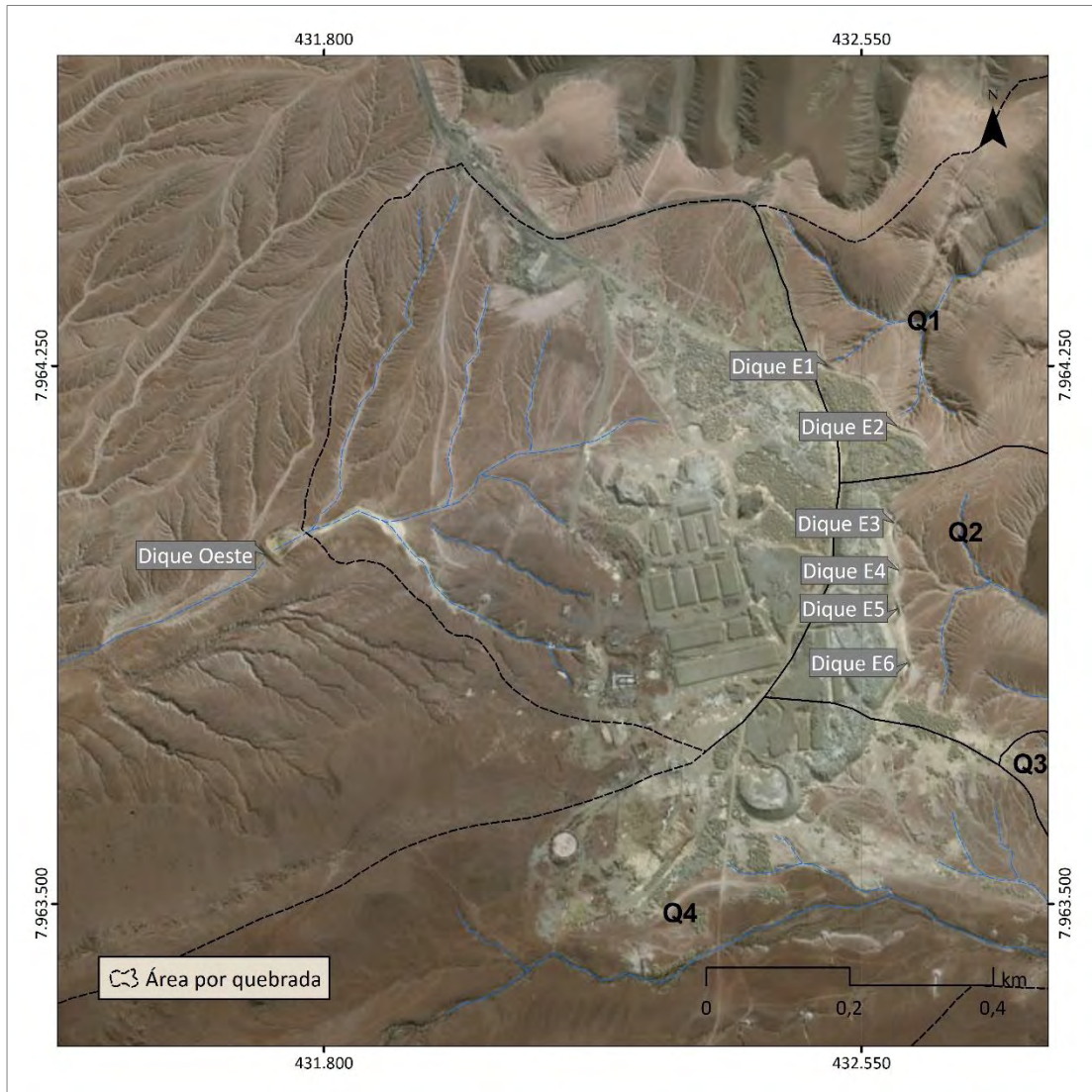


Figura 4. Ubicación de los diques E1 a E6.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

En relación a los muros de contención (pretil), estos también se ubican en la zona superior de las quebradas Q1 y Q2. Las quebradas Q3 y Q4 no cuentan con diques ni con pretil de contención.

2. Quebrada Q1

La quebrada Q1 nace en sector noreste de los rios con un frente de contacto de 400 m. con residuos mineros en su parte alta, como se aprecia en la Figura 5. Desde este sector hasta desembocar en el río Seco se extiende por una longitud aproximada de 1.7 km, presentando laderas irregulares formadas por cárcavas² producto de erosión pluvial.

² Socavones producidos en suelos de lugares con pendiente, a causa de las avenidas de agua de lluvia.

Dos de las 4 quebradillas que dan origen a la quebrada Q1, tienen contacto con los residuos en su inicio. En estos casos se construyó los diques E1 y E2 para impedir que las aguas lluvias que arrastren residuos lleguen al lecho de la quebrada. En zona contigua frente a residuos, presenta un pretil irregular de baja altura de alrededor de 0,4 m, cuya función es evitar que el agua lluvia se desplace superficialmente hacia la quebrada Q1 (Figura 5).

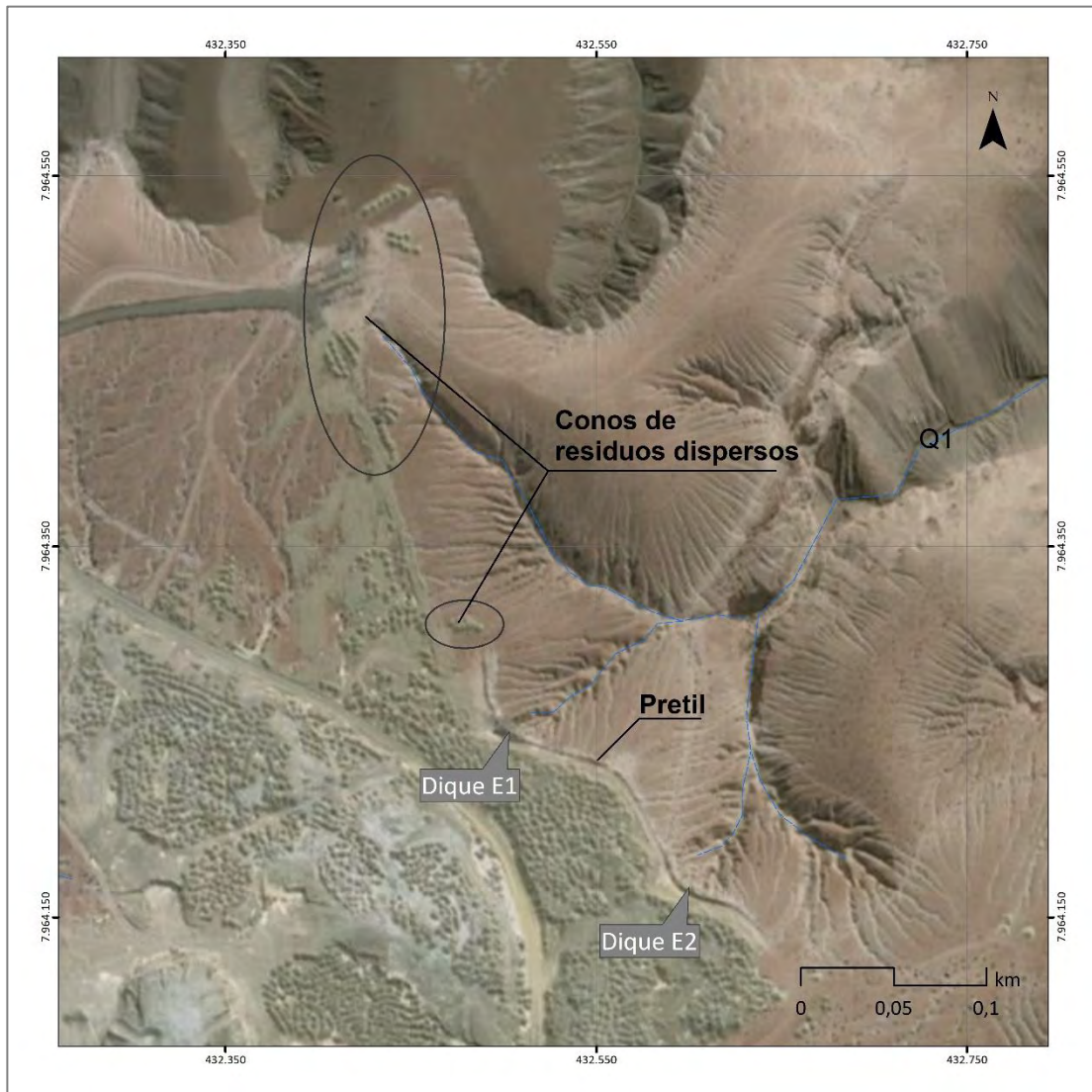


Figura 5. Vista de quebrada Q1, relación con residuos, ubicación de diques y vista general.

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

El dique E1 (Figura 6), presenta un frente de al menos 20 metros y una altura promedio de 1 m. Su estado de conservación es bueno y no presenta indicios de haber sido sobrepasado por aguas superficiales.

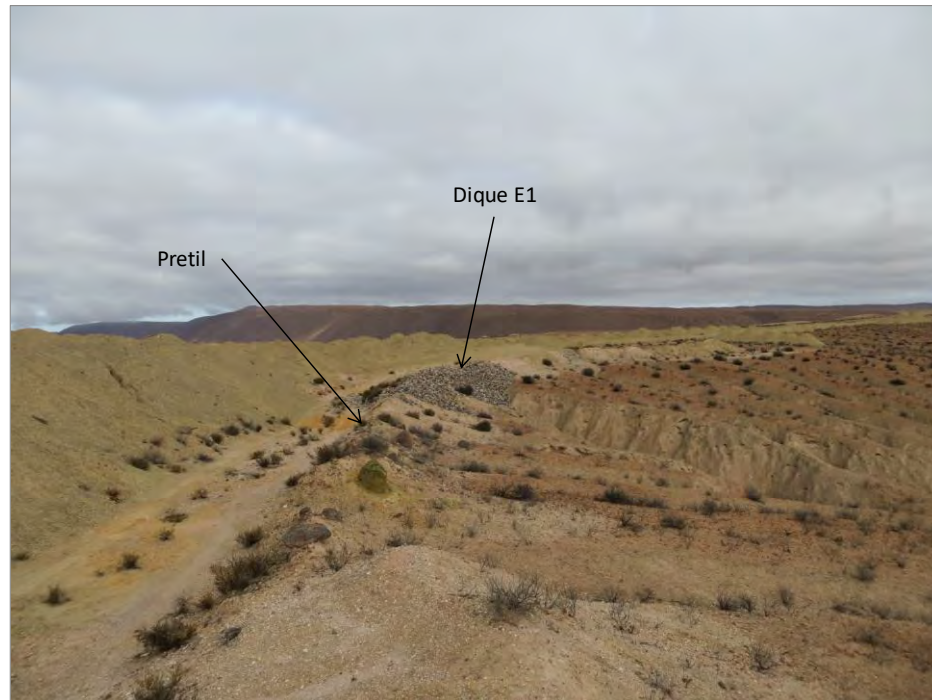


Figura 6. Vista de dique E1 y pretil en quebrada Q1. Ambos en buen estado.
Fuente: Elaboración propia.

El dique E2 (Figura 7), al sur de dique E1, presenta un frente de aproximadamente 50 metros y una altura promedio de 0,5 m. Su estado de conservación es bueno y no presenta indicios de haber sido sobrepasado por aguas superficiales.

Entre ambos diques existe un pretil de altura promedio de 0,5 m y 200 m de extensión que impide que el agua lluvia se desplace hasta la quebrada Q1 arrastrando material de los residuos. El pretil no presenta indicios de haber sido sobrepasado por aguas superficiales

Parte de los conos de residuos dispersos indicados en la Figura 5 están ubicados en superficies cuya inclinación da hacia Q1 y no hay nada que impida que el agua lluvia que podría arrastrar material erosionado llegue hasta la quebrada mencionada. Estos conos son alrededor de 50 en toda el área.

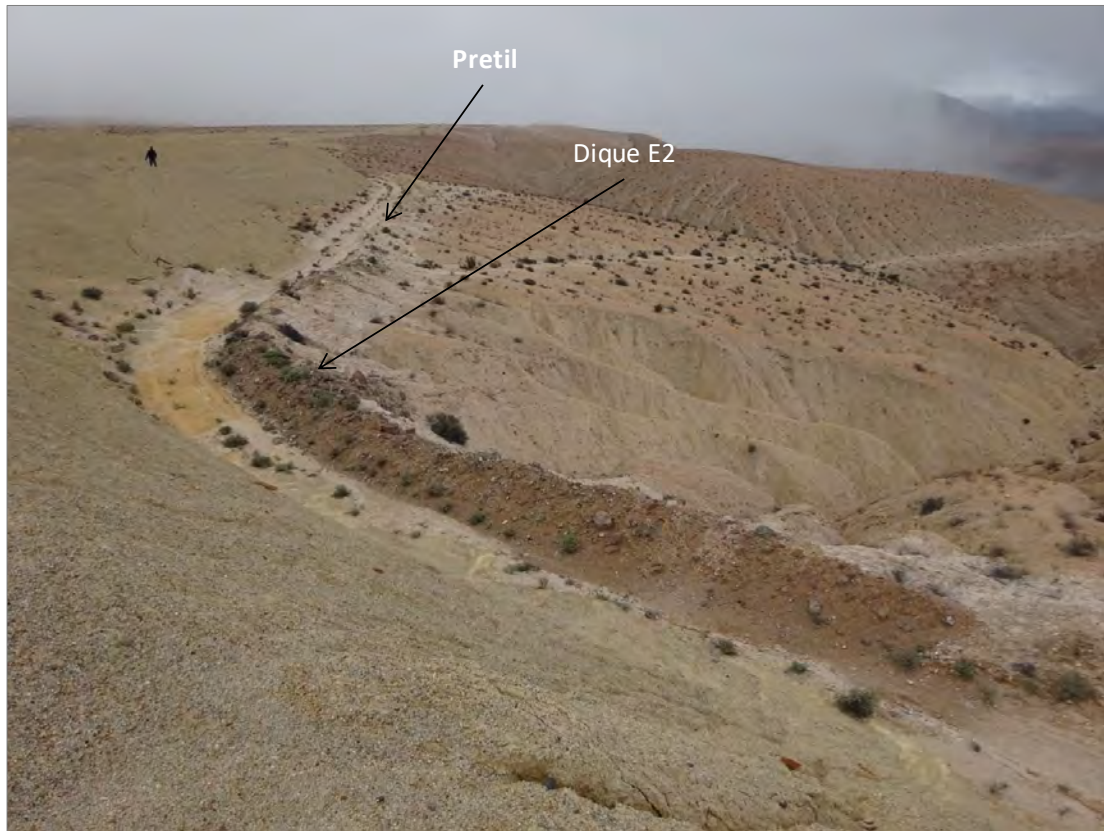


Figura 7. Vista de dique E2 y pretil en quebrada Q1. Ambos en buen estado.
Fuente: Elaboración propia.

3. Quebrada Q2

La Quebrada Q2 se encuentra al sur de la Quebrada Q1, con un frente de contacto de 400 m (aproximadamente), con residuos mineros apilados y conos dispersos, como se aprecia en la Figura 8. Luego de un trayecto de 1 km por pendiente media desemboca hacia el cañón del río Seco, a 1,5 km al sur de comunidad de Trigo Pampa.

En este caso, los residuos cubren el inicio de 4 quebradillas en la zona superior oeste de Q2. En cada una de ellas se construyeron los diques denominados E3, E4, E5 y E6.

Entre los diques se construyó, en forma discontinuada, un pretil con el objeto de impedir que agua lluvia se desplace hacia las quebradillas y llegue finalmente al río Seco. De acuerdo a lo observado, en este tramo se habría construido pretil sólo en las zonas en que la pendiente local llevaría las aguas hacia Q2.

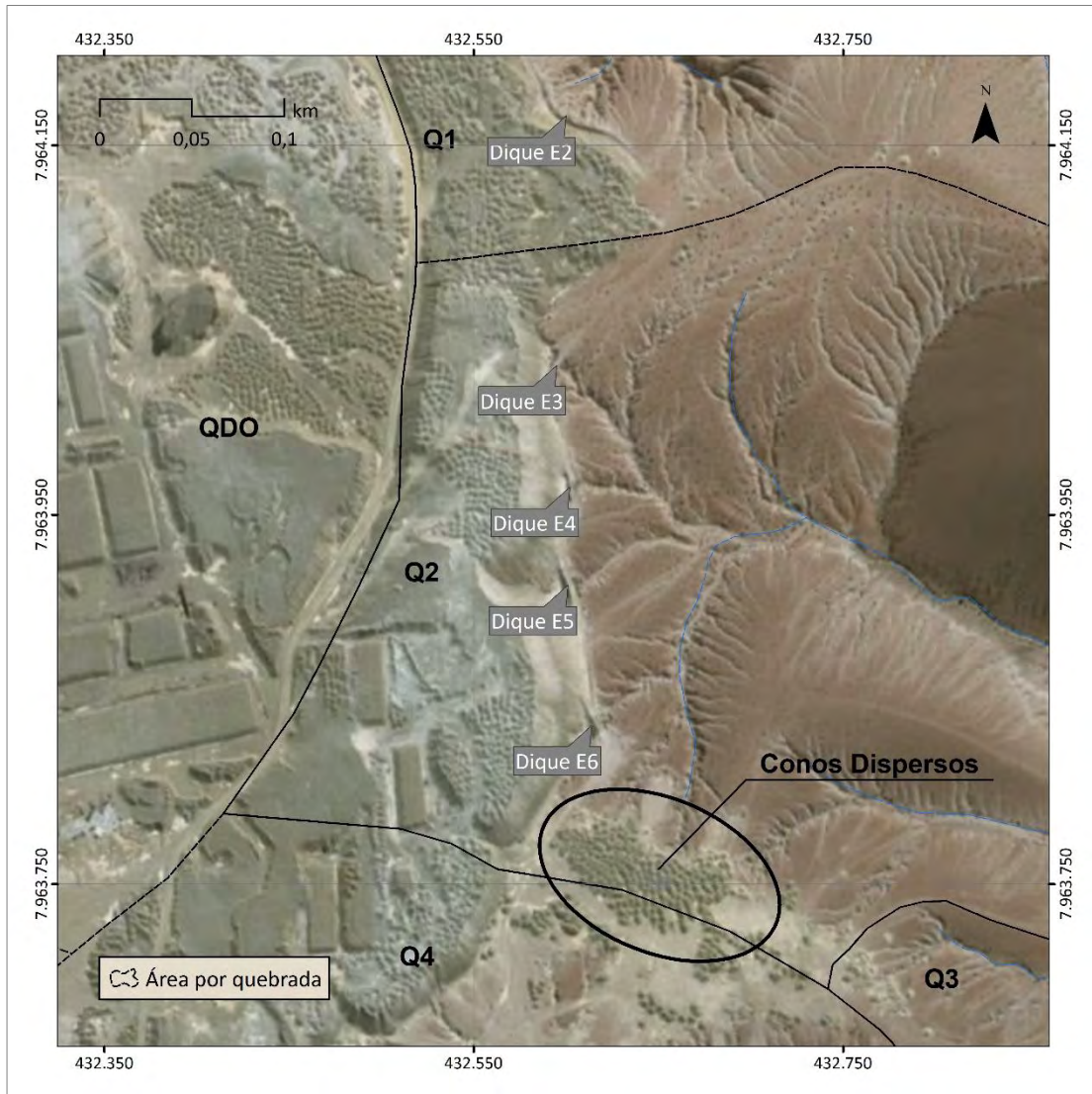


Figura 8. Vista de quebrada Q2, relación con residuos, ubicación de diques y vista general.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

En la zona sur oeste de la quebrada Q2, existen 2 quebradillas que, en su parte más alta, están en contacto con residuos dispersos en forma de conos (Figura 8). En este caso no hay ningún impedimento para que las aguas lluvias puedan arrastrar residuos hacia Q2.

El dique E3 (Figura 9) interrumpe el curso de una de las quebradillas. Sobre el dique pasa una huella vehicular. Presenta un ancho de 5 m. aproximadamente, y se encuentra en buen estado de conservación, cumpliendo su función de evitar que las aguas lluvias que pudieran arrastrar ripios lleguen hasta el río Seco.

En la Figura 9 se puede apreciar la existencia de ripios en el fondo de la quebradilla, antes del dique, lo que indica que efectivamente cumple su función de contención.

La ausencia de un pretil regular, o en mal estado, en su área contigua, ha permitido erosión superficial en períodos de lluvias estivales anteriores.

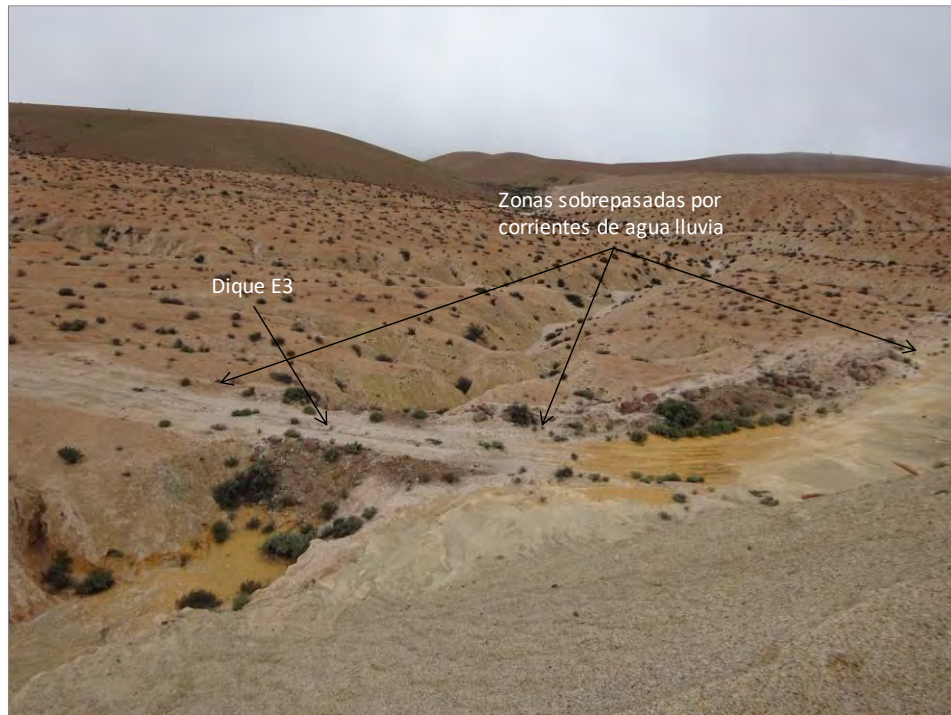


Figura 9. Vista de dique E3, en buen estado, y pretil sobrepasado por agua lluvia, en quebrada Q2.
Fuente: Elaboración propia.

El dique E4 (Figura 10), al igual que el dique E3, muestra que ha cumplido con su función de cortar el acceso de escorrentías hacia el río Seco por la quebradilla que obstaculiza. Sin embargo, por su parte superior se observa erosión provocadas por aguas lluvias que han logrado atravesar hacia la quebradilla, como se muestra en la Figura 11.

Por otra parte, la discontinuidad del pretil y su mal estado han permitido el paso de agua lluvia hacia las quebradillas.

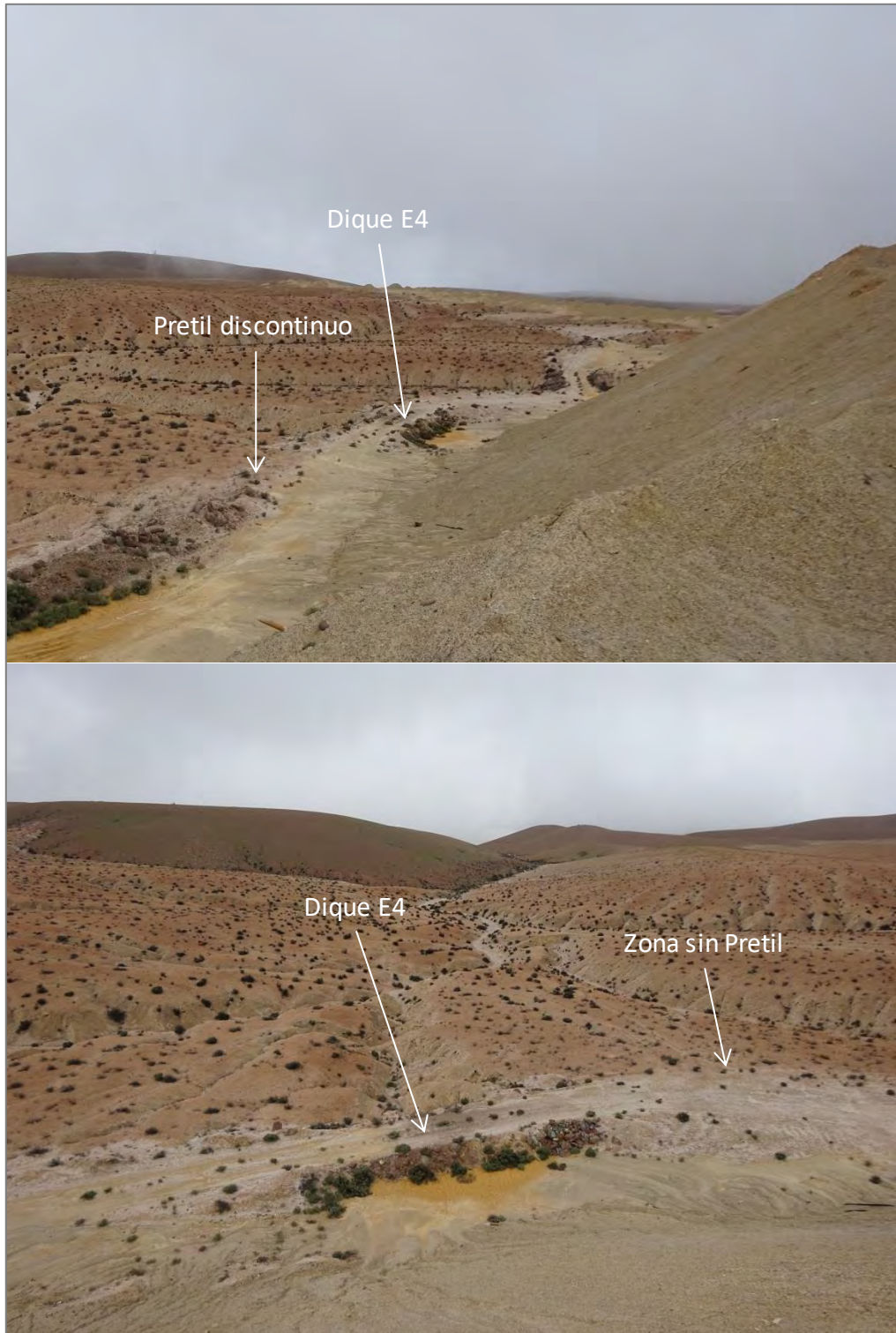


Figura 10. Vista de dique E4 y pretil discontinuo en quebrada Q2.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Vista de dique E4. Canalización por agua lluvia en su sección.
Fuente: Elaboración propia.

El dique E5 (Figura 12), tiene una longitud aproximada de 15 m y presenta una situación similar al dique E4. Esto es, ha cumplido su función de evitar escorrentías desde la zona de ripios hacia Q2, aunque en su superficie superior muestra huellas de erosión por agua lluvia que ha llegado hasta las quebradillas (Figura 13).

Igualmente, la ausencia de un pretil regular en su área contigua puede haber provocado arrastre mecánico en períodos de lluvias estivales anteriores en ciertos sectores aledaños al dique y camino.

El dique E6 (Figura 14) es el último dique existente en el área. A pesar de presentar un buen estado de conservación y haber cumplido la función de evitar arrastre de ripios desde la quebradilla que obstruye, presenta canalizaciones en su superficie, lo que ha permitido el escurrimiento de agua lluvia hacia Q2, como se muestra en la Figura 15.

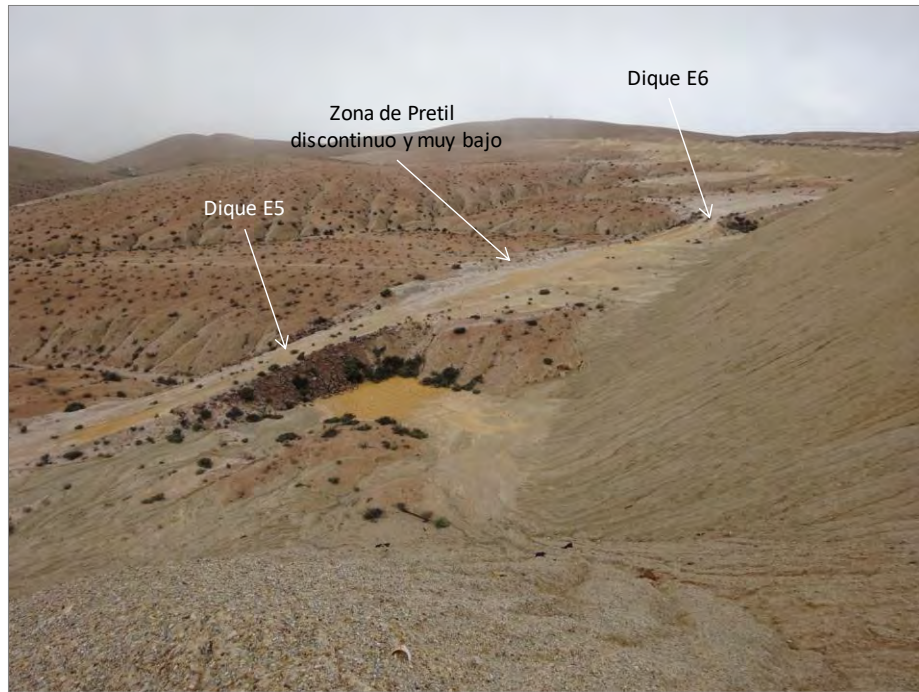


Figura 12. Diques E5 y E6 en quebrada Q2 y pretil entre ambos en malas condiciones.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Detalle de dique E5 y canalización por agua lluvia hacia quebrada Q2.
Fuente: Elaboración propia.

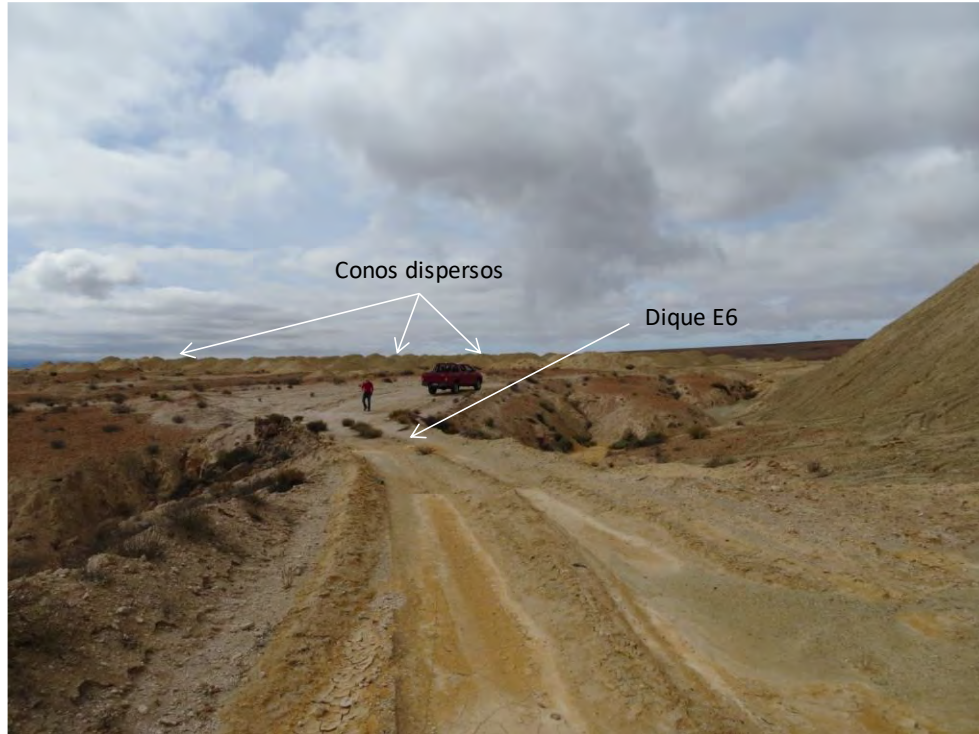


Figura 14. Vista de dique E6 en Q2. Al fondo, conos dispersos.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 15. Vista de canalización por agua lluvia en superficie de dique E6 en Q2.
Fuente: Elaboración propia.

Posterior al dique E6, hacia el sur, se encuentran conos dispersos (Figura 14), algunos de los cuales colindan con quebradillas sin barreras que impidan que aguas lluvias pudieran arrastrar residuos desde dichos conos hacia Q2 (Figura 16).



Figura 16. Vista de conos dispersos en bordes de quebradillas en Q2, sin barreras que impidan que aguas lluvias puedan llegar al río Seco.

Fuente: Elaboración propia.

4. Quebrada Q3 y Q4

La quebrada Q3 se ubica al sur de Q2 y solo tiene contacto con residuos mineros dispersos, en su parte oeste y más alta, como se puede apreciar en la Figura 17. Los residuos se reducen a una pequeña fracción del total presente en toda el área de ex planta, pero no tienen impedimento a que aguas lluvias pudieran arrastrar algo de residuos y llevarlos hacia el lecho de la quebrada Q3.

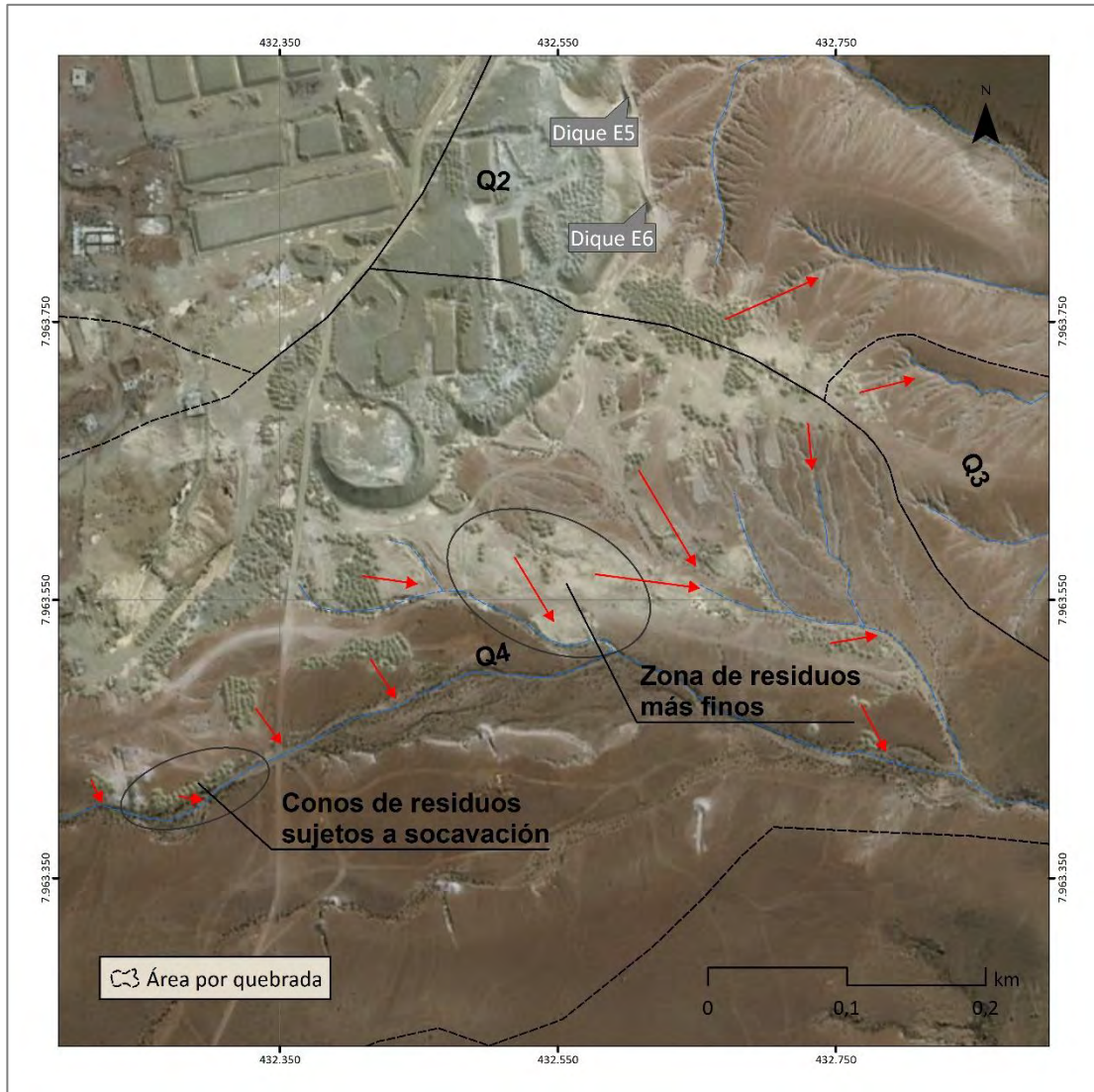


Figura 17. Vista de quebradas Q3 y Q4, relación con residuos y dirección de pendientes.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

La quebrada Q4 se ubica al sur de las quebradas Q1, Q2 y Q3 (Figura 17). A diferencia de las anteriores, esta nace a unos 5 kilómetros al sur oeste de los residuos (Figura 18).

En esta área se han ido esparciendo residuos mineros de granulometría muy fina formando una capa de 10 cm de espesor (ver detalles en Figura 17 y Figura 19).

Los residuos que pueden llegar al río Seco a través de esta quebrada se ubican en un área de baja pendiente (Figura 20). En este caso, no existen barreras que impidan que el agua lluvia pueda arrastrar residuos hacia el río Seco, tanto desde los residuos apilados como desde los conos que se encuentran dispersos en esa área de la quebrada (Figura 21).

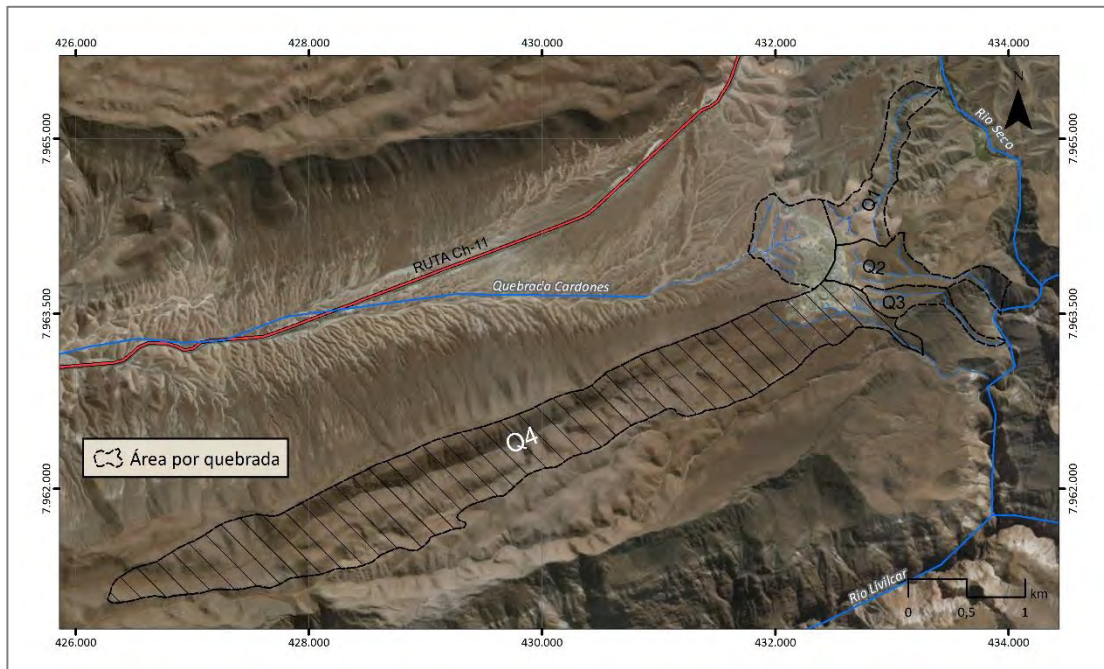


Figura 18. Quebrada Q4 que nace a 5 km al suroeste de la ubicación de los residuos
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Como una particularidad de esta quebrada, se da que existen algunos conos ubicados en el borde mismo del lecho de la quebrada en la zona indicada en la Figura 17. Estos residuos están sujetos a ser arrastrados en el momento de la presencia de escorrentías fuertes, al producirse la socavación de los bordes del lecho, como se puede apreciar en la Figura 22.



Figura 19. Detalle de residuos mineros esparcidos en Q4, muy finos y formando una capa de alrededor de 10 cm de espesor.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 20. Vista de residuos en Q4. Se aprecia la gran extensión y la baja pendiente del área. a) Vista desde el este hacia los residuos. b) Vista de Q4 desde los residuos masivos, hacia el noreste. c) Vista de Q4 desde los residuos masivos, hacia el sureste.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Conos dispersos sin barreras para posible arrastre por aguas lluvias.
Fuente: Elaboración propia

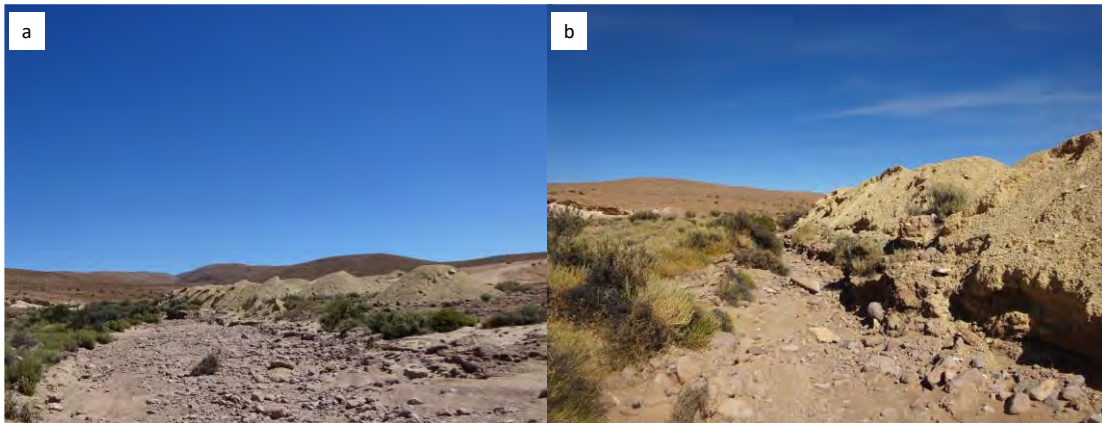


Figura 22. Conos de residuos ubicados en borde del lecho de la quebrada Q4. a) Vista general. b) Detalle.

Fuente: Elaboración propia.

5. Dique Oeste

Todas las quebradillas que dan hacia la quebrada Cardones y que pudieran arrastrar residuos mineros en caso de producirse escorrentías, llegan al dique oeste, como se aprecia en la Figura 23.



Figura 23. Quebradillas hacia quebrada Cardones. Todas las que tienen contacto con residuos, drenan hacia el dique oeste. El camino indicado actúa como pretil de contención de posibles arrastres hacia el dique oeste (flecha indica pendiente)

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Como se explicara en el Informe de Avance II, sección 3.1.1.1, página 14, el dique oeste funcionó como un pequeño “tranque de relave” para la planta de flotación que existió en el lugar y para parte de los relaves que fueron traídos desde Arica.

De acuerdo a lo observado en visitas a terreno, de todas las quebradillas que llegan al dique oeste, prácticamente la única que ha aportado residuos mineros es la primera quebrada de sur a norte, que nace en la Zona de Generación de Relaves indicada en la Figura 23. Las otras tienen muy poco contacto con residuos, salvo aquella que está interrumpida por el camino indicado en la misma figura. En ese caso, el camino actúa como un pretil que detiene el paso de las escorrentías cuando estas se producen.

La primera quebradilla de sur a norte se muestra en la Figura 24. En esta se encuentran depositados residuos de granulometría muy fina (diferente de los rípios de lixiviación que tienen una granulometría mayor, bajo 1/4 de pulgada), seguramente correspondiente a relaves que pueden haber sido traídos de Arica o producidos en el lugar durante la operación de la planta. Lo más probable es que la mayor cantidad de material que hoy está en el dique oeste haya sido arrastrado como relave durante la operación de la planta, por esa quebrada.

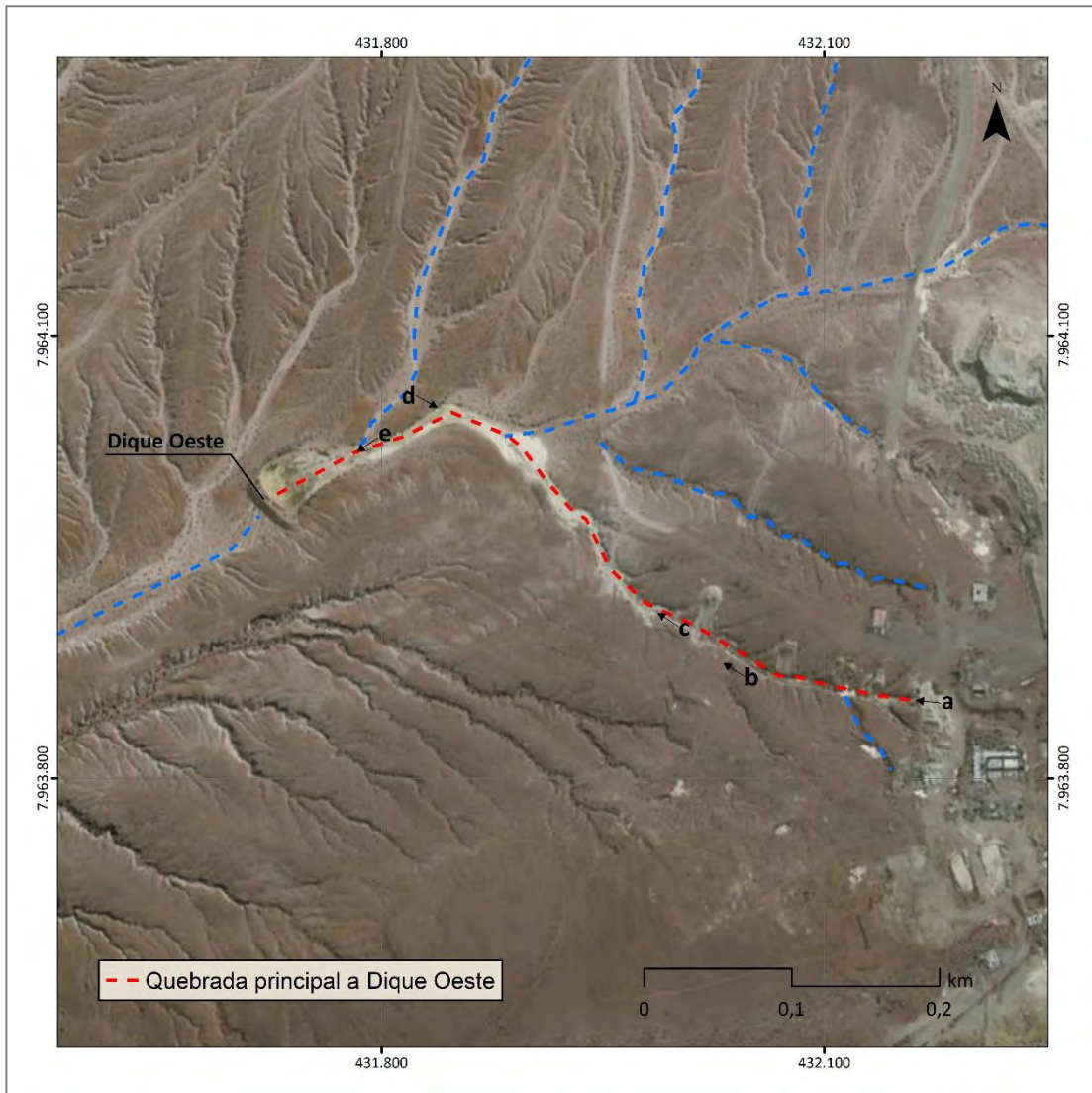


Figura 24. Detalle quebradilla principal de aportes de residuos al dique oeste. Las letras y flechas tienen relación con la Figura 25. Lugar y dirección en que fue tomada la fotografía.

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

En la Figura 25 se muestran detalles de los residuos mineros apilados en la cabecera de la quebrada (a); en el lecho y en los bordes (b), en el lecho (c) y en las cercanías del dique (d).

El material acopiado y el de color más claro que se encuentra en el lecho corresponde a residuos mineros.



Figura 25. Detalle de la quebrada principal que contiene residuos mineros y que llega al dique oeste. El material de color más claro corresponde a relave. Las letras tienen relación con la Figura 24. Fuente: Elaboración propia

La Figura 26 muestra el aspecto del lecho de la quebrada en la llegada al dique, donde se aprecia mucho menor cantidad de material claro que se identifica como relave.

En resumen, el dique oeste ha recibido residuos mineros principalmente de la primera quebradilla de sur a norte. A diferencia de los rípios, este material presenta una granulometría muy fina, característica típica de relaves mineros. El material se encuentra en la cabecera de la quebrada, en el lecho mismo, en pequeñas cárcavas por la orilla de la quebrada y en material acopiado principalmente en la orilla norte de la quebrada.

Al observar el dique y sus alrededores, no se encuentran evidencias de que haya sido sobrepasado por relaves líquidos durante su operación o por arrastre de aguas lluvias de temporadas estivales. Como se muestra en la Figura 27, el dique se encuentra en buen estado y su parte más baja tiene 1 m de altura desde el nivel del material contenido. En la actualidad, en los momentos en que se producen escorrentías, los residuos mineros que se encuentran en el lecho de la quebrada pueden ser arrastrados hacia el dique oeste.



Figura 26. Vista de la entrada al dique oeste, desde la posición "e" indicada en la Figura 24. **Figura 25**
Fuente: Elaboración propia.



Figura 27. Dique Oeste, construido con material granular proveniente del suelo natural del sector.
Fuente: Elaboración propia.

6. Referencias

- Servicio Salud Arica. (1998). Minuta Resumen Situación Rípios Cianurados, Localidad de Alto Copaquilla.

**ANEXO N° 3 V01 VOLÚMENES DE
AGUA CAÍDA EN CUENCAS
INVOLUCRADAS**

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	“Quebradas de Interés” presentes en el área de estudio	3
2.1.	Quebradas hacia el río Seco	4
2.2.	Hacia Quebradas Cardones	5
3.	Superficie de los “Residuos” por “Quebradas de Interés”	7
4.	Superficies de las Cuecas Hidrográficas.....	8
4.1.	Cuencas del río Seco en puntos confluencia con quebradas de interés (Q)	8
4.2.	Cuencas hidrográficas aguas debajo de la Quebrada Cardones.....	15
5.	Precipitaciones en la zona de estudio	17
6.	Volúmenes generados por superficie de interés.....	19
7.	Resultados	19
8.	Análisis y conclusiones.....	20

Índice de tablas

Tabla 1.	Superficie de residuos por sector y quebradas de interés	8
Tabla 2.	Superficie de las cuencas a drenar hacia el río Seco	8
Tabla 3.	Superficie de las cuencas a drenar hacia la Quebrada Cardones.....	15
Tabla 4.	Volumen de agua lluvia generado por superficie de interés, río Seco.....	19
Tabla 5.	Volumen de agua lluvia generado por superficie de interés, Quebrada Cardones	19
Tabla 6.	Relación porcentual de los volúmenes de agua caído sobre los Residuos respecto a las quebradas y cuencas del río Seco	20
Tabla 7.	Relación porcentual de los volúmenes de agua caído sobre los Residuos respecto a las cuencas hacia la Quebrada Cardones	20

Índice de figuras

Figura 1.	Quebradas de Interés río Seco	4
Figura 2.	Quebradas de Interés río Seco	5
Figura 3.	Quebrada Cardones	6
Figura 4.	Área de residuos por Quebrada de Interés.....	7
Figura 5.	Puntos para la obtención de las cuencas a drenar	9
Figura 6.	Cuenca a drenar en confluencia de Q1 con Río Seco.....	10
Figura 7.	Cuenca a drenar en confluencia de Q2 con Río Seco.....	11
Figura 8.	Cuenca a drenar en confluencia de Q3 con Río Seco.....	12
Figura 9.	Cuenca a drenar en confluencia de Q4 con Río Seco.....	13
Figura 10.	Cuenca a drenar en el punto de confluencia del río Tignamar con el Río Seco.....	14
Figura 11.	Cuencas a drenar hacia el Oeste de los Residuos	16
Figura 12.	Precipitación promedio anual en el área de estudio	18

1. Introducción

Con el fin de dimensionar el proceso de arrastre de residuos por erosión hídrica de la Ex Planta Pukará, respecto al arrastre total de sedimento hacia el río Seco y la Quebrada de Cardones por dicha erosión, se realizó un análisis de proporcionalidad de cantidad de precipitaciones en relación a su área.

Este análisis permitió comparar los volúmenes de aguas lluvia caídos sobre área de residuos respecto a los volúmenes de agua lluvia caídos en las superficies de las cuatro quebradas¹ que drenan hacia el río Seco y hacia Quebrada Cardones, en relación a sus cuencas.

Para estimar los volúmenes de agua lluvia caídos se interceptaron las superficies delimitadas de las “cuencas y quebradas de interés” con la cobertura de “Precipitaciones de Chile”.

Cabe destacar que, solo se consideró la variable meteorológica de precipitaciones, ya que, para efectos de este análisis solo se quiere hacer una comparación porcentual de los volúmenes caídos.

2. “Quebradas de Interés” presentes en el área de estudio

El análisis se realizó en dos sectores, el primero hacia el río Seco y el segundo hacia la Quebrada Cardones, ambos segmentados por una principal línea divisoria de aguas que cruza la zona de residuos de la Ex Planta Pukará (Figura 1).

Posteriormente, se delimitaron las quebradas que dan hacia cada sector. Se destaca que, la delimitación de las quebradas permite entender cuál es la superficie drenada y la dirección de las aguas lluvias, en caso de llegar a ocurrir una escorrentía superficial en el sector, así como también permite dimensionar la distribución de los residuos por las quebradas en caso de producirse arrastre de material producto de lluvias intensas.

¹ Estas se denominan de norte a sur Q1, Q2, Q3 y Q4.



Figura 1. Divisoria de aguas en cuencas de interés.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

2.1. Quebradas hacia el río Seco

Hacia el río Seco, las quebradas de interés corresponden a 4, las que se presentan en la Figura 2. La delimitación de estas quebradas se realizó de manera manual, por medio de una interpretación de los mapas cartográficos disponibles (IGM), las imágenes históricas adquiridas (SAF 1978 y SAF 1997), imágenes base de ArcGIS y Google Earth, sumado al conocimiento del sector adquirido en las visitas a terreno.

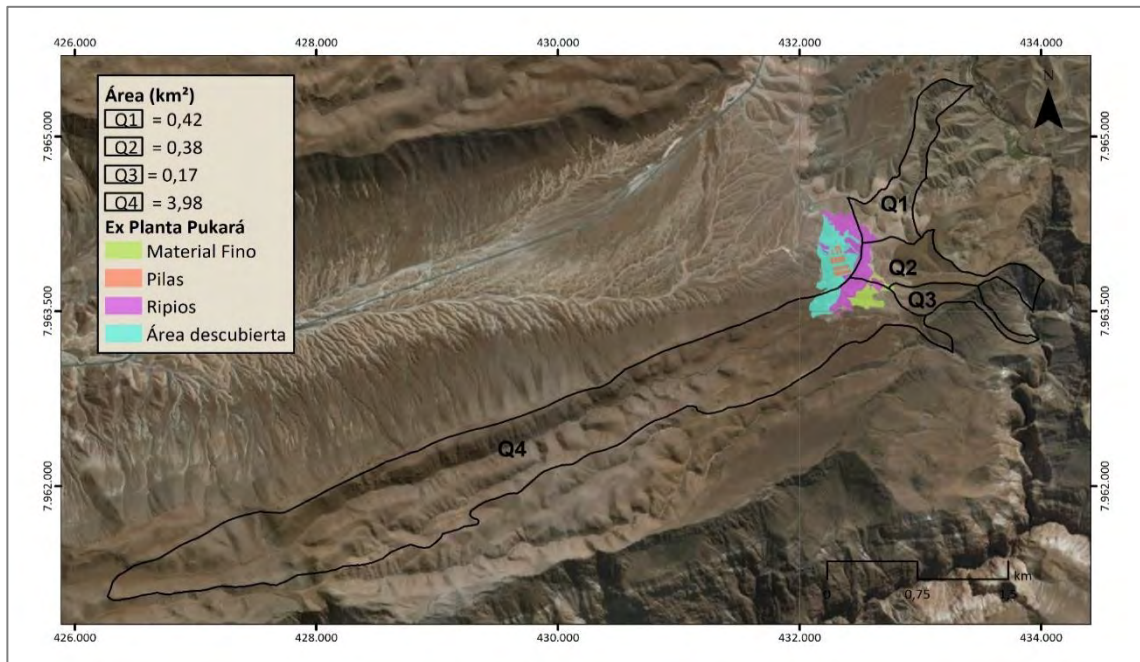


Figura 2. Quebradas de interés que drenan hacia río Seco en relación a residuos.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

2.2. Hacia Quebradas Cardones

En dirección al oeste de los residuos se observa que existe solo una cuenca, la cual corresponde a Quebrada Cardones. La superficie obtenida hacia la Quebrada Cardones se presenta en la Figura 3.

Para delimitar la superficie de la cuenca de la Quebrada Cardones se utilizó un modelo digital de elevación geográfico (DEM) generado mediante el sensor PALSAR, del satélite ALOS². El DEM fue procesado por medio del módulo de Hidrología (Hydrology) de la herramienta de análisis espacial “Spatial Analyst Tool”, del Software ArcGis V10.5. La delimitación obtenida de la modelación se ajustó a la delimitación manual realizado en se sector de las quebradas que dan hacia el río Seco.

² El DEM cuenta con precisión de menos de 5 metros en términos de altitud topográfica, con un intervalo de cuadrículas de aproximadamente 10 metros (que es equivalente a un mapa topográfico de 1: 25.000)

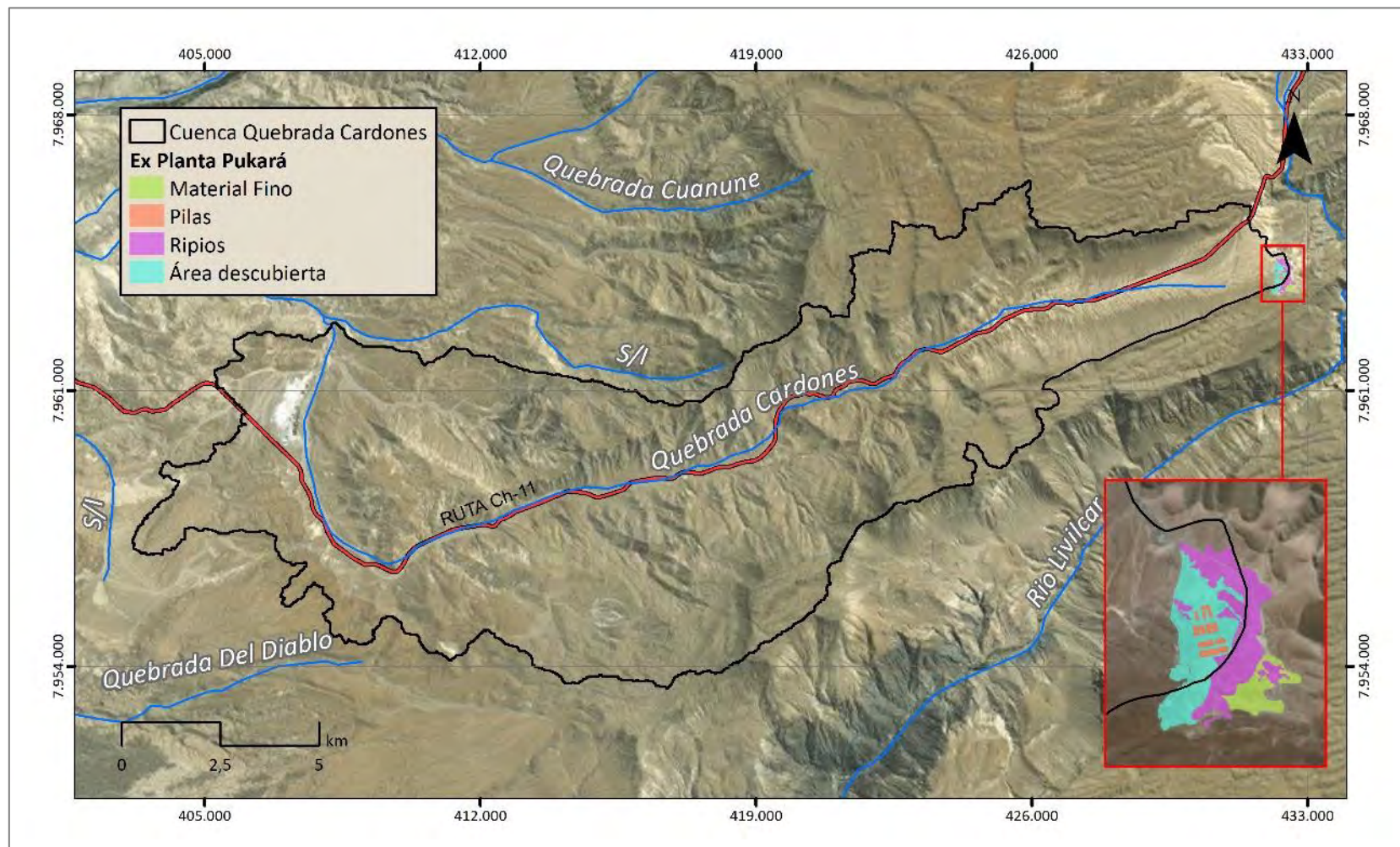


Figura 3. Quebrada Cardones en relación a residuos.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

3. Superficie de los “Residuos” por “Quebradas de Interés”

La delimitación anteriormente realizada permite distribuir las superficies de los residuos por cada quebrada de interés. Cabe destacar que para efecto de este estudio, y como peor escenario, se consideró que las superficies totales de residuos pueden aportar caudal, independiente de la poca o nula factibilidad de que esto suceda.

El desarrollo de esta actividad se llevó a cabo por medio de la recopilación de la información de los residuos levantada por el SERNAGEOMIN y por el Ministerio de Bienes Nacionales. Esta información fue complementada mediante la observación de las imágenes aéreas “SAF 1978”, imágenes de ArcGis y Google Earth.

Los resultados de la distribución espacial de los residuos corresponden a los que se puede observar en la siguiente imagen:

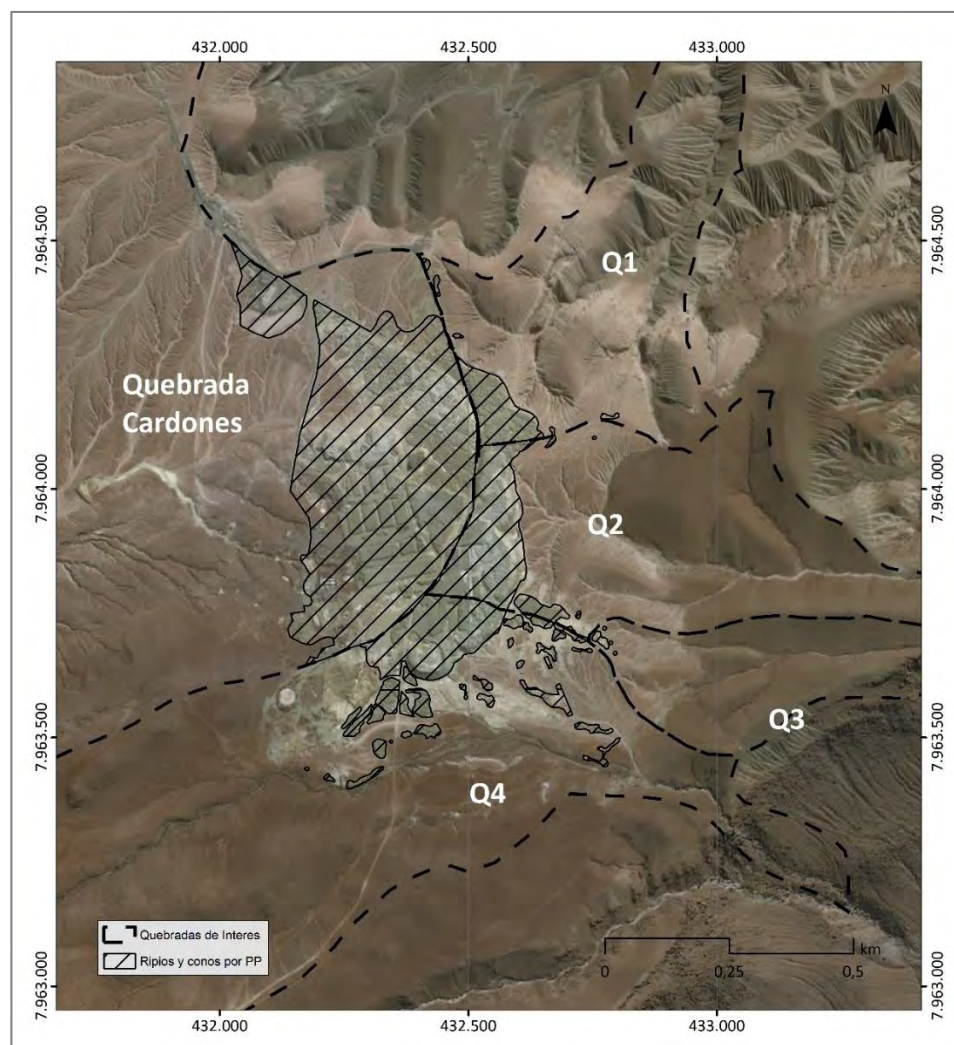


Figura 4. Área de residuos por Quebrada de Interés
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Las áreas de las superficies de residuos, expuestos potencialmente a aportar material de arrastre, corresponden a las que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Superficie de residuos por sector y quebradas de interés

Sector	Quebrada	Superficie (m ²)
Río Seco	Q1	15.529
	Q2	41.105
	Q3	728
	Q4	50.262
Quebrada Cardones	Quebrada Cardones	211.266

Fuente: Elaboración Propia.

4. Superficies de las Cuencas Hidrográficas

4.1. Cuencas del río Seco en puntos confluencia con quebradas de interés (Q)

Adicionalmente se determinaron las superficies de las cuencas hidrográficas del Río Seco aguas arriba de los puntos de confluencia con las quebradas de interés (Q).

Estas superficies permiten el cálculo de los volúmenes aportantes a la altura de las confluencias por el Río Seco y sirven para la comparación con los caudales generados por las lluvias caídas en los “residuos” y las “quebradas de interés”.

Para la determinación de las áreas de las cuencas del Río Seco en cada punto de interés, al igual que para la quebrada Cardones, se utilizó un modelo digital de elevación geográfico (DEM) ALOS PALSAR.

La descripción de cada superficie dimensionada se presenta en la Tabla 2 y la localización referencial en la Figura 5:

Tabla 2. Superficie de las cuencas a drenar hacia el río Seco

Puntos	Descripción	Superficie Drenada (m ²)
Punto 1	Confluencia de Q1 con Río Seco	159.318.438
Punto 2	Confluencia de Q2 con Río Seco	236.979.844
Punto 3	Confluencia de Q3 con Río Seco	237.322.130
Punto 4	Confluencia de Q4 con Río Seco	245.252.656
Punto 5	Confluencia del Río Seco con el Tignamar	1.034.053.906

Fuente: Elaboración Propia

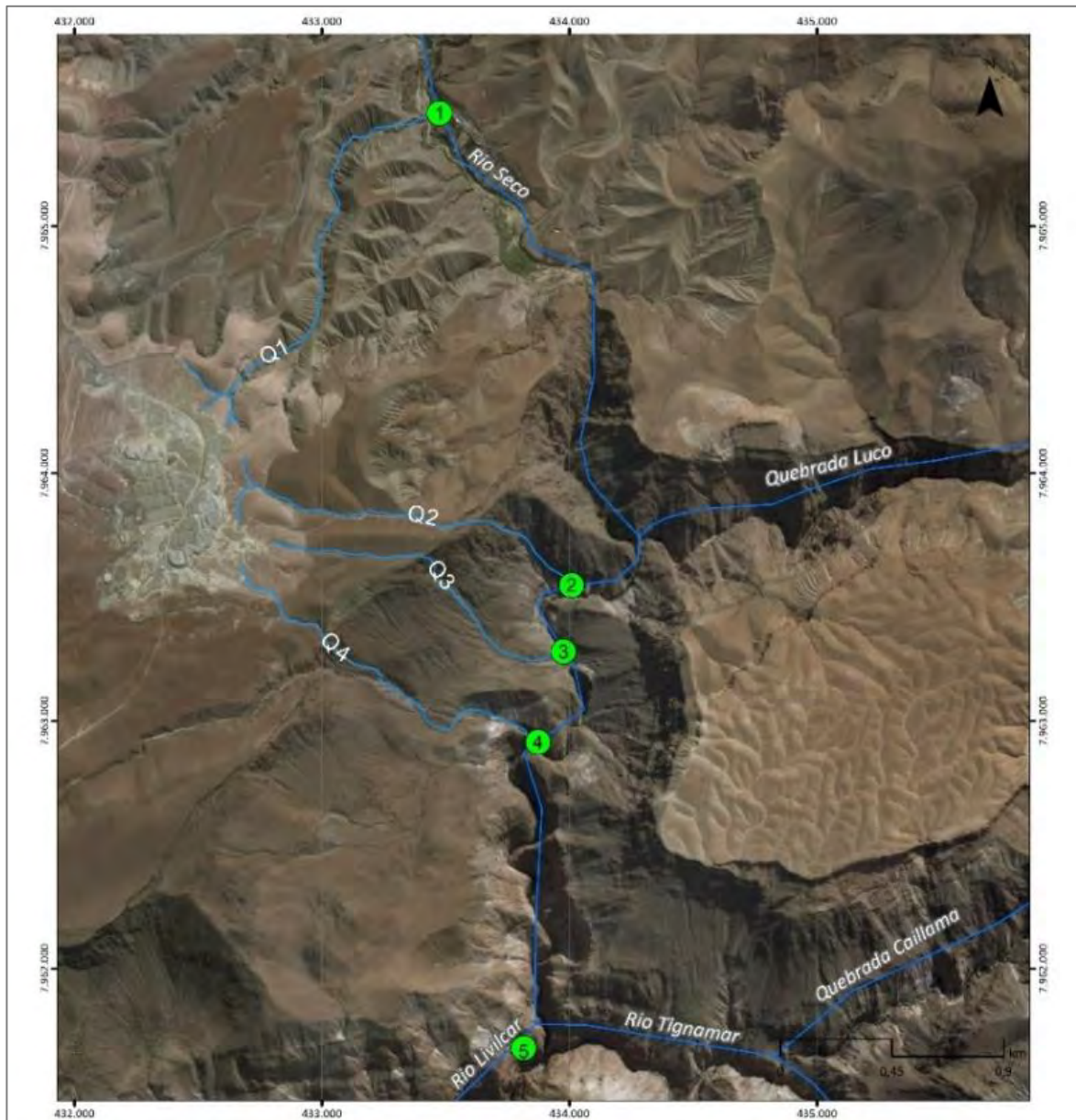


Figura 5. Puntos para la obtención de las cuencas a drenar

Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

Finalmente, las superficies de las cuencas obtenidas aguas arriba de los puntos de confluencia en cada “quebrada de interés” con el Río Seco se presentan en las siguientes figuras:

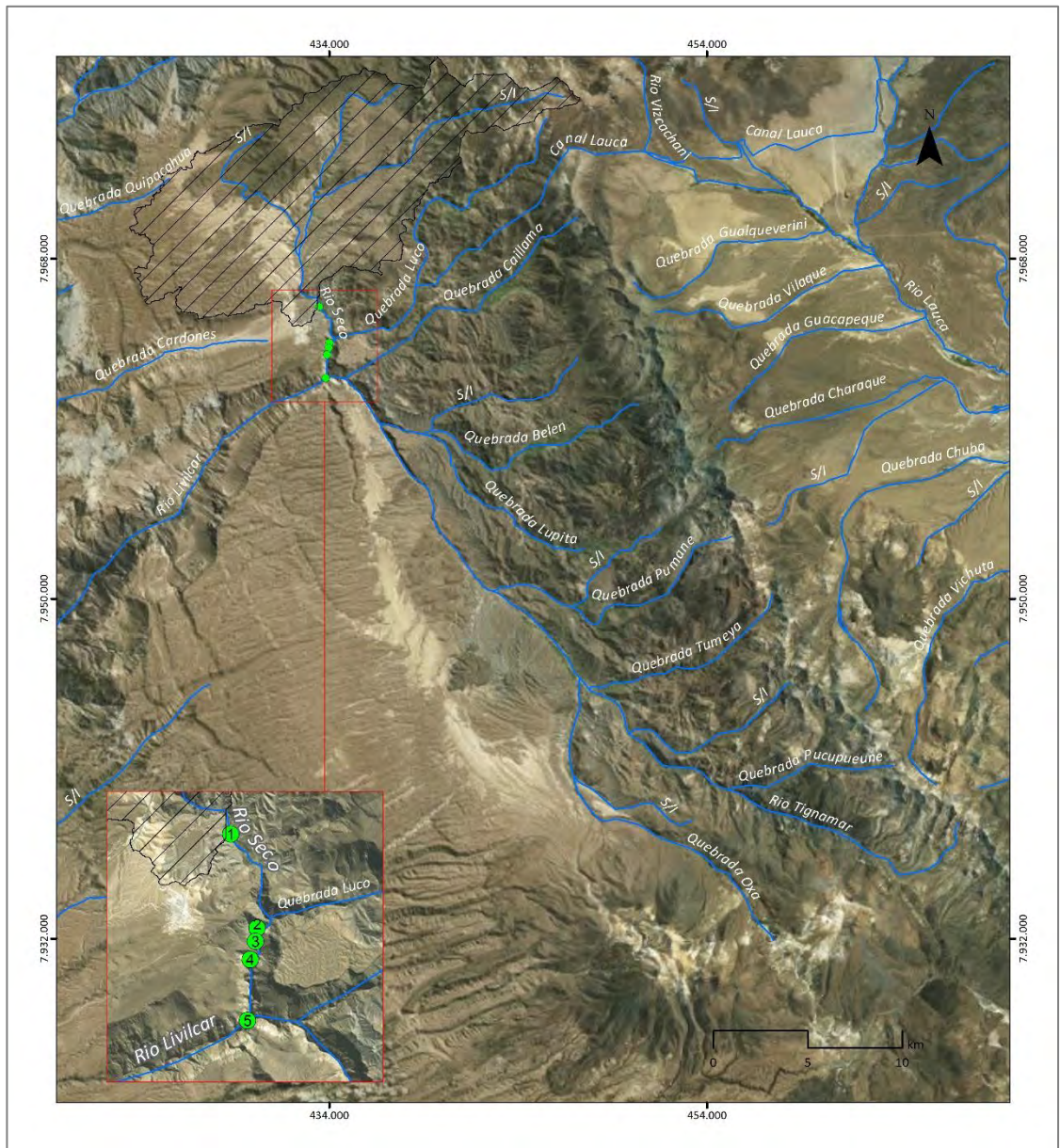


Figura 6. Cuenca a drenar en confluencia de Q1 con Río Seco.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

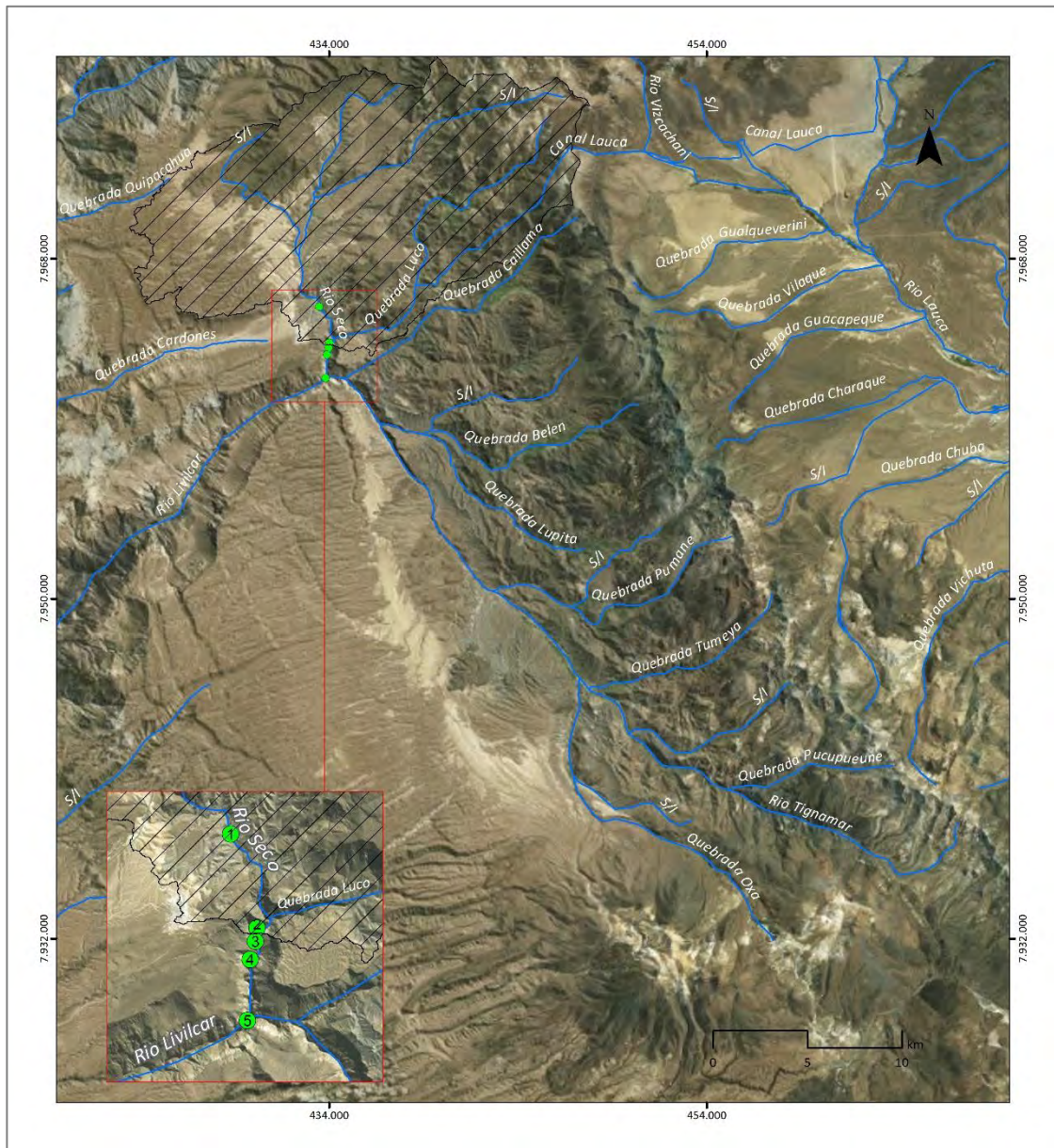


Figura 7. Cuenca a drenar en confluencia de Q2 con Río Seco
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

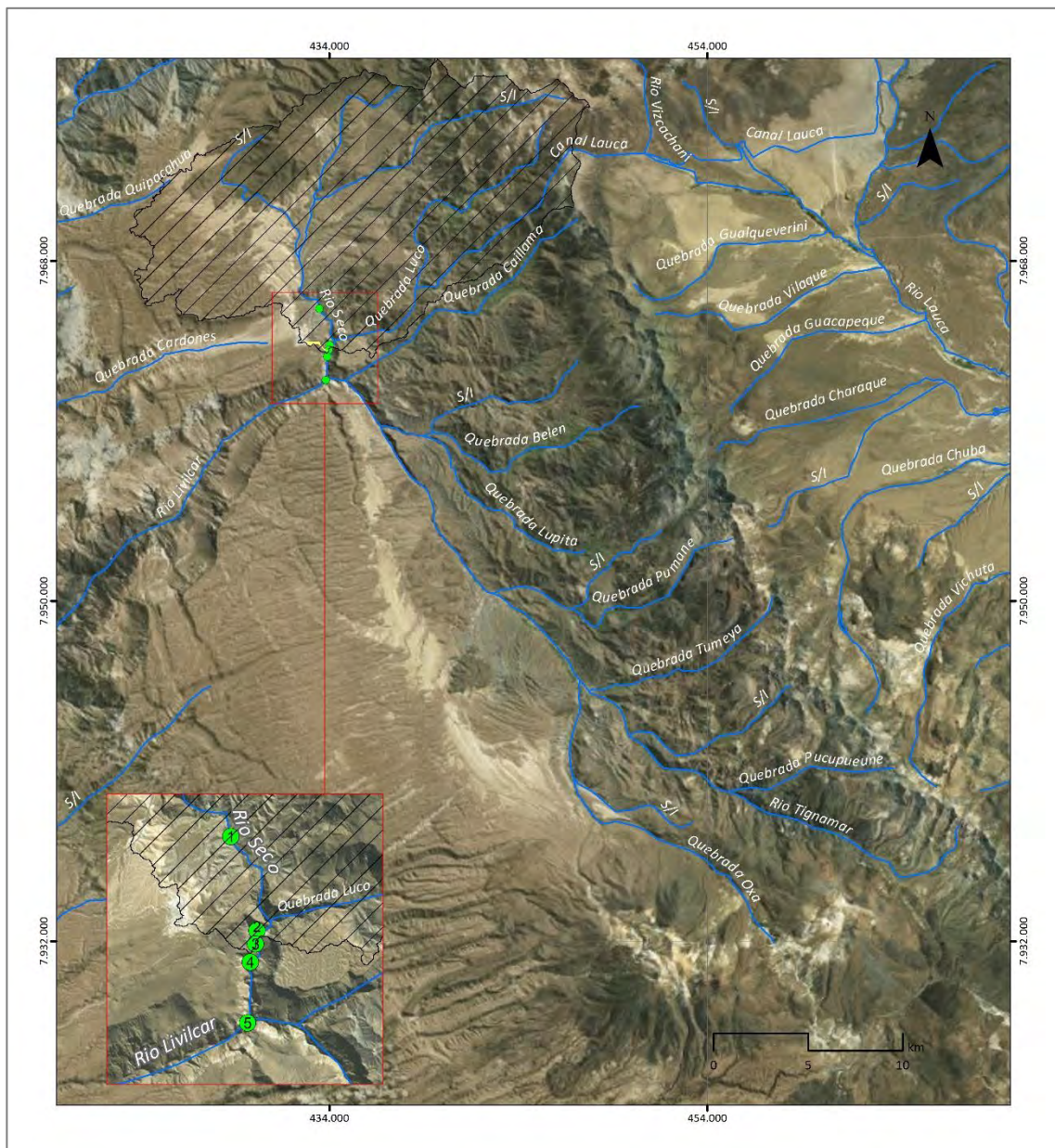


Figura 8. Cuenca a drenar en confluencia de Q3 con Río Seco
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

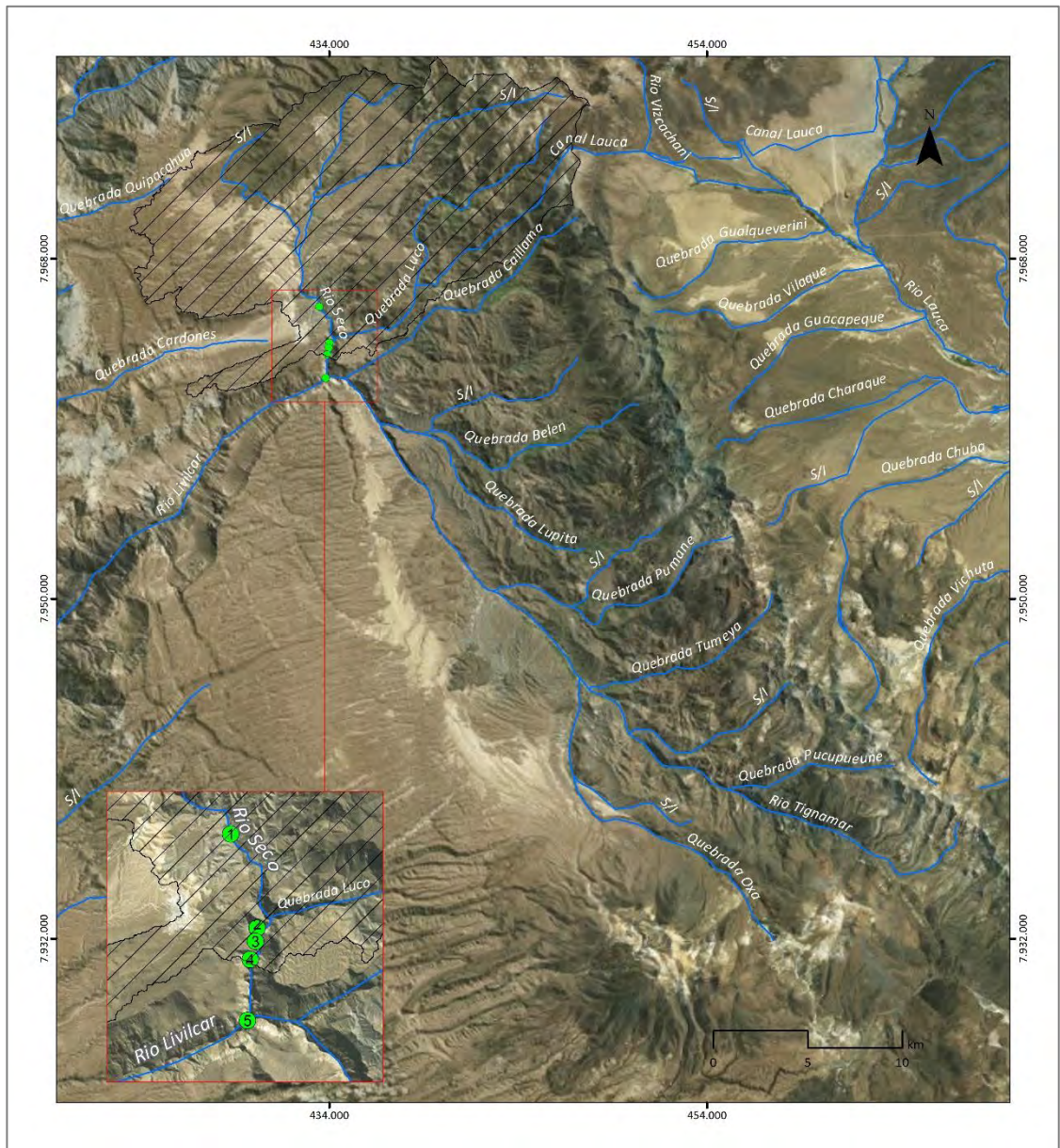


Figura 9. Cuenca a drenar en confluencia de Q4 con Río Seco
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

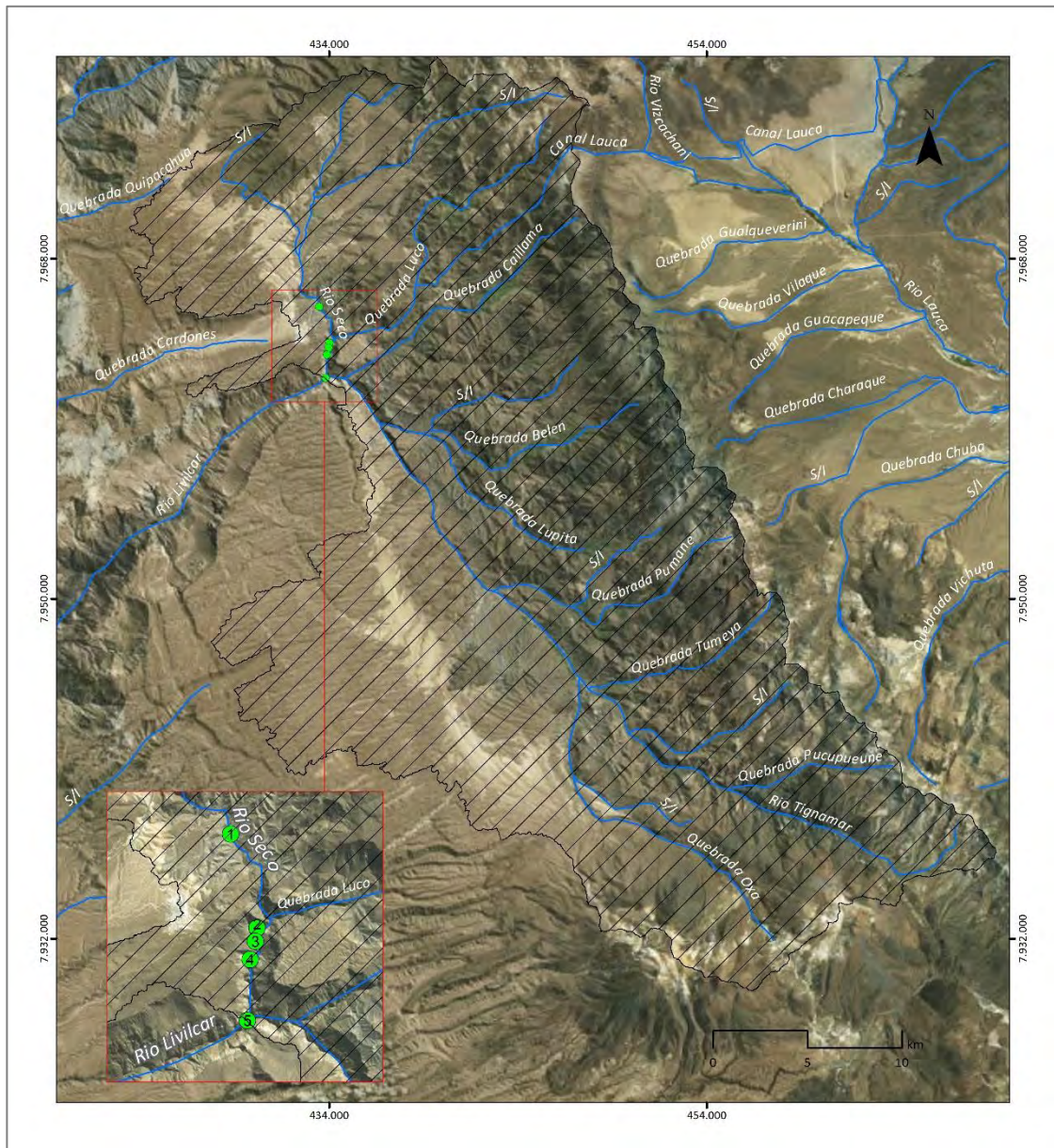


Figura 10. Cuenca a drenar en el punto de confluencia del río Tignamar con el Río Seco
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

4.2. Cuencas hidrográficas aguas debajo de la Quebrada Cardones

Para el caso de la Quebrada Cardones, se estimaron las cuencas en diferentes puntos de interés, esto con el fin de estimar los volúmenes de lluvia caídos aguas abajo de los rípios, hasta llegar al río Lluta.

Se consideraron tres puntos de interés, el primero en donde termina la Quebrada Cardones, el segundo en el punto anterior a interceptarse con el Río Lluta, y el tercero en el punto de intercepción con el Río Lluta, una vez se mezclan los caudales.

La superficie obtenida se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Superficie de las cuencas a drenar hacia la Quebrada Cardones

Superficie	Descripción	Superficie Drenada (m ²)
1	Quebrada Cardones	163.638.469
2	Cuenca desde Quebrada Cardones hasta el Río Lluta	332.005.022
3	Cuenca del Río Lluta aguas arriba del punto de confluencia indicado en el recuadro 3	2.953.326.828

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la representación cartográfica de estos puntos, se debe indicar que, en los recuadros de la Figura 11 se presenta lo siguiente:

- Recuadro 1: Divisoria de agua Quebrada Cardones - Río Seco, sobre los residuos mineros
- Recuadro 2: Cuenca de la Quebrada Cardones
- Recuadro 3: Cuenca desde la Quebrada Cardones hasta el Río Lluta. Con línea punteada, la cuenca de la Quebrada Cardones
- Recuadro 4: Cuenca del Río Lluta, aguas arriba del punto de confluencia indicado en el recuadro 3.

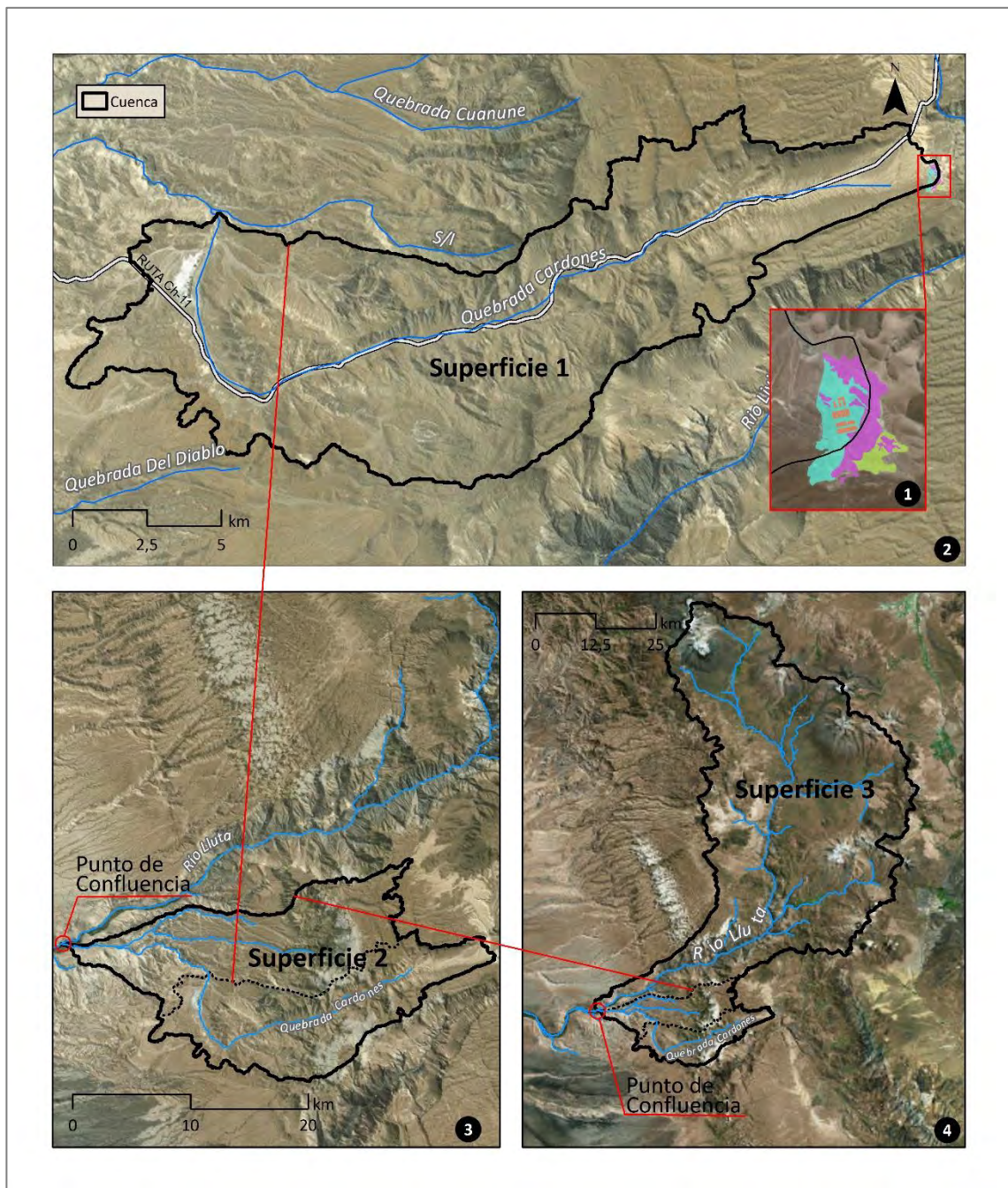


Figura 11. Cuencas a drenar hacia el Oeste de los Residuos.
Fuente: Elaboración propia a partir de Basemap ArcGIS.

5. Precipitaciones en la zona de estudio

Una vez conocidos las superficies de los “residuos”, las “quebradas de interés”, las “cuencas del Río Seco en cada confluencia” y las cuencas hacia la Quebrada Cardones, para obtener los volúmenes aportantes fue necesario obtener las precipitaciones por área de interés.

Para esto se utilizó la cobertura de “Precipitaciones Anuales Promedios entre los Años 1950 y 2000”, desarrollada por *Global Climate Data* (<http://worldclim.org/>) y puesta a disposición por el CIGIDEN (Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres) de la Universidad Católica de Chile. Esta permitió obtener la distribución de la precipitación en la zona de estudio, representada en la siguiente imagen:

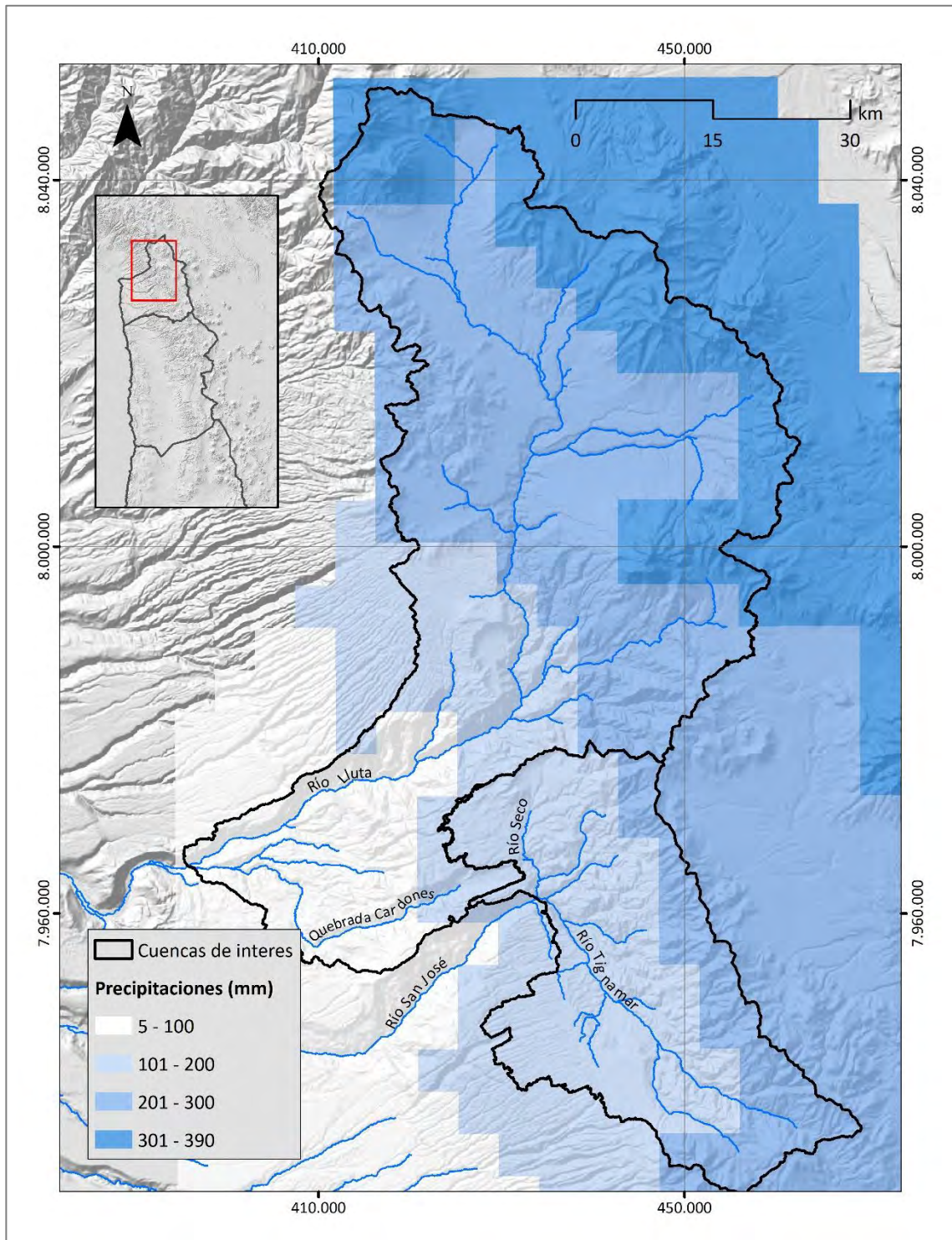


Figura 12. Precipitación promedio anual en el área de estudio
Fuente: Elaboración Propia en base a Global Climate Data y de Basemap ArcGIS.

6. Volúmenes generados por superficie de interés

Los volúmenes de agua generados por las precipitaciones hacia el río Seco corresponden a los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Volumen de agua lluvia generado por superficie de interés, río Seco.

Superficie de Interés	Volumen potencial (m ³)
Residuos en Q1	2.019
Residuos en Q2	5.344
Residuos en Q3	95
Residuos en Q4	6.208
Q1	54.209
Q2	49.918
Q3	20.468
Q4	462.019
Cuenca aguas arriba del río seco en Q1	26.457.876
Cuenca aguas arriba del río seco en Q2	40.939.608
Cuenca aguas arriba del río seco en Q3	40.978.298
Cuenca aguas arriba del río seco en Q4	41.879.284
Cuenca aguas arriba del punto de confluencia del Río Seco con el Tignamar	190.438.877

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a los volúmenes de agua generados hacia la Quebrada Cardones corresponden a los siguiente:

Tabla 5. Volumen de agua lluvia generado por superficie de interés, Quebrada Cardones

Superficie de Interés	Volumen potencial (m ³)
Residuos en Quebrada Cardones	27.465
Quebrada Cardones	11.702.772
Cuenca desde Quebrada Cardones hasta el Río Lluta	20.795.212
Cuenca del Río Lluta aguas arriba del punto de confluencia	655.646.324

Fuente: Elaboración Propia

7. Resultados

Finalmente, con todos estos antecedentes es posible obtener los porcentajes de los volúmenes de agua generado por las lluvias caídas sobre los residuos respecto a los generados por las quebradas y cuencas de intereses.

Para el **río Seco** los porcentajes corresponden a los siguientes:

Tabla 6. Relación porcentual de los volúmenes de agua caído sobre los Residuos respecto a las quebradas y cuencas del río Seco

Zona Analizada	Aporte de volumen de agua caída en residuos respecto al caída en quebradas (Q)	Aporte de volumen de agua acumulado caído sobre residuos respecto a los caídos sobre las cuencas río Seco, en puntos de confluencia
Q1	3,724%	0,008%
Q2	10,705%	0,018%
Q3	0,462%	0,018%
Q4	1,344%	0,033%
Río Seco con Tignamar	-	0,004%

Fuente: Elaboración Propia

Hacia el Oeste, los porcentajes de agua caída en los residuos respecto a las superficies de las cuencas aguas debajo de la **Quebrada Cardones** corresponden a los siguientes:

Tabla 7. Relación porcentual de los volúmenes de agua caído sobre los Residuos respecto a las cuencas hacia la Quebrada Cardones

Zona Analizada	Aporte de volumen de agua caída en residuos respecto al caída en las cuencas hacia Quebrada Cardones
Quebrada Cardones	0,235%
Cuenca desde Quebrada Cardones hasta el Río Lluta	0,132%
Cuenca del Río Lluta aguas arriba del punto de confluencia	0,004%

Fuente: Elaboración Propia

8. Análisis y conclusiones.

Los resultados entregan un marco que permite poner en contexto la situación de los residuos en Alto Copaquilla respecto a la superficie que abarcan y a los volúmenes de agua que precipitan sobre ellos, respecto a los mismos valores para las cuencas en que se encuentran ubicados.

De los valores obtenidos se observa que los volúmenes de agua caída sobre los rípios, respecto a los volúmenes de agua caída en cada quebrada y cuenca de interés tienen muy poca significancia.

En el supuesto de que estas proporciones tengan alguna relación con la cantidad de sedimentos o sólidos que puedan ser arrastrados por cada quebrada, se puede estimar razonablemente que la afectación que tienen los arrastres de residuos cuando se producen escorrentías en Alto Copaquilla son de muy bajo impacto para las aguas del río Seco, río Livilcar, San José y para la cuenca del río Lluta.

ANEXO Nº 4. V01 RIESGO PARA LA SALUD DE LAS PERSONAS

Contenido del Documento

✓ **Evaluación de riesgos para la salud humana de rípios y pilas, Altos de Copaquilla, norte de Chile** (*Human Health Risk Assessment of mine spoil and heap leach piles, Altos de Copaquilla, northern Chile*) Documento Traducido

✓ **Human Health Risk Assessment of mine spoil and heap leach piles, Altos de Copaquilla, northern Chile:**

1.0 Introduction and Approach.....	26
2.0 Background, Issue Identification and Conceptual Site Model (CSM) development	27
3.0 Assessment guidelines	28
4.0 Hazard/ Toxicity Assessment	29
4.1 Chronic exposure	29
4.1.1 Arsenic	29
4.1.2 Lead	29
4.2 Acute exposure	29
4.2.1 Arsenic	29
4.2.2 Lead	29
4.2.3 Cyanide	30
5.0 Data evaluation	30
5.1 Statistical summary of total concentrations of metals in soil, sediment and mine spoil30	
5.2 Leachable concentrations in mine spoil.....	32
6.0 Exposure Assessment.....	32
6.1 Identification of exposed populations	32
6.2 Identification of potential exposure pathways	33
6.3 Background exposures	33
7.0 Risk Characterisation.....	34
7.1 Calculation of allowable soil, spoil and sediment concentrations.....	34
7.1.1 Most sensitive potential receptors: future residential occupants at the site	34
7.1.2 Site workers	34
7.1.3 Visitors.....	34
7.2 Summary of risk characterisation by pathway for arsenic.....	35
7.2.1 Soil ingestion	35
7.2.2 Dermal contact	35
7.2.3 Dust inhalation	36
7.2.4 Home grown produce consumption.....	36
7.2.5 Site-specific health-based soil arsenic criteria considering all pathways.....	38
7.3 Summary of blood lead model.....	38
8.0 Risk Management.....	38
8.1 Active management: removal/ limitation of exposure pathways	39
8.1.1 Future residential scenario.....	39
8.1.2 Current and future workers and visitors	39
8.2 Passive management	39
8.2.1 Personal Protective Equipment (PPE)	39
8.2.2 Personal hygiene	40

9.0 Sensitivity and uncertainty assessment	40
10.0 Limitations.....	41
11.0 References.....	41

14 de Noviembre de 2017

Altoya Ltda
La Concepción 65
Providencia Santiago Chile

At: **Eduardo Altamirano**
Gerente General

Estimado Eduardo,

Re: Evaluación de riesgos para la salud humana de rípios y pilas, Altos de Copaquilla, norte de Chile (Human Health Risk Assessment of mine spoil and heap leach piles, Altos de Copaquilla, northern Chile)

Resumen Ejecutivo

Se ha realizado un análisis de diferentes escenarios de exposición actuales y potenciales, relacionados a los posibles impactos a la salud humana de metales y metaloides, incluyendo arsénico (As), plomo (Pb), cobre (Cu) y zinc (Zn), así como de cianuro (CN), en residuos mineros abandonados en Altos de Copaquilla. Como resultado del estudio, se han desarrollado criterios sitio-especificos para cada receptor potencialmente expuesto a los contaminantes dentro de los escenarios propuestos, cuyos umbrales de concentración se exponen en la Tabla 1. En este informe también se abordan los efectos potenciales en la salud humana de sobrepasarse estos umbrales.

TABLA 1 UMBRALES DE CONCENTRACIONES PARA CADA ESCENARIO

Elemento/ Compuesto Químico	Receptor Potencial – Exposición Crónica			Exposición Aguda
	Residencial	Trabajador	Visitante	Corto-Plazo
Units	mg/kg			
As	80	1,000	8,000	75*/ 750
Pb	90	1,600	7,100	50*/ 500
Cu	6,000	120,000	510,000	NR
Zn	7,400	200,000	900,000	NR
Free CN	200	1,300	7,400	750*/ 7,500

Notas: NR No Relevante; * considera receptores con trastorno pica, el cual es el deseo de consumir sustancias no nutritivas especialmente tierra – geofagia – que en niños de 1 a 6 años tiene una frecuencia aproximada del 10-30% de la población.

Basado en los resultados de esta evaluación, la gestión y manejo de estos residuos minerales será necesaria para proteger la salud de los actuales y futuros usuarios del sitio. En el presente informe, también se presentan recomendaciones en cuanto a las opciones para esta gestión.

1.0 Introducción y Planteamiento

Altoya Ltda solicitó a Environmental Earth Sciences (Australia) la realización de una Evaluación de Riesgos a la Salud Humana (HHRA por sus siglas en inglés) para determinar escenarios de riesgo asociados a la exposición directa de personas a los residuos minerales abandonados en Altos de Copaquilla (en adelante “el sitio”).

Esto fue llevado a cabo utilizando un proceso recomendado por el Ministerio de Medio Ambiente chileno (2013), la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos (USEPA), el Consejo enHealth australiano (enHealth 2012a) y el Consejo Nacional de Protección Medioambiental Australiano (NEPC 2013), considerando las vías potenciales de exposición de estos químicos a receptores humanos en el sitio y sus alrededores (de acuerdo a enHealth, 2012b).

Los datos de exposición genérica y la información de toxicidad química, particularmente de arsénico y plomo, han sido empleados para caracterizar el riesgo y así desarrollar umbrales de concentración que representen límites seguros de exposición para receptores potenciales (residentes, trabajadores in-situ y en propiedades alrededor) en los residuos y poblaciones cercanas.

Un resumen de los procesos de Evaluación de Riesgos a la Salud Humana (HHRA) se presenta en el Diagrama 1.

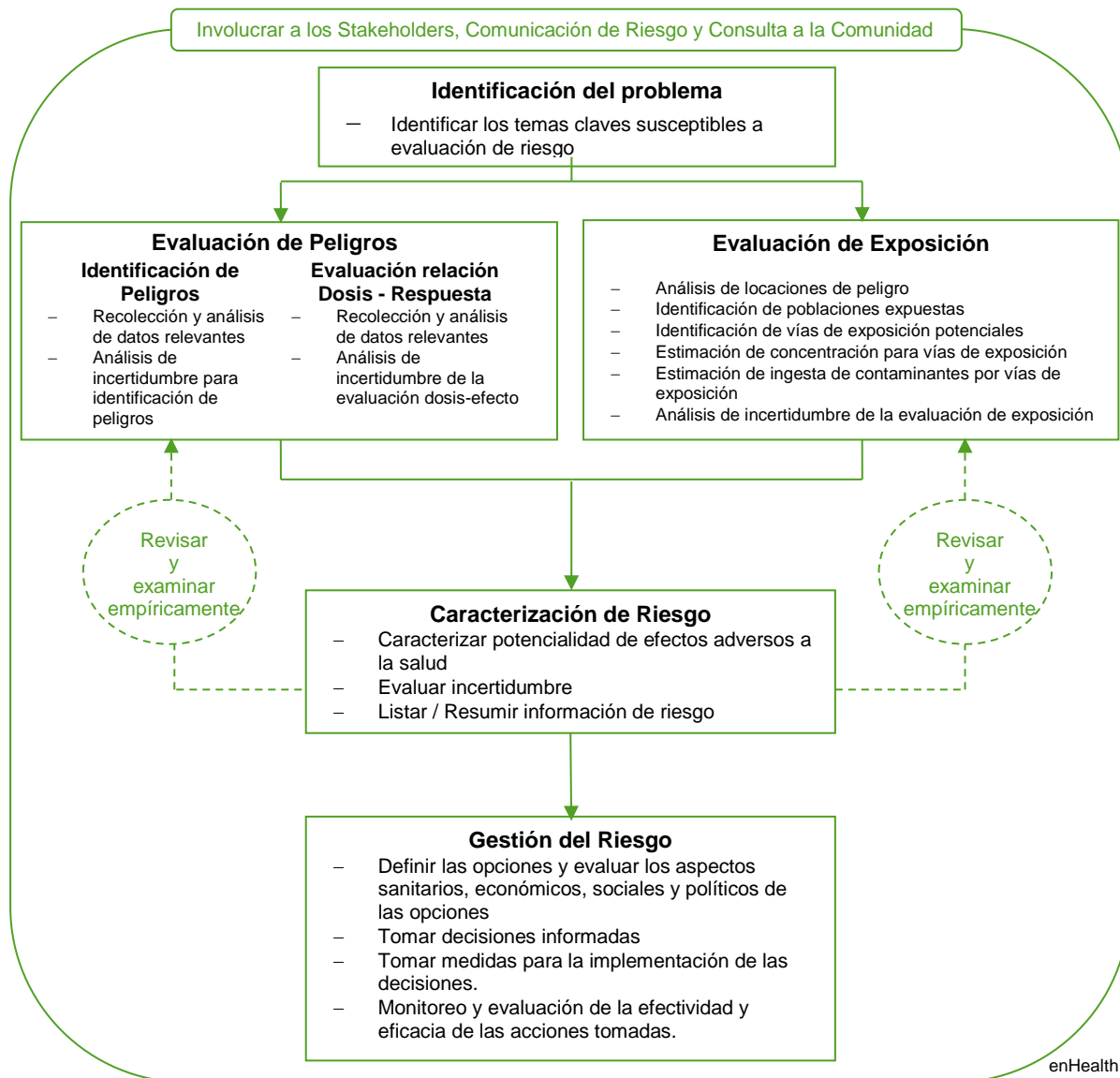


Diagrama 1: Proceso de HHRA

2.0 Contexto, Identificación del problema y Desarrollo del Modelo Conceptual de Sitio (CSM)

Los residuos generados de la lixiviación en pilas (abandonados en Altos de Copaquilla) contienen concentraciones elevadas de metales y metaloides que incluyen Pb y As en particular (pero también Cu y Zn), los que se entiende fueron generados en el mismo sitio luego del proceso de lixiviación para la extracción de oro y plata. Se entiende también que el mineral provenía de la operación minera desarrollada por PROMEL en el Cerro Choquelimpie, Putre, en el norte de Chile.

El área del sitio es de aproximadamente 16 hectáreas. Los receptores humanos potenciales más cercanos incluyen dos pequeñas comunidades agrícolas a 2 kilómetros al este de los rípios.

Cuatro quebradas drenan el sitio (durante eventos de precipitación extrema) y desembocan en el río Seco, el cual corre de norte a sur adyacente a las comunidades agrícolas. El promedio anual de precipitaciones es muy bajo y ronda los 150mm, las cuales se concentran en los meses de enero y febrero (por lo que no es esperable escorrentía de agua hacia el río Seco cada año por las quebradas). Es también esperable que ocurra algún grado de mineralización natural en el área.

Basado en las características del sitio y sus alrededores se han definido los siguientes escenarios de peligro potencial:

- Visitantes ocasionales (exposición recreacional de adultos y niños);
 - El sitio no está cercado y es atravesado por un camino público, por ende, carece de mecanismos que prevengan la exposición de los visitantes a los residuos.
- Trabajadores in-situ (exposición industrial de adultos);
Se contemplan trabajos en los residuos que incluyen labores de obras viales y limpieza/gestión de estos.
- Residentes futuros potenciales (exposición residencial de adultos y niños);
 - Considerado poco probable, pero es el escenario más conservador; y
- Residentes actuales de comunidades cercanas (exposición residencial para adultos y niños por transporte de contaminantes por vía aérea y fluvial);
 - No ha establecido ruta entre la fuente y receptores para este escenario (por lo que no se considerará más allá en este informe).

Los efectos potenciales agudos en la salud debidos a la exposición por cortos períodos de tiempo a los contaminantes también son considerados y detallados en este informe.

3.0 Niveles de referencia para la evaluación de contaminantes

Niveles de referencia Nivel 1 (vale decir de documentos) para la evaluación de concentraciones de metales en suelos han sido extraídos de *Health Canada* (2010). Un resumen de los niveles de referencia se provee en la Tabla 2. Adicionalmente, se incluye una lista completa de las referencias utilizadas en este estudio en la Sección 11.

TABLA 2 PARÁMETROS SUELO Y SEDIMENTO NIVEL 1 – NIVELES DE REFERENCIA CANADIENSE

Uso de Suelo/ Elemento	Unidades	As	Cd	Zn	Cu	Cr	Pb	CN
Suelo Agrícola	mg/kg	12	1.4	200	63	64	70	0.9
Suelo Residencial	mg/kg	12	10	200	63	64	140	-
Suelo Industrial	mg/kg	12	22	360	91	87	600	8
Sedimento	mg/kg	5.9	-	123	19	-	30	-

4.0 Evaluación de Peligro y Toxicidad

4.1 Exposición crónica

4.1.1 Arsénico

Este elemento presenta perfiles de riesgo umbral (hiperpigmentación, queratosis y posibles complicaciones vasculares, como descrito en IRIS, 2017a) y no umbral (cáncer de pulmón, hígado, riñón y vejiga, IRIS, 2017a). Como resultado, se ha determinado un Valor de Toxicidad Referencial (TRV) considerando tanto su perfil umbral (no cancerígeno) y su perfil no umbral (cancerígeno). Este corresponde a un TRV de 0.002 mg/kg-bw/por día como ha como recomendado por el Consejo Nacional de Protección Ambiental (NEPC 2013) en su Sección B7, Apéndice A1, Capítulo 1.

4.1.2 Plomo

El plomo ha sido considerado como un cancerígeno humano probable con efectos umbrales multimodales debido a su capacidad de “potencialmente afectar cualquier sistema u órgano en el cuerpo humano” (NEPC 2013, Sección B7, Apéndice A1, Capítulo 8). Como tal, sus TRVs se han descartado en favor del uso del modelo de Pb sanguíneo, debido a que los efectos de la exposición al Pb comúnmente son relacionados al contenido del mismo en la sangre (NEPC, 2013; ATSDR 2007b).

4.2 Exposición Aguda

4.2.1 Arsénico

A pesar de no ser parte del proceso estándar de Evaluación de Riesgos a la Salud Humana (HHRA) bajo guías internacionales, los riesgos de exposición aguda de corto plazo han sido considerados en el presente informe. Para As, ATSDR (2007a) calcula niveles de riesgo mínimo (MRLs por sus siglas en inglés) para exposición aguda correspondientes a 0.005 mg/kg-bw/día, lo que para un niño de 15 kg se traduce en una ingesta admisible de 0.075 mg diarios antes de presentarse algún riesgo. La exposición aguda a esos niveles (asumiendo una ingestión de 100 mg suelo por día) requeriría concentraciones de As de 750 mg/kg o más en el suelo y los residuos.

Sin embargo, la USEPA (2011) indica que cuando se evalúan riesgos en niños que pueden presentar trastornos pica (geofagia en particular) “la ingestión diaria estimada se eleva a 1,000 mg/día de suelo. Cabe notar que este valor es más apropiado para exposición aguda”. Esta cantidad de suelo, de ser ingerida, limitaría la concentración máxima permisible en suelos y residuos a 75 mg/kg antes de existir riesgos de que se presentasen efectos agudos.

4.2.2 Plomo

No se han calculado niveles de riesgo mínimo (MRLs) para Pb, debido a que “un umbral claro para algunos de los efectos más sensibles en humanos no ha sido identificado” y los MRLs podrían pasar por alto la importancia de los niveles de Pb en la sangre como marcador (ATSDR, 2007b Sección 2.3). Esto ha resultado en la asignación de “un nivel de preocupación en la sangre” para plomo de 10 µg/dL, que para el escenario del sitio ha sido determinado como

alcanzable con concentraciones de Pb en suelo/polvo de <90 mg/kg (para niños), <280 mg/kg (para adultos) y de <6,000 mg/kg (para trabajadores) (ver Adjunto 1).

Sin embargo, de manera conservadora, se ha calculado un Pb MRL de 0.0035 mg/kg-bw/día, lo que para un niño de 15 kg se traduce en una ingesta admisible de 0.05 mg/día y requeriría concentraciones de Pb de 500 mg/kg o más en el suelo y los residuos, y 50 mg/kg de considerarse niños con trastorno pica.

4.2.3 Cianuro

ATSDR (2006) indica un MRL para CN para exposición aguda de 0.05 mg/kg-bw/día, lo que para un niño de 15 kg se traduce en una ingesta admisible de 0.75 mg/día. La exposición aguda a estos niveles, asumiendo ingestión de 100 mg suelo/día requerirían de concentraciones de CN de 7,500 mg/kg o más en el suelo y los residuos, y 750 mg/kg de considerarse niños con trastorno pica.

5.0 Evaluación de Datos

Los datos provistos por Altoya han sido evaluados para el desarrollo de niveles de referencia sitio-específicos (Nivel 2), y también para cuantificar posibles riesgos a receptores identificados. Esta identificación ha sido abordada como parte de la evaluación de exposición en la siguiente sección de este informe.

5.1 Resumen estadístico de concentraciones totales de metales en el suelo, sedimentos y residuos minerales.

Se evaluaron datos de concentraciones de arsénico (As) y plomo (Pb) en residuos mineros, puntos *background* y sedimentos en locaciones aledañas. Las Tablas 3 y 4 contienen resúmenes para ambos metales respectivamente. Los datos se dividen en residuos minerales (Ripios), tierra bajo los residuos (Suelo Bajo Ripios) y sedimentos de relave (Dique Oeste).

TABLA 3 RESUMEN ESTADÍSTICO – ARSÉNICO

Area	Profundidad (cm)	Muestras	Promedio	Máx.	Desv. Est.	CV	95% UCL
Ubicaciones en el sitio de residuos							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	7.02	17.5	6.22	0.89	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	7.23	27.41	11.65	1.61	n
Ripios (residuo)	40	8	323	632	200	0.62	n
Dique Oeste (sedimento de relave)	40	1	68.4	68.4	n	n	n
Dique Oeste (sedimento de embalse)	100	1	6.24	6.24	n	n	n
Puntos background							
BSBR Alto	0-20	8	4.03	6	1.112	0.28	n
BSBR Alto	100	8	3.17	3.99	0.495	0.16	n
Background combinado		24	4.7	11.4	2.22	0.47	5.6

TABLA 4 RESUMEN ESTADÍSTICO – PLOMO

Área	Profundidad (cm)	Muestras	Promedio	Máx.	Desv. Est.	CV	95% UCL
Ubicaciones de la Mina							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	29.13	101	41.7	1.43	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	6.77	11.06	2.54	0.38	n
Ripios (residuo)	40	8	875	1,526	297	0.34	n
Dique Oeste (sedimento de embalse)	40	1	187	187	n	n	n
Dique Oeste (sedimento de embalse)	100	1	6.79	6.79	n	n	n
Puntos background							
BSBR Alto	0-20	8	8.21	10.7	1.95	0.24	n
BSBR Alto	100	8	6.15	8.18	1.4	0.23	n

Para As solo los puntos *background* cumplen con el criterio de Nivel 1 para cualquier uso de suelo (12 mg/kg), mientras que para Pb todos los puntos están bajo este criterio, a excepción de los residuos minerales (que no cumplen con ningún criterio de Nivel 1). El suelo de bajo los ripios falla solamente el criterio de Nivel 1 agrícola, mientras que el sedimento de relaves no cumple con el estándar agrícola y residencial de Nivel 1.

La Tabla 5 presenta un resumen de concentraciones de metales en ripios minerales, incluyendo Zn, Cu y CN adicionalmente a As y Pb. Niveles por sobre los criterios de Nivel 1 son aparentes para todos los elementos, a excepción de Zn (para criterio industrial). Basado en el criterio de Nivel 2 presentado en la Tabla 1 (pág. 1) ninguno de las concentraciones de Cu o Zn excede el criterio más sensible de Nivel 2. Las concentraciones de CN también cumplen con los criterios de Nivel 2 de manera estadística ya que el promedio de estas es menor al criterio, la desviación estándar es menor que el 50% del criterio, y el valor máximo es menor a 2.5 veces el criterio (establecido como condiciones en NEPC, 2013). En adelante, estos elementos y compuestos químicos (Zn, Cu y CN) no serán considerados más allá en este informe.

TABLA 5 RESUMEN ESTADÍSTICO – RESIDUOS

Area	Profundidad (cm)	Muestras	Promedio	Máx.	Desv. Est.	CV	Criterios para suelo/residuos*
Ripios As	40	8	323	167.13	20.21	0.14	12/12/12
Ripios Zn	40	4	240.57	388.21	140.3	0.58	200/200/360
Ripios Cu	40	4	370.64	434.1	68.89	0.19	63/63/91
Ripios Pb	40	8	875	1,526	297	0.34	70/140/600
Cyanide	Surface	27	63	269	87	1.38	0.9/-/8

Notas: unidades son mg/kg; * criterios agrícola/residencial/industrial

5.2 Concentraciones lixiviables en residuos minerales

Cuatro muestras de residuos minerales (Ripios N1-N4) fueron sometidas a evaluaciones de lixiviación usando el Procedimiento de Lixiviación por Precipitación Sintética (SPLP) Método 1312 (USEPA, 1994). Esto incluye una proporción de 20:1 o 5% de fluido a sólido. Un resumen de los resultados y sus correspondientes concentraciones totales es presentado en la Tabla 6, junto al cálculo del porcentaje capaz de ser lixiviado para cada muestra para Pb y As.

Los datos resumidos en la Tabla 6 indican que la lixivabilidad de As y en particular de Pb es muy baja bajo las condiciones del test SPLP (ácidos nítrico y sulfúrico diluidos mezclados con un pH de solución entre 4.2 and 5.0).

TABLA 6 RESULTADOS DE PRUEBAS DE LIXIVIABILIDAD Y CÁLCULOS – RIPIOS

Muestra/ Parámetro	As TC	As SPLP	As BF%		Pb TC	Pb SPLP	Pb BF%
Unidades	mg/kg	mg/L	%		mg/kg	mg/L	%
Ripios N1	441	0.234	1.06		615	0.0555	0.18
Ripios N2	473	0.277	1.17		758	0.0157	0.04
Ripios N3	632	0.022	0.07		1526	0.0446	0.06
Ripios N4	462	0.304	1.32		650	0.0005	0.002

Notas: TC Concentración Total; SPLP concentración lixiviable; BF factor de biodisponibilidad

6.0 Evaluación de Exposición

Los escenarios potenciales de exposición para las poblaciones receptoras han sido cuantificados usando una evaluación de exposición genérica. Esto se detalla a continuación.

6.1 Identificación de poblaciones expuestas

Las poblaciones identificadas que han sido y probablemente serán expuestas a suelos, residuos y sedimentos son:

- Visitantes ocasionales (exposición recreacional para adultos y niños);
- Trabajadores en el sitio (exposición industrial para adultos); y
- Posibles futuros residentes (exposición residencial para adultos y niños).

De los receptores potenciales, se espera que los trabajadores sean quienes tengan la exposición directa más alta a los residuos como parte de sus actividades diarias. Sin embargo, la frecuencia y duración de dicha exposición es considerada como restringida a horas de trabajo y labores de la misma índole, asumiendo como peor escenario posible niveles de 10 horas al día de Tiempo de Exposición (ET por sus siglas en ingles), 240 días al año (48 semanas al año) como Frecuencia de Exposición (EF por sus siglas en ingles) y 35 años de Duración de Exposición (ED por sus siglas en inglés) (según *Health Canada* 2010, Parte 1 Tabla 4). El uso de un ED de 35

años implica asumir muy conservadoramente el escenario potencial de que algunos miembros del personal pudieran trabajar en el sitio por gran parte de su vida laboral.

El receptor más sensible sería el residente, el cual estaría en un escenario mucho más complejo. Visitantes ocasionales tendrían un potencial limitado de exposición.

6.2 Identificación de vías de exposición

Para suelo (y potencialmente residuos y sedimentos) las vías de exposición para ocupantes humanos para el sitio y sus alrededores son:

- Contacto dermal (absorción a través de la piel);
- Ingestión incidental o indirecta;
- Inhalación de polvo (en actuales y potenciales obras en terreno); y
- Consumo de productos elaborados en suelos contaminados.

Dado que As y Pb no son volátiles, la inhalación por vapor no requiere consideración en el análisis.

Para la vía de ingestión de suelo, debido a su muy baja biodisponibilidad reportada en la Sección 5.2 y Tabla 6 (1% o menos), tanto como para la presencia de formas oxidadas de As (determinadas por análisis de laboratorio), y en referencia a los valores de literatura, la viabilidad oral (BAo) de As y Pb será asumida como 30% y 90% respectivamente (para el modelo Pb-Sangre este valor equivale a 40%). La forma oxidada de As (AsV) se reporta como hasta 60 veces menos tóxica que la forma reducida AsIII (Juhasz *et al.* 2003, Langley 1991, Ng *et al.* 2003).

Para la vía de inhalación de polvo, debido al fuerte potencial de generación de polvo en el sitio, el escenario del caso más adverso correspondiente al 99% de exposiciones admisibles de fuentes *background* fueron consideradas para los escenarios residenciales y de trabajadores.

6.3 Exposición background

Cuando hablamos de la cuantificación de riesgo debido a la exposición incrementada a As y Pb es importante considerar la exposición *background* (preexistente o precedente) a estos químicos que es independiente de los residuos minerales (como ingesta de agua, inhalación de aire, ingesta de frutas, vegetales, aves, huevos y tierra en particular). Es conocido también que existe mineralización natural en el área que conlleva la presencia de metales elevados (ver resúmenes en Tablas 3 y 4).

En consecuencia, se ha determinado que la tolerancia para exposición *background* será aumentada a 80% (esto significa que se asumirá que los potenciales residentes futuros del sitio habrán obtenido el 80% de ingesta segura diaria de As y Pb de fuentes *background*). Es importante considerar que la bibliografía sugiere que los niveles “normales” de exposición *background* para As y Pb se ubiquen en el rango de entre 20% a 50% de ingestas tolerables diarias (TDIs). De la misma manera, se asumirá que la población potencial futura recibiría 99% de su ingesta permitida de As y Pb como preexistente (aunque la literatura ubique estos valores en 0% para As y 40% para Pb).

7.0 Caracterización de Riesgos

7.1 Cálculo de concentraciones permitidas de contaminantes en residuos, tierra y sedimentos. Los supuestos de exposición discutidos anteriormente se detallan en la Tabla 7, y estos se usan para el cálculo de criterios para los distintos usos de suelo y escenarios de exposición.

También es importante notar que, para la determinación de criterios, cada valor representa una combinación de las distintas vías de exposición consideradas (y detalladas en la sección 6.2) que corresponden a la ingesta incidental de tierra, consumo de producción casera (sólo en el escenario residencial), contacto dermal e inhalación de polvo.

Los resultados de caracterización de riesgo para cada escenario de As y Pb (y también de Cu, Zn y CN) se presentan en el Adjunto 2.

7.1.1 Receptores potenciales más sensibles: Futuros residentes del sitio.

Esta población receptora representa el peor caso (residentes en cercanía directa del sitio donde se ubican los residuos). Tomando a un niño como receptor más sensible (y una exposición oral y dermal *background* de 80% y una de inhalación de polvo de 99% de su ingesta/absorción diaria tolerable de As y Pb), y asumiendo que la producción casera (HGP por sus siglas en inglés) incluye hasta un 35% de frutas, vegetales, aves y huevos que serían cultivados in situ, se ha determinada una concentración tolerable de 80 mg/kg para As y una de 90 mg/kg para Pb.

7.1.2 Trabajadores en el sitio

Tomando a un adulto como el receptor más sensible, para este escenario se determinó una concentración tolerable de 1,000 mg/kg para As y de 1,600 mg/kg para Pb.

7.1.3 Visitantes

Tomando a un niño como el receptor más sensible y una frecuencia de exposición de 12 días al año, ha sido determinada una concentración tolerable de 8,000 mg/kg para As y de 7,100 mg/kg para Pb. Se sugiere considerar que, como es detallado en la sección 4.2, se ha estimado que efectos agudos potenciales de corto plazo no debieran ser apreciados en concentraciones de As menores a 750 mg/kg.

TABLA 7 CÁLCULO DE CRITERIO DE SUELO

Elemento Químico	TDI	BW	IR	BA _o	Ingesta Background (BI)	Criterio propuesto		
						Residencial	Trabajador	Visitante
Unidades	µg/kg-bw/day	kg	mg/day	%	% of TDI	mg/kg		
As	0.002	15/ 70*	100/ 100*	30	80/ 99 [^]	80	2,000	8,000
Pb	0.0035	15/ 70*	100/ 100*	90	80/ 99 [^]	90	1,600	7,100

Nota(s): *Niños (residencial)/ adultos (industrial) usando supuestos de Health Canada

[^] ingesta oral y dermal e inhalación de polvo

TDI Ingesta tolerable diaria; BW peso corporal; IR índice de ingestión de suelo; BA_o biodisponibilidad oral

7.2 Resumen de caracterización de riesgo por vía de exposición para arsénico.

7.2.1 Ingesta de suelo

Mediante el uso de la ecuación a continuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.3.1), los factores sitio-específicos asociados a la biodisponibilidad oral (BA_o) e ingesta preexistente oral/ dermal (BI_o) se consideran de la siguiente manera:

$$HIL_{ingesta} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_o (100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{IR_{SC} \times BA_o \times CF \times EF \times ED}$$

Ecuación 3

donde:

HIL	= Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
TRV _o	= Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingestas orales (mg/kg/al día para contaminantes umbrales)
BI _o	= Ingesta <i>background</i> relevante a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, que incluye agua, aire y productos de consumo donde corresponda) (como % del TRV _o)
IR _{SC}	= Índice de ingestión de suelo/polvo para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (mg/día)
BA _o	= Biodisponibilidad oral (sin unidad de medida, expresado como fracción de 1)
CF	= Factor de conversión de 1×10^{-6} para convertir mg a kg
EF	= Frecuencia de exposición (días/año)
ED _C	= Duración de exposición para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (años)
BW _C	= Peso corporal para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (kg)
AT _T	= Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = ED x 365 días)

Tal como se indica en las planillas presentadas en el Adjunto 1, al usar una BA_o sitio-específica de 30% (en lugar de 100%) y una BI_o de 80% (en vez de 50%), se calcula una ingesta de suelo específica al sitio HIL A de **200 mg/kg** (incrementada de un valor de Nivel 1 de 150 mg/kg). Adicionalmente, se calcula una ingesta de tierra específica al sitio HIL de **12,000 mg/kg** para visitantes ocasionales (incrementada de un valor de espacio abierto de Nivel 1 de 300 mg/kg), mientras que el valor correspondiente a potenciales trabajadores en el sitio se ubica en **2,800 mg/kg** (disminuido de un valor de Nivel 1 de 4,300 mg/kg, asumiendo el escenario canadiense de IR para adultos de 100 mg/al día en lugar de 50 mg diarios).

7.2.2 Contacto dermal

Utilizando la siguiente ecuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.3.2), los factores sitio-específicos asociados a la ingesta oral y dermal *background* (BI_o) se considerarían de la siguiente manera:

$$HIL_{dermal} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_D (100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{SA_C \times AF \times DAF \times CF \times EF \times ED_C}$$

Ecuación 6

donde:

HIL	= Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
TRV _D	= Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingesta dermal (como mg/kg/día para contaminantes con umbral)
BI _o	= Ingestas <i>background</i> relevantes a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, que incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta <i>background</i>)
SA _C	= Área de piel expuesta para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (cm ²)
AF	= Factor de adherencia tierra a piel (mg/cm ² /día)
DAF	= Factor de absorción dermal (específico para cada compuesto/elemento químico) (sin unidad)

- CF = Factor de conversión de 1×10^{-6} para convertir mg a kg
 EF = Frecuencia de exposición (días/año)
 ED_c = Duración de exposición para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (años)
 BW_c = Peso corporal para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (kg)
 AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = ED x 365 días)

Tal como se indica en las planillas presentadas en el adjunto 1, al usar una BI_o específica al sitio de 80% (en lugar de 50%) se calculan valores de contacto dermal sitio-específicos para posibles residentes futuros, visitantes ocasionales y trabajadores de **890, 27,000 and 4,500 mg/kg** respectivamente (alterados desde valores de Nivel 1 de 2,200, 2,200 y 11,000 mg/kg).

7.2.3 Inhalación de Polvo

Usando la siguiente ecuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.3.3), los factores específicos al sitio asociados a la ingesta preexistente por inhalación (BI_i) y factores de emisión de partículas (PEF), se considera:

$$HIL_{dust} (mg / kg) = \frac{(TRV_i(100\% - BI_i)) \times AT_T}{\left[\left[\frac{1}{PEF_o} \times ET_{co} \right] + \left[\frac{1}{PEF_i} \times TF \times ET_{ci} \right] \right] \times RF \times EF \times ED_c} \quad \text{Ecuación 9}$$

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
 TRV_i = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de absorción por inhalación (como mg/m³)
 BI_i = absorción background relevantes a exposición por inhalación (de fuentes distintas a suelo, que incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde es relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta background)
 PEF_{i,o} = Factor de emisión de partículas (or carga de polvo) para aire exterior outdoor (O) o interior indoor (I) (m³/kg)
 ET_{ci,co} = Tiempo de exposición outdoor (O) o indoor (I) para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (horas/día)
 TF = Factor de transporte de polvo indoor (sin unidad)
 RF = Factor de retención pulmonar relevante a la inhalación de polvo en el sitio (sin unidad)
 EF = Frecuencia de exposición (días/año)
 ED_c = Duración de exposición para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (años)
 AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (horas, = ED x 365 días x 24 horas)

Tal y como las planillas presentadas en el Adjunto 1 señalan, mediante el uso de un BI específico al sitio de 99% en lugar de 0% y un PEF de 8.1E+09 m³/kg en vez de 2.9E+10 m³/kg, se calcularon valores sitio-específicos de inhalación de polvo para escenarios residencial, visitante ocasional y trabajador de **1,600, 500,000 and 6,200 mg/kg** respectivamente (alterados desde valores de Nivel 1 de 160,000, 820,000 y 620,000 mg/kg).

7.2.4 Consumo de productos caseros

Para este punto del análisis, se considerará el potencial de contribución de los productos caseros (HGP) a la ingesta de As en niveles llevados al peor escenario posible, donde la proporción total

de la dieta sería 35% vegetales y frutas, 25% carnes avícolas y 200% huevos (Cross y Taylor 1996).

Utilizado las siguientes ecuaciones de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.3.5), los factores sitio-específicos asociados a la ingesta oral/dermal (BI_o) se consideran:

$$HIL_{\text{plantuptake}} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_o(100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{UF_V \times EF \times ED_C} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$UF_{VC} \text{ (kg / day)} = F_{HG} \times \left([CF_{\text{tuber}} \times C_{\text{tuber}}] + [CF_{\text{root}} \times C_{\text{root}}] + [CF_{\text{green}} \times C_{\text{green}}] + [CF_{\text{fruit}} \times C_{\text{fruit}}] \right) \quad \text{Ecuación 16}$$

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
- TRV_o = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingestas orales (as mg/kg/al día para contaminantes con umbral);
- BI_o = Ingestas background relevantes a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, que incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde es relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta background)
- UF_{VC} = Factor de absorción de plantas, calculadas para el consumo de productos cultivados en casa consumidos por niños pequeños (kg/día)
- CF_y = Factores de concentración en plantas relevantes para tipo de producción (y) (específico a cada compuesto/elemento químico) (mg/kg peso de productos frescos a mg/kg peso seco de suelo)
- C_y = Índice de consumo por cada tipo de alimento (y) (kg/día)
- F_{HG} = Fracción de todas las frutas y vegetales consumidas que son producidas en casa (sin unidad)
- EF = Frecuencia de exposición (días/año)
- ED_C = Duración de exposición para niños pequeños (años)
- BW_C = Peso corporal de un niño pequeño (kg)
- AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = ED x 365 días)

Para considerar el consumo de productos caseros de carne y huevos, fue introducido el término UF_{PM&E} (Factor de absorción para aves y huevos). Las ecuaciones 15a y 16a se entregan a continuación, con planillas de cálculo incluidas en el Adjunto 1:

$$HIL_{HGP} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_o(100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{(UF_V + UF_{PM\&E}) \times EF \times ED_C} \quad \text{Ecuación 15a}$$

$$UF_{PM\&E} = F_{HG} \times (C_{PM} \times UF_{VC}) + F_{HG} \times (C_E \times UF_{VC} \times BCF) \quad \text{Ecuación 16a}$$

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
- TRV_o = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingestas orales (as mg/kg/al día para contaminantes con umbral);
- BI_o = Ingestas *background* relevantes a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde es relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta *background*)
- UF_{VC} = Factor de absorción de plantas, calculadas para el consumo de productos caseros para niños pequeños (kg/día)
- UF_{PM&E} = Factor de absorción de aves y huevos calculadas para el consumo de productos caseros para niños pequeños (kg/día)
- C_{PM} = índice de consumo de carne avícola (kg/día)
- C_E = índice de consumo de huevos (kg/día)

F_{HG}	= Fracción de todas las frutas y vegetales consumidas que son producidas en casa (sin unidad)
EF	= Frecuencia de exposición (días/año)
ED_c	= Duración de exposición para niños pequeños (años)
BW_c	= Peso corporal de niño pequeño (kg)
AT_T	= Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = $ED \times 365$ días)
BCF	= Factor de bio-concentración para huevos (0.25%)

Tal como se indica en las planillas presentadas en el adjunto 2, usando una BI_o sitio-específica de 80% (en lugar de 50%) se calculan valores específicos al sitio HGP HIL A para consumo de 35% de vegetales y frutas, 25% de carne avícola y 200% de huevos como HGP de **160 mg/kg** (alterados desde valores de Nivel 1 de 1,300 mg/kg).

Los criterios sitio-específicos basados en parámetros de salud asociados al arsénico consideran todas las vías de ingesta.

Empleando la siguiente ecuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.2), los factores sitio-específicos asociados a la biodisponibilidad (BA_o) y la ingesta/absorción oral/dermal preexistente (BI_o and BI_i), junto al consumo de HGP, pueden considerarse para todas las vías de ingesta:

$$HIL(mg / kg) = \frac{1}{\left[\frac{1}{HIL_{ingestion}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dermal}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{HGP\ uptake}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dust}} \right]} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

$HIL_{ingestion}$	= Nivel de suelo asociada a la ingesta de suelo y polvo para niños pequeños, referencia Ecuación 3e
HIL_{dermal}	= Nivel de suelo asociada a absorción dermal de contaminantes en tierra / polvo para niños pequeños, referencia Ecuación 6
$HIL_{HGP\ uptake}$	= Nivel de suelo asociada a ingesta de contaminantes en HGP para niños pequeños, referencia Ecuaciones 15, 15a, 16 and 16a
HIL_{dust}	= Nivel de suelo asociada a inhalación de contaminantes en polvo para niños pequeños, referencia Ecuación 9

Para los tres usos de suelo considerados, el siguiente criterio HIL específico al sitio ha sido derivado para arsénico en suelo:

Futuros residentes en el sitio de los residuos: **80 mg/kg**;

Visitantes ocasionales al sitio (que tiene acceso público actualmente): **8,000 mg/kg**; and

Trabajadores actuales y futuros en el sitio: **1,000 mg/kg**.

7.3 Resumen del modelo de plomo sanguíneo

El modelo de plomo sanguíneo ha considerado los peores escenarios posibles para sus valores de entrada, incluyendo exposiciones background por vía aérea ($0.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$), suelo / polvo (900 mg/kg), agua ($15 \mu\text{g}/\text{L}$), HGP (35%) y polvo respirable ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Como puede verse en los resultados del modelo del Adjunto 1, 77% de la exposición a Pb para niños (y 86% para adultos) proviene de la ingesta de alimentos, mientras que para ingesta de suelo ésta alcanza un 18%.

Las concentraciones de Pb en el suelo que aseguren que los niveles sanguíneos de este elemento en poblaciones expuestas no excedan el nivel umbral de 10 µg/dL (determinado por ATSDR 2007b y basado en un percentil estimado de 95th), han sido calculadas como 89 mg/kg (redondeado a 90 mg/kg) para niños y 280 mg/kg para adultos.

8.0 Gestión de Riesgo

Dado que las concentraciones de As y Pb exceden los niveles umbrales listados en la Sección 7 y Tabla 7 precedentes, se determina que será necesario generar procedimientos de gestión de riesgo, los cuales serán resumidos a continuación.

8.1 Gestión activa: Remoción / limitación de vías de exposición

8.1.1 Escenario residencial futuro

El método más efectivo para asegurar la mitigación de la exposición a niveles aceptables es crear una barrera entre los posibles ocupantes del sitio y los residuos minerales impactados por la presencia de As y Pb. Las alternativas más probables incluyen la aplicación de una capa de suelo sobre el terreno o la colocación de un cercado, ambas medidas destinadas a eliminar el potencial acceso de los receptores a los residuos. Estas medidas necesitarían ser implementadas en conjunción con controles de erosión y transporte de sedimentos, en particular para las quebradas.

Al comparar los parámetros derivados en la Sección 7 (Tabla 7) con las concentraciones de As y Pb resumidas en las Tablas 3 y 4 respectivamente, puede observarse que solo As y Pb exceden el criterio residencial. De esta manera, se requiere gestión activa de carácter obligatorio únicamente en el caso de que ocurra un desarrollo residencial en las cercanías o en el mismo Altos de Copaquilla.

8.1.2 Actuales y futuros trabajadores y visitantes

No obstante lo anteriormente expuesto, se recomienda que todos los trabajadores y visitantes al sitio (distintos a los visitantes ocasionales definidos en este reporte) se adhieran a los requerimientos obligatorios para la eliminación de vías de exposición. En particular en vista a los riesgos agudos dado la falta de señalética y cercado del sitio.

Estos requisitos obligatorios incluyen (pero no se limitan a):

- Medidas pasivas incluido el uso de elementos de protección personal (PPE, EPP) y estándares de higiene – descritos en Sección 8.2;
- Prevención de generación de polvo por obras en terreno (como por ejemplo humedecer las superficies y cubrir los acopios o depósitos);
- Levantamiento de cercado circundante en las áreas de residuos minerales para evitar el acceso público a ellos;
- Relocalizar el camino existente de manera que circunvale el área de acopio de residuos;
- Consolidar el área de acopio de residuos minerales para reducir su huella ambiental y prevenir movimiento posible de material contaminado a través de las quebradas (en

particular si las condiciones ambientales empeorasen por ejemplo debido a eventos climáticos / sísmicos inesperados);

- Instalación de señalética advirtiendo sobre los riesgos potenciales a la exposición directa a los residuos;
- Capacitar y/o entrenar a la gente sobre los riesgos potenciales y sobre cómo mitigarlos de manera efectiva; y
- Asegurarse de que se lleve a cabo validación de las áreas afectadas después de su remediación.

8.2 Gestión pasiva

Se recomiendan adicionalmente medidas de gestión pasiva (para trabajadores y visitantes) para la exposición ocupacional en el lugar de acopio de los residuos. Éstas se resumen a continuación.

8.2.1 Elementos de protección personal (PPE)

Los trabajadores de Altos de Copaquilla representan el receptor potencial primario en mayor riesgo. Esto porque su tiempo de exposición en contacto con los residuos minerales (ET, hasta 10 horas al día) y su frecuencia de exposición (EF, de 5 días por semana, por 48 semanas al año durante hasta 35 años) los ubica como el único grupo (visitantes o comunidades aledañas) que se espera presente tales niveles de exposición a los residuos minerales.

Se recomienda entonces que sean requeridos de manera obligatoria los siguientes EPP para todo el personal que ingrese al sitio de acopio de residuos:

- Uso de guantes desechables de nitrilo a prueba de agua. Su uso se exigirá en lugar de guantes convencionales, o en adición a los mismos para minimizar/eliminar el contacto dermal.;
- Uso de mascarillas anti polvo de válvula P2 para minimizar o eliminar la inhalación de polvo; y
- Uso de agua para supresión de polvo en zonas donde ocurran perturbaciones en los residuos minerales, de manera que se logre minimizar o eliminar la inhalación de polvo.

8.2.2 Higiene Personal

Dado que la vía de exposición más sensible para los potenciales ocupantes del sitio es la ingestión incidental, la higiene personal es muy importante para la minimización de oportunidades de exposición. El mecanismo primario de ingestión incidental es el pasar guantes sucios (con tierra contaminada) por el rostro, o la generación de polvo. Es por esto de las recomendaciones anteriores de uso de guantes desechables y mascarillas antipolvo al momento de manipular tierra contaminada o al trabajar en las cercanías del acopio de residuos.

Otras consideraciones importantes en cuanto al higiene personal son:

- El lavado de manos y rostro antes de ingerir alimentos, incluso si se usó guantes; y
- El lavado de ropa contaminada de manera regular y constante.

9.0 Análisis de sensibilidad e incertidumbre

La evaluación de este riesgo ha sido realizada usando metodologías reconocidas internacionalmente. A pesar de esto, siempre existen limitaciones e incertidumbre asociadas a las conclusiones que se hacen de una evaluación de riesgo, las cuales son discutidas más adelante.

El programa de toma de muestras y análisis es considerado como apropiado para los escenarios planteados, los que incluyen un rango de posibles usos de suelo (inclusive un uso poco esperable y muy conservador como es el uso residencial de la zona de residuos. La densidad de las muestras también fue apropiada considerando la homogeneidad de los residuos y la consistencia de los datos con estudios anteriores. Se reconoce también que un programa analítico extensivo se llevó a cabo.

La evaluación de exposición ha utilizado varios supuestos estándar en cuanto al peso corporal, tiempo de exposición, expectativa de vida e índices de ingestión de suelo, y ha estimado otros factores como dieta alimenticia, índices de absorción estomacal y sanguínea (biodisponibilidad y bioaccesibilidad). No obstante estas estimaciones y suposiciones, todas las etapas de la evaluación de riesgo han tomado el enfoque más conservador posible. La elección de esta metodología ha dado como resultado en un análisis basado en las peores situaciones posibles, de manera de minimizar las incertidumbres relacionadas a la evaluación de la exposición.

Las evaluaciones toxicológicas se han basado en la información científica disponible. Sin perjuicio de esto, se han elegido los datos más conservadores. Un ejemplo de esto es el uso de AsIII TDIs y el uso del modelo sanguíneo de Pb.

10.0 Limitaciones

Este informe escrito ha sido elaborado por Environmental Earth Sciences QLD ABN 41-109-442-284, en respuesta y sujeto a las siguientes limitaciones:

1. Las instrucciones específicas recibidas de Altoya;
2. El ámbito específico de los trabajos realizados en PO717080 V2;
3. No podrá ser objeto de fuente para cualquier actor terciario no mencionado en el presente reporte para ningún propósito sin el consentimiento previo y por escrito de Environmental Earth Sciences QLD (cuyo consentimiento puedo o no ser entregado a su mera disposición por Environmental Earth Sciences QLD);
4. Este informe contiene el informe formal, secciones de documentación, tablas, cifras, cálculos y apéndices referidos al índice no podrán ser entregados a terceros o copiados parcialmente sin que incluya todo el material incluido en este reporte por razón alguna.
5. El presente reporte se refiere con exclusividad a sitios que son de propiedad o controlados por Altoya;
6. El reporte se refiere al sitio en la fecha indicada en el momento de elaboración del mismo, ya que las condiciones del lugar pueden variar por procesos naturales o actividades sobre él.
7. El reporte no constituye uno geotécnico o de planificación apto para planificar o configurar zonas; y

8. Nuestras limitaciones generales se presentan en el reverso del cuerpo de este documento.

Para consultas, favor contactarnos al número 3852 6666.

En nombre de
Environmental Earth Sciences QLD

Autor del Documento | Director Técnico

Mark Stuckey
Científico Principal de Suelos, Hidrogeólogo & Asesor de
Riesgos

Revisor Interno

Dr Anna Sheldon
Científico de Suelos Senior
717040 v2

11.0 Referencias

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2016) *Addendum to the toxicological profile for arsenic*. February 2016.
- ATSDR (2007a) *Toxicological profile for arsenic*. August 2007.
- ATSDR (2007b) *Toxicological profile for lead*. August 2007.
- Chilean Ministerio de Medio Ambiente (2013) *Guía metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes*. Santiago, Chile.
- Cross, S J and Taylor, E R (1996) *Human exposure for soil contaminants through the consumption of home-grown produce*. South Australian Health Commission.
- Dudka, S and Miller, W P (1999) *Permissible concentrations of arsenic and lead in soils based on risk assessment*. *Water, Air, and Soil Pollution* 113: 127-132.
- enHealth (2012a) *Environmental Health Risk Assessment – Guidelines for Assessing Human Health Risks from Environmental Hazards*. Department of Health and Ageing and enHealth Council (enHealth), Canberra.
- enHealth (2012b) *Australian Exposure Factor Guide*. enHealth Council, Canberra.
- Health Canada (2010) *Federal contaminated site risk assessment in Canada*. September 2010.
- Environmental Earth Sciences (2014) *Human health and environment risk assessment (HERA) at 50 Fraser Street, Diamond Creek, Victoria*. Version 3, May 2014.
- Juhasz, A, Smith, E and Naidu, R (2003) *Estimation of human availability of arsenic in contaminated soils*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- Langley, A J (1991) *Response levels for arsenic*. The Health Risk Assessment and Management of Contaminated Sites. South Australian Health Commission, 1991.
- Loney, C B, Richardson, G M, Leece, B D, Wilson, R M and Klee, U (2007) *Comparison of contaminated site human health risk assessment approaches in Canada: application of provincial methods to a hypothetical site*. *Human and Ecological Risk Assessment* 13, 1228-1254.
- National Environment Protection Council (NEPC) (2013) *National Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Amendment Measure 2013 (No.1) (NEPAM, 2013)*.
- National Health and Medical Research Council (NHMRC)/ Natural Resource Management Ministerial Council (NRMCC) (2011) *Australian drinking water guidelines*. National Water Quality Management Strategy. Section 6.3.3.
- NHMRC/ NRMCC (2008) *Guidelines for managing risks in recreational water*. Australian Government, February 2008.
- Ng, J, Noller, B, Bruce, S and Moore, M R (2003) *Bioavailability of metals and arsenic at contaminated sites from cattle dips, mined land and naturally occurring mineralization origins*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- United Kingdom Environment Agency (UK EA) (2009a) *Supplementary information for the derivation of SGV for arsenic*. May 2009.

UK EA (2009b) *Soil Guideline Values for arsenic in soil*. Science report SC050021/ Final SR3.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) (2017a) *Integrated risk information system (IRIS) – Chemical assessment summary for inorganic arsenic*. Nation Centre for Environmental Assessment.

USEPA (2017b) *IRIS – Chemical assessment summary for lead and compounds (inorganic)*. Nation Centre for Environmental Assessment.

USEPA (2007) *Framework for metals risk assessment*. March 2007.

USEPA (2004) *Risk assessment guidance for superfund*. Final, July 2004.

USEPA (1994) *Synthetic precipitation leaching procedure method 1312*. September 1994.

ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES GENERAL LIMITATIONS * **SIN** **TRADUCIR INTENCIONALMENTE***

Scope of services

The work presented in this report is Environmental Earth Sciences response to the specific scope of works requested by, planned with and approved by the client. It cannot be relied on by any other third party for any purpose except with our prior written consent. Client may distribute this report to other parties and in doing so warrants that the report is suitable for the purpose it was intended for. However, any party wishing to rely on this report should contact us to determine the suitability of this report for their specific purpose.

Data should not be separated from the report

A report is provided inclusive of all documentation sections, limitations, tables, figures and appendices and should not be provided or copied in part without all supporting documentation for any reason, because misinterpretation may occur.

Subsurface conditions change

Understanding an environmental study will reduce exposure to the risk of the presence of contaminated soil and or groundwater. However, contaminants may be present in areas that were not investigated, or may migrate to other areas. Analysis cannot cover every type of contaminant that could possibly be present. When combined with field observations, field measurements and professional judgement, this approach increases the probability of identifying contaminated soil and or groundwater. Under no circumstances can it be considered that these findings represent the actual condition of the site at all points.

Environmental studies identify actual sub-surface conditions only at those points where samples are taken, when they are taken. Actual conditions between sampling locations differ from those inferred because no professional, no matter how qualified, and no sub-surface exploration program, no matter how comprehensive, can reveal what is hidden below the ground surface. The actual interface between materials may be far more gradual or abrupt than an assessment indicates. Actual conditions in areas not sampled may differ from that predicted. Nothing can be done to prevent the unanticipated. However, steps can be taken to help minimize the impact. For this reason, site owners should retain our services.

Problems with interpretation by others

Advice and interpretation is provided on the basis that subsequent work will be undertaken by Environmental Earth Sciences NSW. This will identify variances, maintain consistency in how data is interpreted, conduct additional tests that may be necessary and recommend solutions to problems encountered on site. Other parties may misinterpret our work and we cannot be responsible for how the information in this report is used. If further data is collected or comes to light we reserve the right to alter their conclusions.

Obtain regulatory approval

The investigation and remediation of contaminated sites is a field in which legislation and interpretation of legislation is changing rapidly. Our interpretation of the investigation findings should not be taken to be that of any other party. When approval from a statutory authority is required for a project, that approval should be directly sought by the client.

Limit of liability

This study has been carried out to a particular scope of works at a specified site and should not be used for any other purpose. This report is provided on the condition that Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability to any person or entity other than the client in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by any such person in reliance, whether in whole or in part, on the contents of this report. Furthermore, Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by the client, or any such person in reliance, whether in whole or any part of the contents of this report of all matters not stated in the brief outlined in Environmental Earth Sciences NSW's proposal number and according to Environmental Earth Sciences general terms and conditions and special terms and conditions for contaminated sites.

To the maximum extent permitted by law, we exclude all liability of whatever nature, whether in contract, tort or otherwise, for the acts, omissions or default, whether negligent or otherwise for any loss or damage whatsoever that may arise in any way in connection with the supply of services. Under circumstances where liability cannot be excluded, such liability is limited to the value of the purchased service.

**ADJUNTO 1 - PLANILLAS DE
CARACTERIZACION DE RIESGO
*INCLUIDO EN INFORME ORIGINAL EN
INGLES***



14 November 2017

Altoya Ltda

La Concepcion 65
Providencia Santiago Chile

Attention: **Eduardo Altamirano**
General Manager

Dear Eduardo,

Re: Human Health Risk Assessment of mine spoil and heap leach piles, Altos de Copaquilla, northern Chile

Executive Summary

An assessment of various current and potential exposure scenarios has been undertaken relating to possible impacts to human health from metals and metalloids including arsenic (As), lead (Pb), copper (Cu) and zinc (Zn), as well as cyanide (CN) in mine spoil stockpiled at Altos de Copaquilla. As a result of this study, site-specific criteria have been developed for each potentially exposed receptor population and scenario, and these thresholds are summarised in Table 1. The potential effects on human health should these thresholds be surpassed are also discussed within this report.

ALLOWABLE SOIL CONCENTRATIONS

Chemical	Potential Receptor – Chronic Exposure			Acute Exposure Short-term
	Residential	Worker	Visitor	
Units	mg/kg			
As	80	1,000	8,000	75*/ 750
Pb	90	1,600	7,100	50*/ 500
Cu	6,000	120,000	510,000	NC
Zn	7,400	200,000	900,000	NC
Free CN	200	1,300	7,400	750*/ 7,500

Note(s): NC Not of Concern; * pica behaviour

Based on the findings of the assessment, management of mine spoil will be required into the future in order to protect the health of current and possible future users of the site. Recommended management options are discussed in this report.

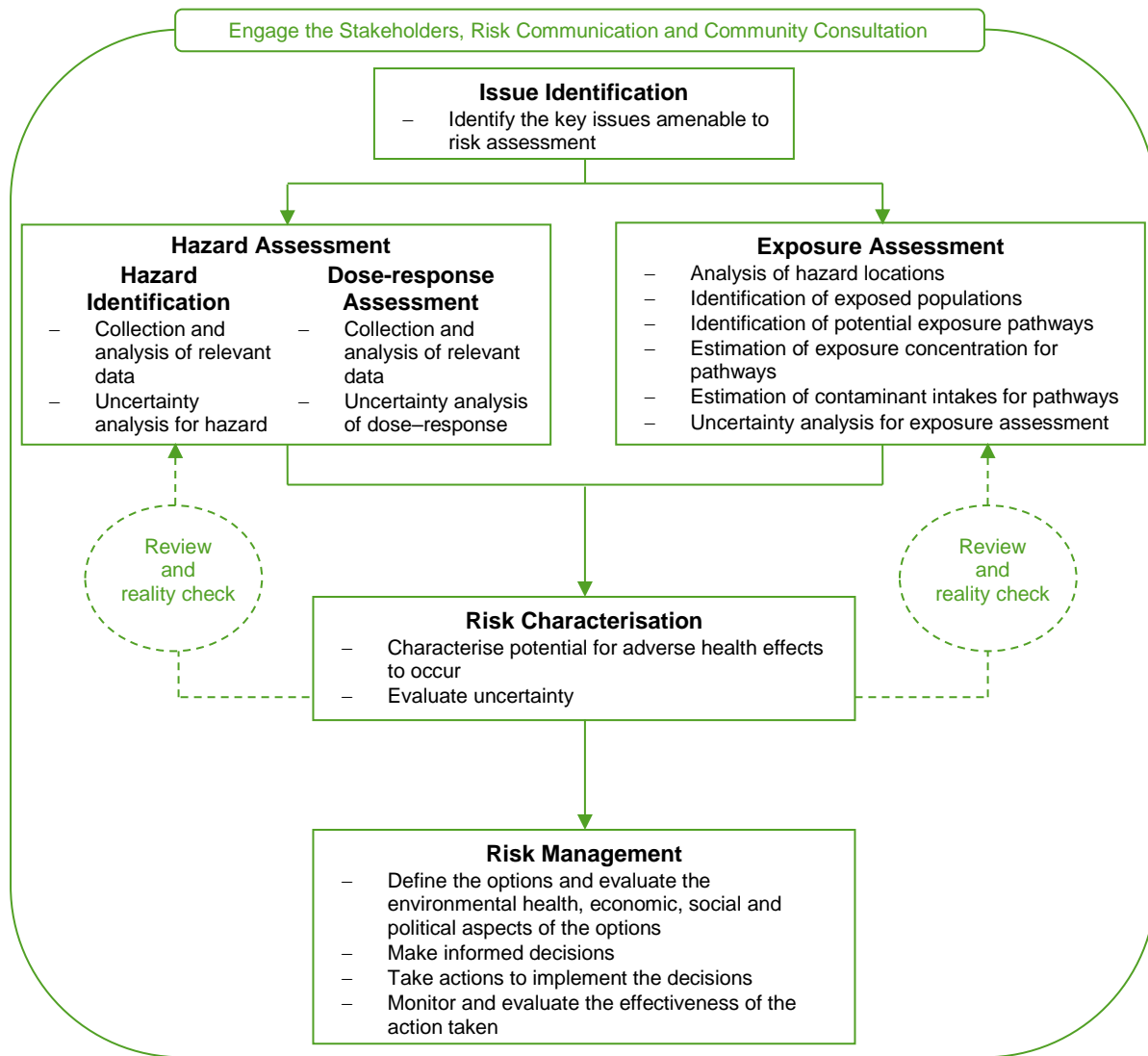


1.0 Introduction and Approach

Environmental Earth Sciences was requested by Altoya Ltda (Altoya) to undertake a Human Health Risk Assessment (HHRA) to inform risk scenarios associated with potential direct exposure to the abandoned mine spoil at Altos de Copaquilla (the site). This was performed via a process recommended by the Chilean Ministerio de Medio Ambiente (2013), United States Environmental Protection Agency (USEPA), the Australian enHealth Council (enHealth 2012a) and the Australian National Environment Protection Council (NEPC 2013), considering in particular, potential pathways to exposure of these chemicals to on-site and surrounding human receptors (after enHealth, 2012b).

The generic exposure scenarios and information on chemical toxicity of arsenic and lead (in particular) have been used to characterise the risk and provide threshold concentrations for safe levels of exposure to potential receptors (residents, site workers, and surrounding properties) on the mine and nearby villages.

A summary of the HHRA process is provided as Diagram 1 below.



enHealth

Diagram 1: Human Health Risk Assessment Process

2.0 Background, Issue Identification and Conceptual Site Model (CSM) development

The waste material from the heap leach piles contains elevated metals and metalloids including Pb and As in particular (but also Cu and Zn), and has reportedly been generated on-site by a heap leach process. The ore is understood to have been sourced from the PROMEL gold and silver mining operation at Choquelimpie Hill, Putre, northern Chile. Hence, the waste material includes abandoned spent mine processing spoil and heap leach piles.

The site area is reported to be around 16 hectares in area. The nearest existing potential human receptors include two small agricultural communities located over 2 km to the east and west of the mine waste site. Four drainage lines/ gullies drain the site, with run-off from major rain events (average annual rainfall is very low at 150 mm, falling predominantly in January and February) discharging to the Seco River, which runs north to south adjacent to the agricultural

communities. Hence, run-off is not expected to occur, or reach the river, every year. It is also expected that some natural mineralisation occurs in the area.

Based on the scenario at and surrounding the site, the major issues to be addressed via quantification of chronic (i.e. lifetime) risks are potential exposures to affected populations, including:

occasional visitors (recreational exposure for adults and children);

the site is not fenced and a public road passes through it, hence there is no mechanism to prevent visitor exposure;

workers on the site (industrial exposure for adults);

potential works include roadworks and clean-up/ management of the spoil material;

possible future residents (residential exposure for adults and children);

considered unlikely but is the most sensitive potential future scenario; and

existing residents of the nearby communities (residential exposure for adults and children via airborne and colluvial migration);

a source to receptor pathway linkage has not been identified for this scenario.

Potential acute health effects due to short-term high levels of exposure have also been considered and are reported and discussed further below.

3.0 Assessment guidelines

Guideline documents for Tier 1 assessment of metal concentrations in soil have been sourced from Health Canada (2010), with a summary of these criteria provided in Table 2 below. A full list of references used as part of this study has been provided in Section 11.

SOIL AND SEDIMENT TIER 1 CRITERIA – CANADIAN GUIDELINES

Land use/ Element	Units	As	Cd	Zn	Cu	Cr	Pb	CN
Canadian Agricultural Soil	mg/kg	12	1.4	200	63	64	70	0.9
Canadian Residential Soil	mg/kg	12	10	200	63	64	140	-
Canadian Industrial Soil	mg/kg	12	22	360	91	87	600	8
Sediment	mg/kg	5.9	-	123	19	-	30	-

4.0 Hazard/ Toxicity Assessment

4.1 Chronic exposure

4.1.1 Arsenic

A toxicity reference value (TRV) has been determined for As in consideration of both its threshold (non-carcinogenic) and non-threshold (carcinogenic) profile. Arsenic has been identified as having both threshold (hyperpigmentation, keratosis and possible vascular complications, after IRIS 2017a) and non-threshold (lung, liver, kidney and bladder cancers, after IRIS 2017a) risks to humans. As a result, a TRV of 0.002 mg/kg-bw/day has been recommended by NEPC (2013) in Schedule B7, Appendix A1, Chapter 1.

4.1.2 Lead

Lead has been classified as a probable human carcinogen, with threshold health effects being multi-modal due to its potential to “potentially affect any system or organ in the body” (NEPC 2013, Schedule B7, Appendix A1, Chapter 8). As such, TRVs for Pb have generally been withdrawn in favour of use of the blood Pb model, due to the effects of Pb exposure often being related to blood Pb content (NEPC, 2013 and ATSDR 2007b).

4.2 Acute exposure

4.2.1 Arsenic

Although not part of the standard human health risk assessment process, risks for short-term acute effects from As exposure such as dermal (pigmentation, itching, desquamation, exanthema) and hepatic (mild hepatomegaly, impaired liver function, degenerative lesions) have also been considered.

ATSDR (2007a) calculates an As minimal risk level (MRL) for acute exposure as 0.005 mg/kg-bw/day, which for a 15 kg child is an allowable intake of 0.075 mg/day. Acute exposure to these levels from site soil and spoil, assuming ingestion of 100 mg soil/day would require As concentrations of 750 mg/kg or greater in soil and spoil.

However, USEPA (2011) advises that when assessing risks for children who may exhibit soil-pica behaviour “the recommended soil-pica ingestion rate is 1,000 mg/day. It should be noted, however, that this value may be more appropriate for acute exposures.” This amount of soil, should it be ingested, would limit the As allowable concentration at 75 mg/kg for acute effects in this case.

4.2.2 Lead

MRLs have not been calculated for Pb “because a clear threshold for some of the more sensitive effects on humans has not been identified” and MRLs would overlook the importance of blood Pb levels as a marker (ATSDR, 2007b Section 2.3). This has resulted in the allocation of a “blood level of concern” of 10 µg/dL, which for the site scenario has been determined to be achievable for soil/ dust Pb concentrations <90 mg/kg (for children), <280 mg/kg (for adults) and <6,000 mg/kg (for workers) (see Attachment 1).

However, using the same methodology as for As above and a Pb MRL of 0.0035 mg/kg-bw/day, which for a 15 kg child is an allowable intake of 0.05 mg/day, and would require Pb concentrations of 500 mg/kg or greater in soil and spoil and 50 mg/kg for pica behaviour.

4.2.3 Cyanide

ATSDR (2006) calculates CN MRL for acute exposure as 0.05 mg/kg-bw/day, which for a 15 kg child is an allowable intake of 0.75 mg/day. Acute exposure to these levels from site soil and spoil, assuming ingestion of 100 mg soil/day would require CN concentrations of 7,500 mg/kg or greater in soil and spoil and 750 mg/kg for pica behaviour.

5.0 Data evaluation

The data provided has been evaluated in order to assist in the development of Tier 2 site specific criteria and to quantify any risks to identified receptors. Receptor identification has been addressed as part of the exposure assessment in the following section of this report.

5.1 Statistical summary of total concentrations of metals in soil, sediment and mine spoil
Arsenic (As) and lead (Pb) data was assessed for soil at mine, community and background locations, and sediment at community and background locations. Data summaries are presented in Tables 3 and 4 for As and Pb respectively. For the mine data, this has been split into mine spoil (Ripios), soil beneath the spoil (Suelo Bajo Ripios) and dam sediment (Dique Oeste).

SUMMARY STATISTICS – ARSENIC

Area	Depth (cm)	Samples	Mean	Max	SD	CV	95% UCL
Mine locations							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	7.02	17.5	6.22	0.89	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	7.23	27.41	11.65	1.61	n
Ripios (spoil)	40	8	323	632	200	0.62	n
Dique Oeste (dam sediment)	40	1	68.4	68.4	n	n	n
Dique Oeste (dam sediment)	100	1	6.24	6.24	n	n	n
Background locations							
BSBR Alto	0-20	8	4.03	6	1.112	0.28	n
BSBR Alto	100	8	3.17	3.99	0.495	0.16	n
Background combined		24	4.7	11.4	2.22	0.47	5.6

SUMMARY STATISTICS – LEAD

Area	Depth (cm)	Samples	Mean	Max	SD	CV	95% UCL
Mine locations							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	29.13	101	41.7	1.43	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	6.77	11.06	2.54	0.38	n
Ripios (spoil)	40	8	875	1,526	297	0.34	n
Dique Oeste (dam sediment)	40	1	187	187	n	n	n
Dique Oeste (dam sediment)	100	1	6.79	6.79	n	n	n
Background Locations							
BSBR Alto	0-20	8	8.21	10.7	1.95	0.24	n
BSBR Alto	100	8	6.15	8.18	1.4	0.23	n

For As, only background locations comply with Tier 1 criteria for any land use (12 mg/kg), while for Pb all locations comply with all Tier 1 criteria other than mine spoil (fails all Tier 1 criteria), surface soil beneath the mine spoil (fails Tier 1 agricultural criteria only) and surface dam sediment (fails Tier 1 agricultural and residential criteria).

Table 5 presents a summary of metal concentrations in mine spoil, including Zn, Cu and CN in addition to As and Pb. Elevated levels above all Tier 1 criteria (other than Zn in an industrial scenario) are apparent. Based on the Tier 2 criteria presented in Table 1 above, as no detected level of Cu or Zn exceeds the most sensitive Tier 2 criteria, and CN levels statistically comply with Tier 2 criteria (i.e. mean is less than criteria, standard deviation is less than 50% of criteria, and the maximum value is <2.5 times the criteria, after NEPC 2013), these chemicals will not be considered further in this report.

SUMMARY STATISTICS – SPOIL

Area	Depth (cm)	Samples	Mean	Max	SD	CV	Sensitive Soil Criteria*
Ripios As	40	8	323	632	200	0.62	12/12/12
Ripios Zn	40	4	240.57	388.21	140.3	0.58	200/200/360
Ripios Cu	40	4	370.64	434.1	68.89	0.19	63/63/91
Ripios Pb	40	8	323	632	200	0.62	70/140/600
Cyanide	Surface	27	63	269	87	1.38	0.9/-/8

Note(s): units are mg/kg; * agricultural/residential/industrial Tier 1 criteria

5.2 Leachable concentrations in mine spoil

Four samples of mine spoil (Ripios N1-N4) underwent leach testing using the Synthetic Precipitation Leaching Procedure (SPLP) Method 1312 (USEPA, 1994). This includes a ratio of leaching fluid to solid of 20:1 or 5%. A summary of the leach results (and corresponding total concentrations) is provided in Table 6, along with calculations of the percent leachable of each sample for Pb and As.

The data summarised in Table 6 indicates that the leachability of As and in particular Pb is very low under the conditions of the SPLP test (diluted nitric and sulfuric acid mixtures with a pH between 4.2 and 5.0). In addition, it can be seen that the total concentrations determined are more elevated than those reported by prior analysis of these samples (summarised in Table 5), particularly for As. The reason for the latter could potentially lie on the different sample treatment technique (albeit being both analyses done at accredited laboratories).

LEACH TEST RESULTS AND CALCULATIONS – MINE SPOIL

Sample/ Parameter	As TC	As SPLP	As leachability	Pb TC	Pb SPLP	Pb leachability
Units	mg/kg	mg/L	%	mg/kg	mg/L	%
Ripios N1	441	0.234	1.06	615	0.0555	0.18
Ripios N2	473	0.277	1.17	758	0.0157	0.04
Ripios N3	632	0.022	0.07	1526	0.0446	0.06
Ripios N4	462	0.304	1.32	650	0.0005	0.002

Note(s): TC total concentration; SPLP leachable concentration; BF bioavailability factor

6.0 Exposure Assessment

Potential exposure scenarios for the various potential receptor populations identified have been quantified via a generic exposure assessment. This has been detailed below.

6.1 Identification of exposed populations

The identified populations that have been and are likely to be exposed to soil, spoil and sediment (as mentioned earlier in Section 2.0) are:

- occasional visitors (recreational exposure for adults and children);
- workers on the site (industrial exposure for adults); and
- possible future residents (residential exposure for adults and children).

Of the above potential receptors, workers are expected to have the greatest level of potential direct exposure to spoil as part of their daily activities. However, the frequency and duration of exposure is considered to be constrained to working hours and time spans, assumed as worst-case to be an Exposure Time (ET) of 10 hours/day, Exposure Frequency (EF) of 240 days/year

(48 weeks/year) and an Exposure Duration (ED) of 35 years (after Health Canada 2010, Part 1 Table 4). The use of an ED of 35 years makes the very conservative assumption that some personnel could work on the site for much of their working lives.

The most sensitive receptor will be the future resident, as this is a very much worst-case scenario. Occasional visitors and distant communities will have limited potential exposure durations and pathways, as discussed further below.

6.2 Identification of potential exposure pathways

For soil (and potentially spoil and sediment) exposures the potential pathways to human occupiers of the site and surrounds are:

dermal contact (absorption through skin);

incidental ingestion;

dust inhalation (both under current and potential future earthworks scenarios); and

consumption of produce grown on impacted soil.

As and Pb are not volatile and hence the vapour inhalation pathway does not require consideration.

For the soil ingestion pathway, due to the very low leachability levels reported in Section 5.2 and Table 6 above (1% or less), as well as the likely presence of oxidised forms of As in these dry oxidised soils, and with reference to literature values, the oral bioavailability (BAo) of As and Pb will be assumed as 30% and 90% respectively (note that for the Pb-blood model this value is 40%). The oxidised form of As (AsV) is reported to be up to 60-times less toxic than the reduced AsIII form (Juhász *et al.* 2003, Langley 1991, Ng *et al.* 2003).

For the dust inhalation pathway, due to the potential for significant generation of dust from the mine spoil stockpiles, very much worst-case scenarios of 99% of allowable exposures from background have been considered for the future residential and worker scenarios.

6.3 Background exposures

An important consideration in the quantification of risk due to potential increased exposure to As and Pb from mine spoil is background exposure to these chemicals that is independent of the mine spoil (i.e. in drinking water, air, fruit, vegetables, poultry, eggs and soil in particular). Natural mineralisation and associated elevated concentrations of these metals are known in the area (see data summaries in Tables 3 and 4 above).

For the above stated reasons, it has been determined that the allowance for background exposures to As and Pb for the residential scenario will be raised to 80% (i.e. potential future residents at the mine spoil site will be assumed to obtain 80% of their allowable daily As and Pb intake from 'background'). It should be noted that 'normal' background exposures to As and Pb are considered in the literature to be in the range of 20% to 50% of tolerable daily intakes (TDIs). Likewise, it will be assumed that all future potentially exposed populations receive 99% of their allowable As and Pb inhalation exposure from background (compared to literature values of 0% and 40% respectively).

7.0 Risk Characterisation

7.1 Calculation of allowable soil, spoil and sediment concentrations

The exposure assumptions discussed above have been detailed in Table 7 below, enabling calculation of soil health investigation level (HIL) criteria for different land-use and exposure scenarios.

It is also important to note that for the above and below criteria determinations, each value is a combination of the various exposure pathways being considered (as detailed in Section 6.2 above), which are incidental soil ingestion, consumption of home-grown produce (residential scenario only), dermal contact and dust inhalation.

See also Attachment 1 for As and Pb (also Cu, Zn and CN) risk characterisation outputs for each scenario.

7.1.1 Most sensitive potential receptors: future residential occupants at the site

This potential receptor population represents the future worst-case scenario of residential occupancy in the direct vicinity of the mine spoil. Using children as the most sensitive receptor (with a background exposure to As and Pb of 80% [oral/ dermal] and 99% [dust inhalation] of their TDIs), and assuming that home grown produce (HGP) including up to 35% fruit and vegetable consumption, poultry and eggs would be consumed from the site, an allowable As concentration of 80 mg/kg and an allowable Pb concentration of 90 mg/kg was determined.

7.1.2 Site workers

Using adults as the most sensitive receptor, an allowable As concentration of 1,000 mg/kg and an allowable Pb concentration of 1,600 mg/kg was determined for this scenario.

7.1.3 Visitors

Using children as the most sensitive receptor and an exposure frequency of 12 days/year for one hour, an allowable As concentration of 8,000 mg/kg and an allowable Pb concentration of 7,100 mg/kg was determined for this scenario. Please note that, as detailed in Section 4.2 above, it has been estimated that potential short-term (acute) effects should not be seen at soil As concentrations less than 750 mg/kg.

CALCULATION OF SOIL HEALTH INVESTIGATION LEVEL (HIL) CRITERIA

Chemical	TDI	BW	IR	BA _o	Background Intake (BI)	Proposed Criteria		
						Residential	Worker	Visitor
Units	µg/kg-bw/day	kg	mg/day	%	% of TDI	mg/kg		
As	0.002	15/ 70*	100/ 100*	30	80/ 99 [^]	80	1,000	8,000
Pb	0.0035	15/ 70*	100/ 100*	90	80/ 99 [^]	90	1,600	7,100

Note(s): *children (residential)/ adults (industrial) using Health Canada assumptions
[^]oral and dermal, and dust inhalation
 TDI tolerable daily intake; BW body weight; IR soil ingestion rate; BA_o oral bioavailability

7.2 Summary of risk characterisation by pathway for arsenic

7.2.1 Soil ingestion

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.1), site specific factors associated with oral bioavailability (BA_o) and background oral/ dermal intake (BI_o) can be considered:

$$HIL_{\text{ingestion}} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_o(100\% - BI_o)) \times BW_c \times AT_T}{IR_{SC} \times BA_o \times CF \times EF \times ED_c} \quad \text{Equation 3}$$

where:

HIL	= Health investigation level as defined by NEPC (2013)
TRV _o	= toxicity reference value relevant for the quantification of oral intakes, (as mg/kg/day for threshold contaminants)
BI _o	= background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (as % of the TRV _o)
IR _{SC}	= ingestion rate of soil/dust by young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (mg/day)
BA _o	= oral bioavailability (unitless, expressed as a fraction of 1)
CF	= conversion factor of 1×10^{-6} to convert mg to kg
EF	= exposure frequency (days/year)
ED _c	= exposure duration for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (years)
BW _c	= body weight of young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (kg)
AT _T	= averaging time for threshold contaminants (days, = ED × 365 days)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site specific BA_o of 30% (rather than 100%) and BI_o of 80% (rather than 50%), a site-specific soil ingestion HIL A of **200 mg/kg** is calculated (altered from a Tier 1 value of 150 mg/kg). In addition, a site-specific soil ingestion HIL for occasional visitors of **12,000 mg/kg** is calculated (altered from a Tier 1 open space value of 300 mg/kg) and a value for workers of **2,800 mg/kg** (altered from a Tier 1 value of 4,300 mg/kg, by assuming the Canadian scenario of a IR for adults of 100 mg/day rather than 50 mg/day).

7.2.2 Dermal contact

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.2), site specific factors associated with background oral/ dermal intake (BI_o) can be considered:

$$HIL_{\text{dermal}} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_D(100\% - BI_o)) \times BW_c \times AT_T}{SA_c \times AF \times DAF \times CF \times EF \times ED_c} \quad \text{Equation 6}$$

where:

HIL	= Health investigation level as defined by NEPC (2013)
TRV _D	= toxicity reference value relevant for the quantification of dermal intakes, (as mg/kg/day for threshold contaminants)
BI _o	= background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
SA _c	= exposed skin surface area for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (cm ²)
AF	= soil-to-skin adherence factor (mg/cm ² /day)
DAF	= dermal absorption factor, (chemical-specific) (unitless)
CF	= conversion factor of 1×10^{-6} to convert mg to kg
EF	= exposure frequency (days/year)
ED _c	= exposure duration for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (years)
BW _c	= body weight of young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (kg)

AT_T = averaging time for threshold contaminants (days, = ED x 365 days)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site-specific BI_o of 80% (rather than 50%), a site specific dermal contact future residential, occasional visitor and worker values of **890, 27,000 and 4,500 mg/kg** respectively are calculated (altered from Tier 1 values of 2,200, 2,200 and 11,000 mg/kg).

7.2.3 Dust inhalation

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.3), site-specific factors associated with background inhalation intakes (BI_i) and particle emission factors (PEF) can be considered:

$$HIL_{dust} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_i(100\% - BI_i)) \times AT_T}{\left[\frac{1}{PEF_o} \times ET_{co} \right] + \left[\frac{1}{PEF_i} \times TF \times ET_{ci} \right]} \times RF \times EF \times ED_C \quad \text{Equation 9}$$

where:

- HIL = Health investigation level as defined by NEPC (2013)
- TRV_i = toxicity reference value relevant for the quantification of inhalation intakes, (as mg/m³)
- BI_i = background intakes relevant to inhalation exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
- $PEF_{i,o}$ = particulate emission factor (or dust loading) for outdoor (O) or indoor (I) air (m³/kg)
- $ET_{ci,co}$ = exposure time outdoors (O) or indoors (I) for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (hours/day)
- TF = indoor dust transport factor (unitless)
- RF = lung retention factor relevant for the inhalation of dust from site (unitless)
- EF = exposure frequency (days/year)
- ED_C = exposure duration for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (years)
- AT_T = averaging time for threshold contaminants (hours, = ED x 365 days x 24 hours)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site-specific BI_i of 99% rather than 0% and a PEF of 8.1E+09 m³/kg rather than 2.9E+10 m³/kg, site-specific dust inhalation future residential, occasional visitor and worker values of **1,600, 500,000 and 6,200 mg/kg** respectively are calculated (altered from Tier 1 values of 160,000, 820,000 and 620,000 mg/kg).

7.2.4 Home grown produce consumption

The potential contribution of home grown produce (HGP) to dietary As intake at a level taken as a 'worst-case' proportion of total diet of 35% vegetable and fruit intake, 25% poultry meat and 200% eggs (Cross and Taylor 1996) was considered.

Using the following equations from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.5), site specific factors associated with background oral/ dermal intake (BI_o) can be considered:

$$HIL_{plantuptake} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_o(100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{UF_V \times EF \times ED_C} \quad \text{Equation 15}$$

$$UF_{VC} \text{ (kg / day)} = F_{HG} \times ([CF_{tuber} \times C_{tuber}] + [CF_{root} \times C_{root}] + [CF_{green} \times C_{green}] + [CF_{fruit} \times C_{fruit}]) \quad \text{Equation 16}$$

where:

- TRV_o = toxicity reference value relevant for the quantification of oral intakes, (as mg/kg/day for threshold contaminants);
- Bl_o = background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
- UF_{VC} = plant uptake factor calculated for the consumption of home-grown produce by young children (kg/day)
- CF_y = plant concentration factors relevant for produce type (y), (chemical-specific) (mg/kg fresh weight produce to mg/kg dry weight soil)
- C_y = consumption rate of each produce type (y) (kg/day)
- F_{HG} = fraction of all fruit and vegetable produce consumed that is home-grown (unitless)
- EF = exposure frequency (days/year)
- ED_C = exposure duration for young children (years)
- BW_C = body weight of young child (kg)
- AT_T = averaging time for threshold contaminants (days, = ED x 365 days)

To consider home grown consumption of poultry meat and eggs, the term UF_{PM&E} (uptake factor for poultry meat and eggs) was introduced. Equations 15a and 16a have been provided below, with calculation spreadsheets included in Attachment 1:

$$HIL_{HGP} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_o (100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{(UF_V + UF_{PM\&E}) \times EF \times ED_C} \quad \text{Equation 15a}$$

$$UF_{PM\&E} = F_{HG} \times (C_{PM} \times UF_{VC}) + F_{HG} \times (C_E \times UF_{VC} \times BCF) \quad \text{Equation 16a}$$

where:

- HIL = Health investigation level as defined by NEPC (2013)
- TRV_o = toxicity reference value relevant for the quantification of oral intakes, (as mg/kg/day for threshold contaminants);
- Bl_o = background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
- UF_{VC} = plant uptake factor calculated for the consumption of home-grown produce by young children (kg/day)
- UF_{PM&E} = poultry meat and egg uptake factor calculated for the consumption of home-grown produce by young children (kg/day)
- C_{PM} = consumption rate of poultry meat (kg/day)
- C_E = consumption rate of eggs (kg/day)
- F_{HG} = fraction of all fruit and vegetable produce consumed that is home-grown (unitless)
- EF = exposure frequency (days/year)
- ED_C = exposure duration for young children (years)
- BW_C = body weight of young child (kg)
- AT_T = averaging time for threshold contaminants (days, = ED x 365 days)
- BCF = bio-concentration factor for eggs (0.25%)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site-specific Bl_o of 80% (rather than 50%), a site specific HGP HIL A for consumption of 35% vegetables and fruit, 25%

poultry meat and 200% eggs as HGP of **160 mg/kg** is calculated (altered from a Tier 1 value of 1,300 mg/kg).

7.2.5 Site-specific health-based soil arsenic criteria considering all pathways

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.2), site specific factors associated with oral bioavailability (BA_o) and background oral/ dermal and dust intake (BI_o and BI_i), along with HGP consumption, can be considered for all pathways combined:

$$HIL(mg / kg) = \frac{1}{\left[\frac{1}{HIL_{ingestion}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dermal}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{HGP\ uptake}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dust}} \right]} \quad \text{Equation 2}$$

where:

$HIL_{ingestion}$	= derived soil guideline associated with the ingestion of soil and dust by young child, refer to Equation 3
HIL_{dermal}	= derived soil guideline associated with dermal absorption of contaminant in soil/dust by young child, refer to Equation 6
$HIL_{HGP\ uptake}$	= derived soil guideline associated with ingestion of contaminant in HGP by young child, refer to Equations 15, 15a, 16 and 16a
HIL_{dust}	= derived soil guideline associated with inhalation of contaminants in dust by young child, refer to Equation 9

For the three land-uses being considered, the following site-specific HIL criteria have been derived for arsenic in soil:

TABLE D0 Future residential at the mine spoil site: **80 mg/kg**;

TABLE D1 Occasional visitors to the publicly accessible site: **8,000 mg/kg**; and

TABLE D2 Current and future site workers: **1,000 mg/kg**.

7.3 Summary of blood lead model

The blood Pb model has considered a number of 'worst-case scenarios' for its input values, including background exposures via air ($0.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$), soil/ dust ($900 \text{ mg}/\text{kg}$), water ($15 \mu\text{g}/\text{L}$), HGP (35%) and respirable dust ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). As can be seen in the model output provided in Attachment 1, 77% of Pb exposure for children (and 86% for adults) comes from food ingestion and 18% from soil ingestion.

Concentrations of Pb in soil that will ensure blood Pb levels in exposed populations do not exceed the threshold level of $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ (after ATSDR 2007b and based on a 95th percentile estimate) have been calculated as $89 \text{ mg}/\text{kg}$ (rounded to $90 \text{ mg}/\text{kg}$) for children and $280 \text{ mg}/\text{kg}$ for adults.

8.0 Risk Management

As concentrations of As and Pb exceed the threshold concentrations listed in Section 7 and Table 7 above, risk management procedures will be necessary. These are summarised below.

8.1 Active management: removal/ limitation of exposure pathways

8.1.1 Future residential scenario

The most effective means of ensuring exposure to future residents on or near the mine spoil is mitigated to acceptable levels is to create a barrier between site occupiers and the As and Pb impacted mine spoil. This is most likely to be a capping layer over the spoil, or placing a fence between the spoil piles and residents to remove the opportunity for direct exposure. These measures would need to be implemented in conjunction with sediment and erosion controls, in particular along drainage lines.

When the derived criteria in Section 7 (Table 7) above are compared to the measured As and Pb concentrations summarised in Tables 3 and 4 respectively (Section 5.1 above) it can be seen that only As and Pb at the mine spoil location exceed residential criteria. Hence, only active management is required in the event that residential development occurs in the future in the vicinity of (or at) Altos de Copaquilla.

8.1.2 Current and future workers and visitors

Despite the above finding, it is however strongly recommended that all workers and visitors to the site (other than occasional visitors as defined in this report) adhere to mandatory requirements to remove exposure pathways. In particular due to the potential acute risks given the lack of signage and fencing at the site.

These mandatory requirements should include (but are not limited to):

passive measures including use of personal protective equipment (PPE) and hygiene standards – see Section 8.2 below;

the prevention of dust generation as a result of site works (for example, by wetting of worked surfaces and covering of stockpiles);

erection of fencing about the area of the spoil stockpiles to prevent public access;

move the existing road to circumnavigate the spoil stockpile area;

consolidate the spoil stockpile area to lower the environmental footprint and prevent potential movement of contaminated material through drainage lines (in particular should conditions worsen due to unexpected climatic/ seismic events);

erect signage warning people of the potential risks due to direct exposure to the spoil material;

undertake/ provide training to educate people on the potential risks and how these risks can be effectively mitigated; and

ensure appropriate validation of remediated areas is performed following clean-up.

8.2 Passive management

It is recommended that further passive management measures are adopted for occupational (worker and visitor) exposure at the mine spoil location. These are summarised below.

8.2.1 Personal Protective Equipment (PPE)

The primary potential receptor population at risk due to exposure under current scenarios are workers at Altos de Copaquilla (in addition to potential acute risks that were also determined).

The reason for this is a summation of exposure time (ET, up to 10 hours per day) in contact with site spoil, and exposure frequency (EF, of five days per week for 48 weeks/ year for up to 35 years). No other potential receptor population (e.g. site visitors or distant communities) is expected to have this level of potential exposure to mine spoil.

As a result of the above assessment it is recommended that the following simple PPE requirements be stipulated for all personnel entering the mine spoil site:

Use of water-proof disposable nitrile gloves (either instead of or in conjunction with other gloves) to minimise/ eliminate dermal contact;

Use of P2 dust masks to minimise/ eliminate dust inhalation; and

Use water for dust suppression where disturbances of spoil are occurring to minimise/ eliminate dust inhalation.

8.2.2 Personal hygiene

As the most sensitive exposure pathway to site users is via incidental ingestion, personal hygiene is an important consideration for minimisation of exposure opportunities. The primary mechanism of incidental ingestion is likely to be placement of dirty gloves (containing contaminated soil) on the face, or generation of dust. This is a reason for the above recommendations of disposable gloves and face masks being used when handling contaminated soil and working in the vicinity of the mine spoil.

The other major considerations for personal hygiene are:

ensuring hands and face are washed prior to eating, even if gloves are worn; and

ensuring that contaminated clothing is washed on regular basis.

9.0 Sensitivity and uncertainty assessment

This risk evaluation has been presented using best practice methodologies. Despite this, uncertainties and limitations to the conclusions made do exist, and are discussed below.

The sampling and analysis program for soil can be regarded as appropriate the scenario, with a range of possible and intended future land-uses (including the most sensitive possible future land-use of residential at the spoil location) being considered. The sampling density was appropriate considering the homogeneity of the soil and the consistency of the data with past studies, while an extensive analytical program was undertaken.

The exposure assessment has utilised many standard assumptions regarding body weight, period of exposure, life expectancy and soil ingestion rates, and has estimated other factors such as dietary intake, stomach and bloodstream absorption rates (bioavailability and bioaccessibility). Despite these unavoidable assumptions and estimations, at all stages of the risk evaluation the most conservative approach has been adopted. This has resulted in the assessments being based on very much 'worst-case' scenarios and as such have minimised the uncertainties relating to exposure assessment.

The toxicological assessment has been based on available scientific data, however once again, a conservative approach was taken to the adoption of toxicology data, for example the use of AsIII TDIs and the blood Pb model.

10.0 Limitations

This letter report has been prepared by Environmental Earth Sciences QLD ABN 41-109-442-284 in response to and subject to the following limitations:

9. The specific instructions received from Altoya;
10. The specific scope of works set out in PO717080 V2;
11. May not be relied upon by any third party not named in this report for any purpose except with the prior written consent of Environmental Earth Sciences QLD (which consent may or may not be given at the discretion of Environmental Earth Sciences QLD);
12. This report comprises the formal report, documentation sections, tables, figures and appendices as referred to in the index to this report and must not be released to any third party or copied in part without all the material included in this report for any reason;
13. The report only relates to sites that are managed and/ or controlled by Altoya;
14. The report relates to the site as at the date of the report as conditions may change thereafter due to natural processes and/or site activities;
15. This report is not a geotechnical or planning report suitable for planning or zoning purposes; and
16. Our General Limitations set out at the back of the body of this report.

Should you have any queries, please contact us on (+617) 3852 6666.

On behalf of
Environmental Earth Sciences QLD

Document Author | Technical Director

Mark Stuckey
Principal Soil Scientist, Hydrogeologist & Risk Assessor

Internal Reviewer

Dr Anna Sheldon
Senior Soil Scientist
717040 v3

11.0 References

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2016) *Addendum to the toxicological profile for arsenic*. February 2016.

ATSDR (2007a) *Toxicological profile for arsenic*. August 2007.

ATSDR (2007b) *Toxicological profile for lead*. August 2007.

ATSDR (2006) *Toxicological profile for cyanide*. July 2006.

- Ministerio de Medio Ambiente (2013) *Guía metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes*. Santiago, Chile.
- Cross, S J and Taylor, E R (1996) *Human exposure for soil contaminants through the consumption of home-grown produce*. South Australian Health Commission.
- Dudka, S and Miller, W P (1999) *Permissible concentrations of arsenic and lead in soils based on risk assessment*. Water, Air, and Soil Pollution 113: 127-132.
- enHealth (2012a) *Environmental Health Risk Assessment – Guidelines for Assessing Human Health Risks from Environmental Hazards*. Department of Health and Ageing and enHealth Council (enHealth), Canberra.
- enHealth (2012b) *Australian Exposure Factor Guide*. enHealth Council, Canberra.
- Health Canada (2010) *Federal contaminated site risk assessment in Canada*. September 2010.
- Environmental Earth Sciences (2014) *Human health and environment risk assessment (HERA) at 50 Fraser Street, Diamond Creek, Victoria*. Version 3, May 2014.
- Juhasz, A, Smith, E and Naidu, R (2003) *Estimation of human availability of arsenic in contaminated soils*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- Langley, A J (1991) *Response levels for arsenic*. The Health Risk Assessment and Management of Contaminated Sites. South Australian Health Commission, 1991.
- Loney, C B, Richardson, G M, Leece, B D, Wilson, R M and Klee, U (2007) *Comparison of contaminated site human health risk assessment approaches in Canada: application of provincial methods to a hypothetical site*. Human and Ecological Risk Assessment 13, 1228-1254.
- National Environment Protection Council (NEPC) (2013) *National Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Amendment Measure 2013 (No.1) (NEPAM, 2013)*.
- National Health and Medical Research Council (NHMRC)/ Natural Resource Management Ministerial Council (NRMCC) (2011) *Australian drinking water guidelines*. National Water Quality Management Strategy. Section 6.3.3.
- NHMRC/ NRMCC (2008) *Guidelines for managing risks in recreational water*. Australian Government, February 2008.
- Ng, J, Noller, B, Bruce, S and Moore, M R (2003) *Bioavailability of metals and arsenic at contaminated sites from cattle dips, mined land and naturally occurring mineralization origins*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- United Kingdom Environment Agency (UK EA) (2009a) *Supplementary information for the derivation of SGV for arsenic*. May 2009.
- UK EA (2009b) *Soil Guideline Values for arsenic in soil*. Science report SC050021/ Final SR3.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA) (2017a) *Integrated risk information system (IRIS) – Chemical assessment summary for inorganic arsenic*. Nation Centre for Environmental Assessment.
- USEPA (2017b) *IRIS – Chemical assessment summary for lead and compounds (inorganic)*. Nation Centre for Environmental Assessment.

USEPA (2011) *Exposure factors handbook: 2011 Edition*. September 2011.

USEPA (2007) *Framework for metals risk assessment*. March 2007.

USEPA (2004) *Risk assessment guidance for superfund*. Final, July 2004.

USEPA (1994) *Synthetic precipitation leaching procedure method 1312*. September 1994.

ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES GENERAL LIMITATIONS

Scope of services

The work presented in this report is Environmental Earth Sciences response to the specific scope of works requested by, planned with and approved by the client. It cannot be relied on by any other third party for any purpose except with our prior written consent. Client may distribute this report to other parties and in doing so warrants that the report is suitable for the purpose it was intended for. However, any party wishing to rely on this report should contact us to determine the suitability of this report for their specific purpose.

Data should not be separated from the report

A report is provided inclusive of all documentation sections, limitations, tables, figures and appendices and should not be provided or copied in part without all supporting documentation for any reason, because misinterpretation may occur.

Subsurface conditions change

Understanding an environmental study will reduce exposure to the risk of the presence of contaminated soil and or groundwater. However, contaminants may be present in areas that were not investigated, or may migrate to other areas. Analysis cannot cover every type of contaminant that could possibly be present. When combined with field observations, field measurements and professional judgement, this approach increases the probability of identifying contaminated soil and or groundwater. Under no circumstances can it be considered that these findings represent the actual condition of the site at all points.

Environmental studies identify actual sub-surface conditions only at those points where samples are taken, when they are taken. Actual conditions between sampling locations differ from those inferred because no professional, no matter how qualified, and no sub-surface exploration program, no matter how comprehensive, can reveal what is hidden below the ground surface. The actual interface between materials may be far more gradual or abrupt than an assessment indicates. Actual conditions in areas not sampled may differ from that predicted. Nothing can be done to prevent the unanticipated. However, steps can be taken to help minimize the impact. For this reason, site owners should retain our services.

Problems with interpretation by others

Advice and interpretation is provided on the basis that subsequent work will be undertaken by Environmental Earth Sciences NSW. This will identify variances, maintain consistency in how data is interpreted, conduct additional tests that may be necessary and recommend solutions to problems encountered on site. Other parties may misinterpret our work and we cannot be responsible for how the information in this report is used. If further data is collected or comes to light we reserve the right to alter their conclusions.

Obtain regulatory approval

The investigation and remediation of contaminated sites is a field in which legislation and interpretation of legislation is changing rapidly. Our interpretation of the investigation findings should not be taken to be that of any other party. When approval from a statutory authority is required for a project, that approval should be directly sought by the client.

Limit of liability

This study has been carried out to a particular scope of works at a specified site and should not be used for any other purpose. This report is provided on the condition that Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability to any person or entity other than the client in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by any such person in reliance, whether in whole or in part, on the contents of this report. Furthermore, Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by the client, or any such person in reliance, whether in whole or any part of the contents of this report of all matters not stated in the brief outlined in Environmental Earth Sciences NSW's proposal number and according to Environmental Earth Sciences general terms and conditions and special terms and conditions for contaminated sites.

To the maximum extent permitted by law, we exclude all liability of whatever nature, whether in contract, tort or otherwise, for the acts, omissions or default, whether negligent or otherwise for any loss or damage whatsoever that may arise in any way in connection with the supply of services. Under circumstances where liability cannot be excluded, such liability is limited to the value of the purchased service.



ATTACHMENT 1 RISK CHARACTERISATION SPREADSHEET OUTPUTS



14 November 2017

Altoya Ltda

La Concepcion 65
Providencia Santiago Chile

Attention: **Eduardo Altamirano**
General Manager

Dear Eduardo,

Re: Human Health Risk Assessment of mine spoil and heap leach piles, Altos de Copaquilla, northern Chile

Executive Summary

An assessment of various current and potential exposure scenarios has been undertaken relating to possible impacts to human health from metals and metalloids including arsenic (As), lead (Pb), copper (Cu) and zinc (Zn), as well as cyanide (CN) in mine spoil stockpiled at Altos de Copaquilla. As a result of this study, site-specific criteria have been developed for each potentially exposed receptor population and scenario, and these thresholds are summarised in Table 1. The potential effects on human health should these thresholds be surpassed are also discussed within this report.

TABLE 1 ALLOWABLE SOIL CONCENTRATIONS

Chemical	Potential Receptor – Chronic Exposure			Acute Exposure
	Residential	Worker	Visitor	Short-term
Units	mg/kg			
As	80	1,000	8,000	75*/ 750
Pb	90	1,600	7,100	50*/ 500
Cu	6,000	120,000	510,000	NC
Zn	7,400	200,000	900,000	NC
Free CN	200	1,300	7,400	750*/ 7,500

Note(s): NC Not of Concern; * pica behaviour

Based on the findings of the assessment, management of mine spoil will be required into the future in order to protect the health of current and possible future users of the site. Recommended management options are discussed in this report.

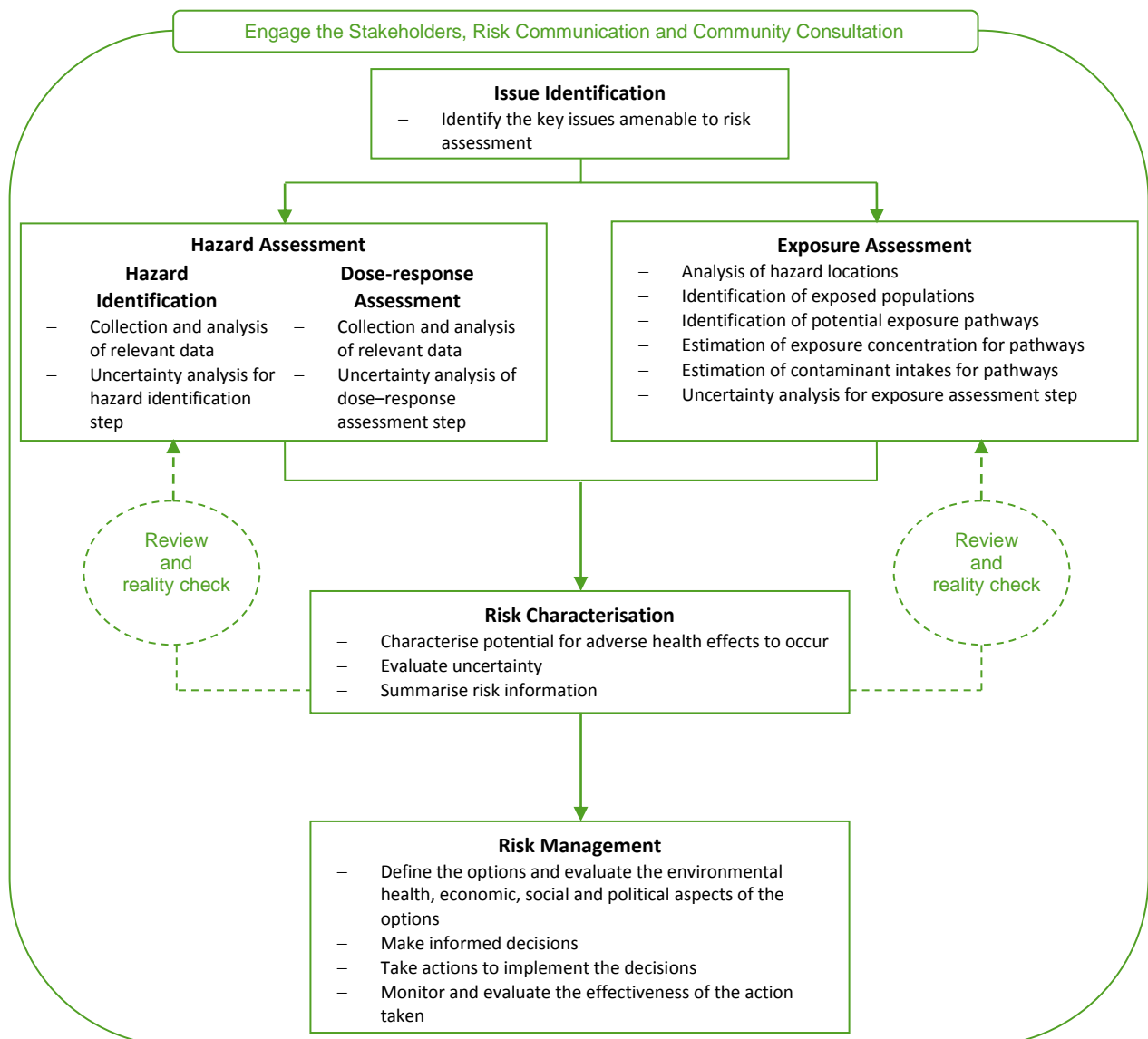


1.0 Introduction and Approach

Environmental Earth Sciences was requested by Altoya Ltda (Altoya) to undertake a Human Health Risk Assessment (HHRA) to inform risk scenarios associated with potential direct exposure to the abandoned mine spoil at Altos de Copaquilla (the site). This was performed via a process recommended by the Chilean Ministerio de Medio Ambiente (2013), United States Environmental Protection Agency (USEPA), the Australian enHealth Council (enHealth 2012a) and the Australian National Environment Protection Council (NEPC 2013), considering in particular, potential pathways to exposure of these chemicals to on-site and surrounding human receptors (after enHealth, 2012b).

The generic exposure scenarios and information on chemical toxicity of arsenic and lead (in particular) have been used to characterise the risk and provide threshold concentrations for safe levels of exposure to potential receptors (residents, site workers, and surrounding properties) on the mine and nearby villages.

A summary of the HHRA process is provided as Diagram 1 below.



enHealth (2012a)

Diagram 1: Human Health Risk Assessment Process



2.0 Background, Issue Identification and Conceptual Site Model (CSM) development

The waste material from the heap leach piles contains elevated metals and metalloids including Pb and As in particular (but also Cu and Zn), and has reportedly been generated on-site by a heap leach process. The ore is understood to have been sourced from the PROMEL gold and silver mining operation at Choquelimpie Hill, Putre, northern Chile. Hence, the waste material includes abandoned spent mine processing spoil and heap leach piles.

The site area is reported to be around 16 hectares in area. The nearest existing potential human receptors include two small agricultural communities located over 2 km to the east and west of the mine waste site. Four drainage lines/ gullies drain the site, with run-off from major rain events (average annual rainfall is very low at 150 mm, falling predominantly in January and February) discharging to the Seco River, which runs north to south adjacent to the agricultural communities. Hence, run-off is not expected to occur, or reach the river, every year. It is also expected that some natural mineralisation occurs in the area.

Based on the scenario at and surrounding the site, the major issues to be addressed via quantification of chronic (i.e. lifetime) risks are potential exposures to affected populations, including:

- occasional visitors (recreational exposure for adults and children);
 - the site is not fenced and a public road passes through it, hence there is no mechanism to prevent visitor exposure;
- workers on the site (industrial exposure for adults);
 - potential works include roadworks and clean-up/ management of the spoil material;
- possible future residents (residential exposure for adults and children);
 - considered unlikely but is the most sensitive potential future scenario; and
- existing residents of the nearby communities (residential exposure for adults and children via airborne and colluvial migration);
 - a source to receptor pathway linkage has not been identified for this scenario.

Potential acute health effects due to short-term high levels of exposure have also been considered and are reported and discussed further below.

3.0 Assessment guidelines

Guideline documents for Tier 1 assessment of metal concentrations in soil have been sourced from Health Canada (2010), with a summary of these criteria provided in Table 2 below. A full list of references used as part of this study has been provided in Section 11.



TABLE 2 SOIL AND SEDIMENT TIER 1 CRITERIA – CANADIAN GUIDELINES

Land use/ Element	Units	As	Cd	Zn	Cu	Cr	Pb	CN
Canadian Agricultural Soil	mg/kg	12	1.4	200	63	64	70	0.9
Canadian Residential Soil	mg/kg	12	10	200	63	64	140	-
Canadian Industrial Soil	mg/kg	12	22	360	91	87	600	8
Sediment	mg/kg	5.9	-	123	19	-	30	-

4.0 Hazard/ Toxicity Assessment

4.1 Chronic exposure

4.1.1 Arsenic

A toxicity reference value (TRV) has been determined for As in consideration of both its threshold (non-carcinogenic) and non-threshold (carcinogenic) profile. Arsenic has been identified as having both threshold (hyperpigmentation, keratosis and possible vascular complications, after IRIS 2017a) and non-threshold (lung, liver, kidney and bladder cancers, after IRIS 2017a) risks to humans. As a result, a TRV of 0.002 mg/kg-bw/day has been recommended by NEPC (2013) in Schedule B7, Appendix A1, Chapter 1.

4.1.2 Lead

Lead has been classified as a probable human carcinogen, with threshold health effects being multi-modal due to its potential to “potentially affect any system or organ in the body” (NEPC 2013, Schedule B7, Appendix A1, Chapter 8). As such, TRVs for Pb have generally been withdrawn in favour of use of the blood Pb model, due to the effects of Pb exposure often being related to blood Pb content (NEPC, 2013 and ATSDR 2007b).

4.2 Acute exposure

4.2.1 Arsenic

Although not part of the standard human health risk assessment process, risks for short-term acute effects from As exposure such as dermal (pigmentation, itching, desquamation, exanthema) and hepatic (mild hepatomegaly, impaired liver function, degenerative lesions) have also been considered.

ATSDR (2007a) calculates an As minimal risk level (MRL) for acute exposure as 0.005 mg/kg-bw/day, which for a 15 kg child is an allowable intake of 0.075 mg/day. Acute exposure to these levels from site soil and spoil, assuming ingestion of 100 mg soil/day would require As concentrations of 750 mg/kg or greater in soil and spoil.

However, USEPA (2011) advises that when assessing risks for children who may exhibit soil-pica behaviour “the recommended soil-pica ingestion rate is 1,000 mg/day. It should be noted, however, that this value may be more appropriate for acute exposures.” This amount of soil, should it be ingested, would limit the As allowable concentration at 75 mg/kg for acute effects in this case.



4.2.2 Lead

MRLs have not been calculated for Pb “because a clear threshold for some of the more sensitive effects on humans has not been identified” and MRLs would overlook the importance of blood Pb levels as a marker (ATSDR, 2007b Section 2.3). This has resulted in the allocation of a “blood level of concern” of 10 µg/dL, which for the site scenario has been determined to be achievable for soil/ dust Pb concentrations <90 mg/kg (for children), <280 mg/kg (for adults) and <6,000 mg/kg (for workers) (see Attachment 1).

However, using the same methodology as for As above and a Pb MRL of 0.0035 mg/kg-bw/day, which for a 15 kg child is an allowable intake of 0.05 mg/day, and would require Pb concentrations of 500 mg/kg or greater in soil and spoil and 50 mg/kg for pica behaviour.

4.2.3 Cyanide

ATSDR (2006) calculates CN MRL for acute exposure as 0.05 mg/kg-bw/day, which for a 15 kg child is an allowable intake of 0.75 mg/day. Acute exposure to these levels from site soil and spoil, assuming ingestion of 100 mg soil/day would require CN concentrations of 7,500 mg/kg or greater in soil and spoil and 750 mg/kg for pica behaviour.

5.0 Data evaluation

The data provided has been evaluated in order to assist in the development of Tier 2 site specific criteria and to quantify any risks to identified receptors. Receptor identification has been addressed as part of the exposure assessment in the following section of this report.

5.1 Statistical summary of total concentrations of metals in soil, sediment and mine spoil
Arsenic (As) and lead (Pb) data was assessed for soil at mine, community and background locations, and sediment at community and background locations. Data summaries are presented in Tables 3 and 4 for As and Pb respectively. For the mine data, this has been split into mine spoil (Ripios), soil beneath the spoil (Suelo Bajo Ripios) and dam sediment (Dique Oeste).

TABLE 3 SUMMARY STATISTICS – ARSENIC

Area	Depth (cm)	Samples	Mean	Max	SD	CV	95% UCL
Mine locations							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	7.02	17.5	6.22	0.89	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	7.23	27.41	11.65	1.61	n
Ripios (spoil)	40	8	323	632	200	0.62	n
Dique Oeste (dam sediment)	40	1	68.4	68.4	n	n	n
Dique Oeste (dam sediment)	100	1	6.24	6.24	n	n	n
Background locations							
BSBR Alto	0-20	8	4.03	6	1.112	0.28	n
BSBR Alto	100	8	3.17	3.99	0.495	0.16	n
Background combined		24	4.7	11.4	2.22	0.47	5.6



TABLE 4 SUMMARY STATISTICS – LEAD

Area	Depth (cm)	Samples	Mean	Max	SD	CV	95% UCL
Mine locations							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	29.13	101	41.7	1.43	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	6.77	11.06	2.54	0.38	n
Ripios (spoil)	40	8	875	1,526	297	0.34	n
Dique Oeste (dam sediment)	40	1	187	187	n	n	n
Dique Oeste (dam sediment)	100	1	6.79	6.79	n	n	n
Background Locations							
BSBR Alto	0-20	8	8.21	10.7	1.95	0.24	n
BSBR Alto	100	8	6.15	8.18	1.4	0.23	n

For As, only background locations comply with Tier 1 criteria for any land use (12 mg/kg), while for Pb all locations comply with all Tier 1 criteria other than mine spoil (fails all Tier 1 criteria), surface soil beneath the mine spoil (fails Tier 1 agricultural criteria only) and surface dam sediment (fails Tier 1 agricultural and residential criteria).

Table 5 presents a summary of metal concentrations in mine spoil, including Zn, Cu and CN in addition to As and Pb. Elevated levels above all Tier 1 criteria (other than Zn in an industrial scenario) are apparent. Based on the Tier 2 criteria presented in Table 1 above, as no detected level of Cu or Zn exceeds the most sensitive Tier 2 criteria, and CN levels statistically comply with Tier 2 criteria (i.e. mean is less than criteria, standard deviation is less than 50% of criteria, and the maximum value is <2.5 times the criteria, after NEPC 2013), these chemicals will not be considered further in this report.

TABLE 5 SUMMARY STATISTICS – SPOIL

Area	Depth (cm)	Samples	Mean	Max	SD	CV	Sensitive Soil Criteria*
Ripios As	40	8	323	632	200	0.62	12/12/12
Ripios Zn	40	4	240.57	388.21	140.3	0.58	200/200/360
Ripios Cu	40	4	370.64	434.1	68.89	0.19	63/63/91
Ripios Pb	40	8	323	632	200	0.62	70/140/600
Cyanide	Surface	27	63	269	87	1.38	0.9/-/8

Note(s): units are mg/kg; * agricultural/residential/industrial Tier 1 criteria

5.2 Leachable concentrations in mine spoil

Four samples of mine spoil (Ripios N1-N4) underwent leach testing using the Synthetic Precipitation Leaching Procedure (SPLP) Method 1312 (USEPA, 1994). This includes a



ratio of leaching fluid to solid of 20:1 or 5%. A summary of the leach results (and corresponding total concentrations) is provided in Table 6, along with calculations of the percent leachable of each sample for Pb and As.

The data summarised in Table 6 indicates that the leachability of As and in particular Pb is very low under the conditions of the SPLP test (diluted nitric and sulfuric acid mixtures with a pH between 4.2 and 5.0). In addition, it can be seen that the total concentrations determined are more elevated than those reported by prior analysis of these samples (summarised in Table 5), particularly for As. The reason for the latter could potentially lie on the different sample treatment technique (albeit being both analyses done at accredited laboratories).

TABLE 6 LEACH TEST RESULTS AND CALCULATIONS – MINE SPOIL

Sample/ Parameter	As TC	As SPLP	As leachability	Pb TC	Pb SPLP	Pb leachability
Units	mg/kg	mg/L	%	mg/kg	mg/L	%
Ripios N1	441	0.234	1.06	615	0.0555	0.18
Ripios N2	473	0.277	1.17	758	0.0157	0.04
Ripios N3	632	0.022	0.07	1526	0.0446	0.06
Ripios N4	462	0.304	1.32	650	0.0005	0.002

Note(s): TC total concentration; SPLP leachable concentration; BF bioavailability factor

6.0 Exposure Assessment

Potential exposure scenarios for the various potential receptor populations identified have been quantified via a generic exposure assessment. This has been detailed below.

6.1 Identification of exposed populations

The identified populations that have been and are likely to be exposed to soil, spoil and sediment (as mentioned earlier in Section 2.0) are:

- occasional visitors (recreational exposure for adults and children);
- workers on the site (industrial exposure for adults); and
- possible future residents (residential exposure for adults and children).

Of the above potential receptors, workers are expected to have the greatest level of potential direct exposure to spoil as part of their daily activities. However, the frequency and duration of exposure is considered to be constrained to working hours and time spans, assumed as worst-case to be an Exposure Time (ET) of 10 hours/day, Exposure Frequency (EF) of 240 days/year (48 weeks/year) and an Exposure Duration (ED) of 35 years (after Health Canada 2010, Part 1 Table 4). The use of an ED of 35 years makes the very conservative assumption that some personnel could work on the site for much of their working lives.



The most sensitive receptor will be the future resident, as this is a very much worst-case scenario. Occasional visitors and distant communities will have limited potential exposure durations and pathways, as discussed further below.

6.2 Identification of potential exposure pathways

For soil (and potentially spoil and sediment) exposures the potential pathways to human occupiers of the site and surrounds are:

- dermal contact (absorption through skin);
- incidental ingestion;
- dust inhalation (both under current and potential future earthworks scenarios); and
- consumption of produce grown on impacted soil.

As and Pb are not volatile and hence the vapour inhalation pathway does not require consideration.

For the soil ingestion pathway, due to the very low leachability levels reported in Section 5.2 and Table 6 above (1% or less), as well as the likely presence of oxidised forms of As in these dry oxidised soils, and with reference to literature values, the oral bioavailability (BAo) of As and Pb will be assumed as 30% and 90% respectively (note that for the Pb-blood model this value is 40%). The oxidised form of As (AsV) is reported to be up to 60-times less toxic than the reduced AsIII form (Juhász *et al.* 2003, Langley 1991, Ng *et al.* 2003).

For the dust inhalation pathway, due to the potential for significant generation of dust from the mine spoil stockpiles, very much worst-case scenarios of 99% of allowable exposures from background have been considered for the future residential and worker scenarios.

6.3 Background exposures

An important consideration in the quantification of risk due to potential increased exposure to As and Pb from mine spoil is background exposure to these chemicals that is independent of the mine spoil (i.e. in drinking water, air, fruit, vegetables, poultry, eggs and soil in particular). Natural mineralisation and associated elevated concentrations of these metals are known in the area (see data summaries in Tables 3 and 4 above).

For the above stated reasons, it has been determined that the allowance for background exposures to As and Pb for the residential scenario will be raised to 80% (i.e. potential future residents at the mine spoil site will be assumed to obtain 80% of their allowable daily As and Pb intake from 'background'). It should be noted that 'normal' background exposures to As and Pb are considered in the literature to be in the range of 20% to 50% of tolerable daily intakes (TDIs). Likewise, it will be assumed that all future potentially exposed populations receive 99% of their allowable As and Pb inhalation exposure from background (compared to literature values of 0% and 40% respectively).



7.0 Risk Characterisation

7.1 Calculation of allowable soil, spoil and sediment concentrations

The exposure assumptions discussed above have been detailed in Table 7 below, enabling calculation of soil health investigation level (HIL) criteria for different land-use and exposure scenarios.

It is also important to note that for the above and below criteria determinations, each value is a combination of the various exposure pathways being considered (as detailed in Section 6.2 above), which are incidental soil ingestion, consumption of home-grown produce (residential scenario only), dermal contact and dust inhalation.

See also Attachment 1 for As and Pb (also Cu, Zn and CN) risk characterisation outputs for each scenario.

7.1.1 Most sensitive potential receptors: future residential occupants at the site

This potential receptor population represents the future worst-case scenario of residential occupancy in the direct vicinity of the mine spoil. Using children as the most sensitive receptor (with a background exposure to As and Pb of 80% [oral/ dermal] and 99% [dust inhalation] of their TDIs), and assuming that home grown produce (HGP) including up to 35% fruit and vegetable consumption, poultry and eggs would be consumed from the site, an allowable As concentration of 80 mg/kg and an allowable Pb concentration of 90 mg/kg was determined.

7.1.2 Site workers

Using adults as the most sensitive receptor, an allowable As concentration of 1,000 mg/kg and an allowable Pb concentration of 1,600 mg/kg was determined for this scenario.

7.1.3 Visitors

Using children as the most sensitive receptor and an exposure frequency of 12 days/year for one hour, an allowable As concentration of 8,000 mg/kg and an allowable Pb concentration of 7,100 mg/kg was determined for this scenario. Please note that, as detailed in Section 4.2 above, it has been estimated that potential short-term (acute) effects should not be seen at soil As concentrations less than 750 mg/kg.

TABLE 7 CALCULATION OF SOIL HEALTH INVESTIGATION LEVEL (HIL) CRITERIA

Chemical	TDI	BW	IR	BA _o	Background Intake (BI)	Proposed Criteria		
						Residential	Worker	Visitor
Units	µg/kg-bw/day	kg	mg/day	%	% of TDI	mg/kg		
As	0.002	15/ 70*	100/ 100*	30	80/ 99 [^]	80	1,000	8,000
Pb	0.0035	15/ 70*	100/ 100*	90	80/ 99 [^]	90	1,600	7,100

Note(s): *children (residential)/ adults (industrial) using Health Canada assumptions

[^]oral and dermal, and dust inhalation

TDI tolerable daily intake; BW body weight; IR soil ingestion rate; BA_o oral bioavailability



7.2 Summary of risk characterisation by pathway for arsenic

7.2.1 Soil ingestion

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.1), site specific factors associated with oral bioavailability (BA_o) and background oral/ dermal intake (BI_o) can be considered:

$$HIL_{\text{ingestion}} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_o(100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{IR_{SC} \times BA_o \times CF \times EF \times ED_C} \quad \text{Equation 3}$$

where:

- HIL = Health investigation level as defined by NEPC (2013)
- TRV_o = toxicity reference value relevant for the quantification of oral intakes, (as mg/kg/day for threshold contaminants)
- BI_o = background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (as % of the TRV_o)
- IR_{SC} = ingestion rate of soil/dust by young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (mg/day)
- BA_o = oral bioavailability (unitless, expressed as a fraction of 1)
- CF = conversion factor of 1×10^{-6} to convert mg to kg
- EF = exposure frequency (days/year)
- ED_C = exposure duration for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (years)
- BW_C = body weight of young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (kg)
- AT_T = averaging time for threshold contaminants (days, = ED x 365 days)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site specific BA_o of 30% (rather than 100%) and BI_o of 80% (rather than 50%), a site-specific soil ingestion HIL A of **200 mg/kg** is calculated (altered from a Tier 1 value of 150 mg/kg). In addition, a site-specific soil ingestion HIL for occasional visitors of **12,000 mg/kg** is calculated (altered from a Tier 1 open space value of 300 mg/kg) and a value for workers of **2,800 mg/kg** (altered from a Tier 1 value of 4,300 mg/kg, by assuming the Canadian scenario of a IR for adults of 100 mg/day rather than 50 mg/day).

7.2.2 Dermal contact

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.2), site specific factors associated with background oral/ dermal intake (BI_o) can be considered:

$$HIL_{\text{dermal}} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_D(100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{SA_C \times AF \times DAF \times CF \times EF \times ED_C} \quad \text{Equation 6}$$

where:

- HIL = Health investigation level as defined by NEPC (2013)
- TRV_D = toxicity reference value relevant for the quantification of dermal intakes, (as mg/kg/day for threshold contaminants)
- BI_o = background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
- SA_C = exposed skin surface area for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (cm²)
- AF = soil-to-skin adherence factor (mg/cm²/day)
- DAF = dermal absorption factor, (chemical-specific) (unitless)
- CF = conversion factor of 1×10^{-6} to convert mg to kg
- EF = exposure frequency (days/year)
- ED_C = exposure duration for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (years)
- BW_C = body weight of young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (kg)
- AT_T = averaging time for threshold contaminants (days, = ED x 365 days)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site-specific BI_o of 80% (rather than 50%), a site specific dermal contact future residential, occasional visitor and



worker values of **890, 27,000 and 4,500 mg/kg** respectively are calculated (altered from Tier 1 values of 2,200, 2,200 and 11,000 mg/kg).

7.2.3 Dust inhalation

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.3), site-specific factors associated with background inhalation intakes (BI_i) and particle emission factors (PEF) can be considered:

$$HIL_{\text{dust}} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_i(100\% - BI_i)) \times AT_T}{\left[\left[\frac{1}{PEF_o} \times ET_{co} \right] + \left[\frac{1}{PEF_i} \times TF \times ET_{ci} \right] \right]} \times RF \times EF \times ED_C \quad \text{Equation 9}$$

where:

- HIL = Health investigation level as defined by NEPC (2013)
- TRV_i = toxicity reference value relevant for the quantification of inhalation intakes, (as mg/m^3)
- BI_i = background intakes relevant to inhalation exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
- $PEF_{i,o}$ = particulate emission factor (or dust loading) for outdoor (O) or indoor (I) air (m^3/kg)
- $ET_{ci,co}$ = exposure time outdoors (O) or indoors (I) for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (hours/day)
- TF = indoor dust transport factor (unitless)
- RF = lung retention factor relevant for the inhalation of dust from site (unitless)
- EF = exposure frequency (days/year)
- ED_C = exposure duration for young child (for HILs A, B and C) and adult (HIL D) (years)
- AT_T = averaging time for threshold contaminants (hours, = $ED \times 365 \text{ days} \times 24 \text{ hours}$)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site-specific BI_i of 99% rather than 0% and a PEF of $8.1\text{E}+09 \text{ m}^3/\text{kg}$ rather than $2.9\text{E}+10 \text{ m}^3/\text{kg}$, site-specific dust inhalation future residential, occasional visitor and worker values of **1,600, 500,000 and 6,200 mg/kg** respectively are calculated (altered from Tier 1 values of 160,000, 820,000 and 620,000 mg/kg).

7.2.4 Home grown produce consumption

The potential contribution of home grown produce (HGP) to dietary As intake at a level taken as a 'worst-case' proportion of total diet of 35% vegetable and fruit intake, 25% poultry meat and 200% eggs (Cross and Taylor 1996) was considered.

Using the following equations from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.3.5), site specific factors associated with background oral/ dermal intake (BI_o) can be considered:

$$HIL_{\text{plant uptake}} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_o(100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{UF_V \times EF \times ED_C} \quad \text{Equation 15}$$

$$UF_{VC} \text{ (kg/day)} = F_{HG} \times \left([CF_{\text{tuber}} \times C_{\text{tuber}}] + [CF_{\text{root}} \times C_{\text{root}}] + [CF_{\text{green}} \times C_{\text{green}}] + [CF_{\text{fruit}} \times C_{\text{fruit}}] \right) \quad \text{Equation 16}$$

where:

- TRV_o = toxicity reference value relevant for the quantification of oral intakes, (as $\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$ for threshold contaminants);



Bl _o	= background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
UF _{VC}	= plant uptake factor calculated for the consumption of home-grown produce by young children (kg/day)
CF _y	= plant concentration factors relevant for produce type (y), (chemical-specific) (mg/kg fresh weight produce to mg/kg dry weight soil)
C _y	= consumption rate of each produce type (y) (kg/day)
F _{HG}	= fraction of all fruit and vegetable produce consumed that is home-grown (unitless)
EF	= exposure frequency (days/year)
ED _C	= exposure duration for young children (years)
BW _C	= body weight of young child (kg)
AT _T	= averaging time for threshold contaminants (days, = ED x 365 days)

To consider home grown consumption of poultry meat and eggs, the term UF_{PM&E} (uptake factor for poultry meat and eggs) was introduced. Equations 15a and 16a have been provided below, with calculation spreadsheets included in Attachment 1:

$$HIL_{HGP} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_o (100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{(UF_V + UF_{PM\&E}) \times EF \times ED_C} \quad \text{Equation 15a}$$

$$UF_{PM\&E} = F_{HG} \times (C_{PM} \times UF_{VC}) + F_{HG} \times (C_E \times UF_{VC} \times BCF) \quad \text{Equation 16a}$$

where:

HIL	= Health investigation level as defined by NEPC (2013)
TRV _o	= toxicity reference value relevant for the quantification of oral intakes, (as mg/kg/day for threshold contaminants);
Bl _o	= background intakes relevant to oral/dermal exposures (from sources other than soil, which include food, water, air and consumer products where relevant) (fraction relevant to the % allocated to background intakes)
UF _{VC}	= plant uptake factor calculated for the consumption of home-grown produce by young children (kg/day)
UF _{PM&E}	= poultry meat and egg uptake factor calculated for the consumption of home-grown produce by young children (kg/day)
C _{PM}	= consumption rate of poultry meat (kg/day)
C _E	= consumption rate of eggs (kg/day)
F _{HG}	= fraction of all fruit and vegetable produce consumed that is home-grown (unitless)
EF	= exposure frequency (days/year)
ED _C	= exposure duration for young children (years)
BW _C	= body weight of young child (kg)
AT _T	= averaging time for threshold contaminants (days, = ED x 365 days)
BCF	= bio-concentration factor for eggs (0.25%)

As indicated by the spreadsheets presented in Attachment 1, using a site-specific Bl_o of 80% (rather than 50%), a site specific HGP HIL A for consumption of 35% vegetables and fruit, 25% poultry meat and 200% eggs as HGP of **160 mg/kg** is calculated (altered from a Tier 1 value of 1,300 mg/kg).

7.2.5 Site-specific health-based soil arsenic criteria considering all pathways

Using the following equation from NEPC (2013, Schedule B7, Appendix B, Section 1.2), site specific factors associated with oral bioavailability (BA_o) and background oral/ dermal and dust intake (Bl_o and Bl_i), along with HGP consumption, can be considered for all pathways combined:



$$HIL(mg/kg) = \frac{1}{\left[\frac{1}{HIL_{ingestion}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dermal}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{HGP\ uptake}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dust}} \right]} \quad \text{Equation 2}$$

where:

- HIL_{ingestion} = derived soil guideline associated with the ingestion of soil and dust by young child, refer to **Equation 3**
- HIL_{dermal} = derived soil guideline associated with dermal absorption of contaminant in soil/dust by young child, refer to **Equation 6**
- HIL_{HGP uptake} = derived soil guideline associated with ingestion of contaminant in HGP by young child, refer to **Equations 15, 15a, 16 and 16a**
- HIL_{dust} = derived soil guideline associated with inhalation of contaminants in dust by young child, refer to **Equation 9**

For the three land-uses being considered, the following site-specific HIL criteria have been derived for arsenic in soil:

1. Future residential at the mine spoil site: **80 mg/kg**;
2. Occasional visitors to the publicly accessible site: **8,000 mg/kg**; and
3. Current and future site workers: **1,000 mg/kg**.

7.3 Summary of blood lead model

The blood Pb model has considered a number of 'worst-case scenarios' for its input values, including background exposures via air (0.03 µg/m³), soil/ dust (900 mg/kg), water (15 µg/L), HGP (35%) and respirable dust (1.5 µg/m³). As can be seen in the model output provided in Attachment 1, 77% of Pb exposure for children (and 86% for adults) comes from food ingestion and 18% from soil ingestion.

Concentrations of Pb in soil that will ensure blood Pb levels in exposed populations do not exceed the threshold level of 10 µg/dL (after ATSDR 2007b and based on a 95th percentile estimate) have been calculated as 89 mg/kg (rounded to 90 mg/kg) for children and 280 mg/kg for adults.

8.0 Risk Management

As concentrations of As and Pb exceed the threshold concentrations listed in Section 7 and Table 7 above, risk management procedures will be necessary. These are summarised below.

8.1 Active management: removal/ limitation of exposure pathways

8.1.1 Future residential scenario

The most effective means of ensuring exposure to future residents on or near the mine spoil is mitigated to acceptable levels is to create a barrier between site occupiers and the As and Pb impacted mine spoil. This is most likely to be a capping layer over the spoil, or placing a fence between the spoil piles and residents to remove the opportunity for direct exposure. These measures would need to be implemented in conjunction with sediment and erosion controls, in particular along drainage lines.



When the derived criteria in Section 7 (Table 7) above are compared to the measured As and Pb concentrations summarised in Tables 3 and 4 respectively (Section 5.1 above) it can be seen that only As and Pb at the mine spoil location exceed residential criteria. Hence, only active management is required in the event that residential development occurs in the future in the vicinity of (or at) Altos de Copaquilla.

8.1.2 Current and future workers and visitors

Despite the above finding, it is however strongly recommended that all workers and visitors to the site (other than occasional visitors as defined in this report) adhere to mandatory requirements to remove exposure pathways. In particular due to the potential acute risks given the lack of signage and fencing at the site.

These mandatory requirements should include (but are not limited to):

- passive measures including use of personal protective equipment (PPE) and hygiene standards – see Section 8.2 below;
- the prevention of dust generation as a result of site works (for example, by wetting of worked surfaces and covering of stockpiles);
- erection of fencing about the area of the spoil stockpiles to prevent public access;
- move the existing road to circumnavigate the spoil stockpile area;
- consolidate the spoil stockpile area to lower the environmental footprint and prevent potential movement of contaminated material through drainage lines (in particular should conditions worsen due to unexpected climatic/ seismic events);
- erect signage warning people of the potential risks due to direct exposure to the spoil material;
- undertake/ provide training to educate people on the potential risks and how these risks can be effectively mitigated; and
- ensure appropriate validation of remediated areas is performed following clean-up.

8.2 Passive management

It is recommended that further passive management measures are adopted for occupational (worker and visitor) exposure at the mine spoil location. These are summarised below.

8.2.1 Personal Protective Equipment (PPE)

The primary potential receptor population at risk due to exposure under current scenarios are workers at Altos de Copaquilla (in addition to potential acute risks that were also determined). The reason for this is a summation of exposure time (ET, up to 10 hours per day) in contact with site spoil, and exposure frequency (EF, of five days per week for 48 weeks/ year for up to 35 years). No other potential receptor population (e.g. site visitors or distant communities) is expected to have this level of potential exposure to mine spoil.

As a result of the above assessment it is recommended that the following simple PPE requirements be stipulated for all personnel entering the mine spoil site:

- Use of water-proof disposable nitrile gloves (either instead of or in conjunction with other gloves) to minimise/ eliminate dermal contact;
- Use of P2 dust masks to minimise/ eliminate dust inhalation; and



- Use water for dust suppression where disturbances of spoil are occurring to minimise/eliminate dust inhalation.

8.2.2 Personal hygiene

As the most sensitive exposure pathway to site users is via incidental ingestion, personal hygiene is an important consideration for minimisation of exposure opportunities. The primary mechanism of incidental ingestion is likely to be placement of dirty gloves (containing contaminated soil) on the face, or generation of dust. This is a reason for the above recommendations of disposable gloves and face masks being used when handling contaminated soil and working in the vicinity of the mine spoil.

The other major considerations for personal hygiene are:

- ensuring hands and face are washed prior to eating, even if gloves are worn; and
- ensuring that contaminated clothing is washed on regular basis.

9.0 Sensitivity and uncertainty assessment

This risk evaluation has been presented using best practice methodologies. Despite this, uncertainties and limitations to the conclusions made do exist, and are discussed below.

The sampling and analysis program for soil can be regarded as appropriate the scenario, with a range of possible and intended future land-uses (including the most sensitive possible future land-use of residential at the spoil location) being considered. The sampling density was appropriate considering the homogeneity of the soil and the consistency of the data with past studies, while an extensive analytical program was undertaken.

The exposure assessment has utilised many standard assumptions regarding body weight, period of exposure, life expectancy and soil ingestion rates, and has estimated other factors such as dietary intake, stomach and bloodstream absorption rates (bioavailability and bioaccessibility). Despite these unavoidable assumptions and estimations, at all stages of the risk evaluation the most conservative approach has been adopted. This has resulted in the assessments being based on very much 'worst-case' scenarios and as such have minimised the uncertainties relating to exposure assessment.

The toxicological assessment has been based on available scientific data, however once again, a conservative approach was taken to the adoption of toxicology data, for example the use of AsIII TDIs and the blood Pb model.

10.0 Limitations

This letter report has been prepared by Environmental Earth Sciences QLD ABN 41-109-442-284 in response to and subject to the following limitations:

1. The specific instructions received from Altoya;
2. The specific scope of works set out in PO717080 V2;
3. May not be relied upon by any third party not named in this report for any purpose except with the prior written consent of Environmental Earth Sciences QLD (which consent may or may not be given at the discretion of Environmental Earth Sciences QLD);



4. This report comprises the formal report, documentation sections, tables, figures and appendices as referred to in the index to this report and must not be released to any third party or copied in part without all the material included in this report for any reason;
5. The report only relates to sites that are managed and/ or controlled by Altoya;
6. The report relates to the site as at the date of the report as conditions may change thereafter due to natural processes and/or site activities;
7. This report is not a geotechnical or planning report suitable for planning or zoning purposes; and
8. Our General Limitations set out at the back of the body of this report.

Should you have any queries, please contact us on (+617) 3852 6666.

On behalf of
Environmental Earth Sciences QLD

Document Author | Technical Director
Mark Stuckey
Principal Soil Scientist, Hydrogeologist & Risk Assessor

Internal Reviewer
Dr Anna Sheldon
Senior Soil Scientist
717040 v3

11.0 References

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2016) *Addendum to the toxicological profile for arsenic*. February 2016.
- ATSDR (2007a) *Toxicological profile for arsenic*. August 2007.
- ATSDR (2007b) *Toxicological profile for lead*. August 2007.
- ATSDR (2006) *Toxicological profile for cyanide*. July 2006.
- Ministerio de Medio Ambiente (2013) *Guía metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes*. Santiago, Chile.
- Cross, S J and Taylor, E R (1996) *Human exposure for soil contaminants through the consumption of home-grown produce*. South Australian Health Commission.
- Dudka, S and Miller, W P (1999) *Permissible concentrations of arsenic and lead in soils based on risk assessment*. Water, Air, and Soil Pollution 113: 127-132.
- enHealth (2012a) *Environmental Health Risk Assessment – Guidelines for Assessing Human Health Risks from Environmental Hazards*. Department of Health and Ageing and enHealth Council (enHealth), Canberra.
- enHealth (2012b) *Australian Exposure Factor Guide*. enHealth Council, Canberra.
- Health Canada (2010) *Federal contaminated site risk assessment in Canada*. September 2010.



- Environmental Earth Sciences (2014) *Human health and environment risk assessment (HERA) at 50 Fraser Street, Diamond Creek, Victoria*. Version 3, May 2014.
- Juhasz, A, Smith, E and Naidu, R (2003) *Estimation of human availability of arsenic in contaminated soils*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- Langley, A J (1991) *Response levels for arsenic*. The Health Risk Assessment and Management of Contaminated Sites. South Australian Health Commission, 1991.
- Loney, C B, Richardson, G M, Leece, B D, Wilson, R M and Klee, U (2007) *Comparison of contaminated site human health risk assessment approaches in Canada: application of provincial methods to a hypothetical site*. Human and Ecological Risk Assessment 13, 1228-1254.
- National Environment Protection Council (NEPC) (2013) *National Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Amendment Measure 2013 (No.1) (NEPAM, 2013)*.
- National Health and Medical Research Council (NHMRC)/ Natural Resource Management Ministerial Council (NRMMC) (2011) *Australian drinking water guidelines*. National Water Quality Management Strategy. Section 6.3.3.
- NHMRC/ NRMMC (2008) *Guidelines for managing risks in recreational water*. Australian Government, February 2008.
- Ng, J, Noller, B, Bruce, S and Moore, M R (2003) *Bioavailability of metals and arsenic at contaminated sites from cattle dips, mined land and naturally occurring mineralization origins*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- United Kingdom Environment Agency (UK EA) (2009a) *Supplementary information for the derivation of SGV for arsenic*. May 2009.
- UK EA (2009b) *Soil Guideline Values for arsenic in soil*. Science report SC050021/ Final SR3.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA) (2017a) *Integrated risk information system (IRIS) – Chemical assessment summary for inorganic arsenic*. Nation Centre for Environmental Assessment.
- USEPA (2017b) *IRIS – Chemical assessment summary for lead and compounds (inorganic)*. Nation Centre for Environmental Assessment.
- USEPA (2011) *Exposure factors handbook: 2011 Edition*. September 2011.
- USEPA (2007) *Framework for metals risk assessment*. March 2007.
- USEPA (2004) *Risk assessment guidance for superfund*. Final, July 2004.
- USEPA (1994) *Synthetic precipitation leaching procedure method 1312*. September 1994.



ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES GENERAL LIMITATIONS

Scope of services

The work presented in this report is Environmental Earth Sciences response to the specific scope of works requested by, planned with and approved by the client. It cannot be relied on by any other third party for any purpose except with our prior written consent. Client may distribute this report to other parties and in doing so warrants that the report is suitable for the purpose it was intended for. However, any party wishing to rely on this report should contact us to determine the suitability of this report for their specific purpose.

Data should not be separated from the report

A report is provided inclusive of all documentation sections, limitations, tables, figures and appendices and should not be provided or copied in part without all supporting documentation for any reason, because misinterpretation may occur.

Subsurface conditions change

Understanding an environmental study will reduce exposure to the risk of the presence of contaminated soil and or groundwater. However, contaminants may be present in areas that were not investigated, or may migrate to other areas. Analysis cannot cover every type of contaminant that could possibly be present. When combined with field observations, field measurements and professional judgement, this approach increases the probability of identifying contaminated soil and or groundwater. Under no circumstances can it be considered that these findings represent the actual condition of the site at all points.

Environmental studies identify actual sub-surface conditions only at those points where samples are taken, when they are taken. Actual conditions between sampling locations differ from those inferred because no professional, no matter how qualified, and no sub-surface exploration program, no matter how comprehensive, can reveal what is hidden below the ground surface. The actual interface between materials may be far more gradual or abrupt than an assessment indicates. Actual conditions in areas not sampled may differ from that predicted. Nothing can be done to prevent the unanticipated. However, steps can be taken to help minimize the impact. For this reason, site owners should retain our services.

Problems with interpretation by others

Advice and interpretation is provided on the basis that subsequent work will be undertaken by Environmental Earth Sciences NSW. This will identify variances, maintain consistency in how data is interpreted, conduct additional tests that may be necessary and recommend solutions to problems encountered on site. Other parties may misinterpret our work and we cannot be responsible for how the information in this report is used. If further data is collected or comes to light we reserve the right to alter their conclusions.

Obtain regulatory approval

The investigation and remediation of contaminated sites is a field in which legislation and interpretation of legislation is changing rapidly. Our interpretation of the investigation findings should not be taken to be that of any other party. When approval from a statutory authority is required for a project, that approval should be directly sought by the client.

Limit of liability

This study has been carried out to a particular scope of works at a specified site and should not be used for any other purpose. This report is provided on the condition that Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability to any person or entity other than the client in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by any such person in reliance, whether in whole or in part, on the contents of this report. Furthermore, Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by the client, or any such person in reliance, whether in whole or any part of the contents of this report of all matters not stated in the brief outlined in Environmental Earth Sciences NSW's proposal number and according to Environmental Earth Sciences general terms and conditions and special terms and conditions for contaminated sites.

To the maximum extent permitted by law, we exclude all liability of whatever nature, whether in contract, tort or otherwise, for the acts, omissions or default, whether negligent or otherwise for any loss or damage whatsoever that may arise in any way in connection with the supply of services. Under circumstances where liability cannot be excluded, such liability is limited to the value of the purchased service.



ATTACHMENT 1 RISK CHARACTERISATION SPREADSHEET OUTPUTS

Soil-to-Air Particulate Emission Factor

Refer to Appendix B and Section 5.3.3.1 of Schedule B7 for additional information and references

$$PEF = \frac{Q/C \cdot 3600}{0.036 \cdot (1 - V) \cdot \left(\frac{U_m}{U_t}\right)^3 \cdot F_x}$$

As per Equation 19

where:

- A = area of site (acres)
- Q/C = dispersion factor (g/m²/s per kg/m³)
- V = fraction of vegetative cover (unitless)
- U_m = mean annual windspeed (m/s)
- U_t = equivalent threshold value (m/s)
- x = constant as per Cowherd et al. (1985)
- F_x = windspeed distribution function (unitless)

HIL A (low density residential)

Site Data	Comments
0.50	Assumed as default (minimum)
90.80	As per Appendix B
0.1	Assumed for residential, as per Table 6 of Schedule B7
2.4	As per Appendix B
7.2	Default as per UK EA (2009)
2.6	Calculated on the basis of Equation 20
0.032	Calculated on the basis of Equation 20

PEF = 8.1E+09 (m³/kg)

where:

- A = area of site (acres)
- Q/C = dispersion factor (g/m²/s per kg/m³)
- V = fraction of vegetative cover (unitless)
- U_m = mean annual windspeed (m/s)
- U_t = equivalent threshold value (m/s)
- x = constant as per Cowherd et al. (1985)
- F_x = windspeed distribution function (unitless)

HIL B (high density residential)

Site Data	Comments
0.50	Assumed as default (minimum)
90.80	As per Appendix B
0.9	Assumed for high-density residential, as per Table 6 of Schedule B7
2.4	As per Appendix B
7.2	Default as per UK EA (2009)
2.6	Calculated on the basis of Equation 20
0.032	Calculated on the basis of Equation 20

PEF = 7.30E+10 (m³/kg)

where:

- A = area of site (acres)
- Q/C = dispersion factor (g/m²/s per kg/m³)
- V = fraction of vegetative cover (unitless)
- U_m = mean annual windspeed (m/s)
- U_t = equivalent threshold value (m/s)
- x = constant as per Cowherd et al. (1985)
- F_x = windspeed distribution function (unitless)

HIL D (commercial/industrial)

Site Data	Comments
0.50	Assumed as default (minimum)
90.80	As per Appendix B
0.1	Assumed for commercial areas, as per Table 6 of Schedule B7
2.4	As per Appendix B
7.2	Default as per UK EA (2009)
2.6	Calculated on the basis of Equation 20
0.032	Calculated on the basis of Equation 20

PEF = 8.1E+09 (m³/kg)

Calculation of Uptake Factors for Home-Grown Produce - used in Derivation of HIL A

Consumption of Fruit and Vegetables by Adults and Children

Percentage of Fruit and Vegetables per produce group (as per Table 7 in Schedule B7)

Produce Group	Adults (%)	Adult Consumption Rate (g/day)	Children (%)	Child Consumption Rate (g/day)
Green Vegetables	59	153.4	40	68.8
Root Vegetables	30	78	30	51.6
Tuber Vegetables	40	104	30	51.6
Tree Fruit	100	140	100	100
Total consumption		475.4		272
Poultry meat			25	4
Eggs			200	12

Uptake and Intake from Produce - Inorganics

Fraction Home-grown (HIL A)

35%

As per Table 5 in Schedule B7

Consumption rates (from above table, with change of units)

	Green Vegetables	Root Vegetables	Tuber Vegetables	Tree Fruit
Consumption Rate Adults (kg/day)	0.1534	0.078	0.104	0.14
Consumption Rate Children (kg/day)	0.0688	0.0516	0.0516	0.1

Potential As Uptake (kg/d)

	Poultry meat	Eggs	Poultry meat	Eggs
	0.004	0.012	0.00000864	2.04E-10

Inorganic Chemical	Soil-to-Plant Concentration Factors (mg/kg fresh weight to mg/kg soil dry weight)			
	Green Vegetables	Root Vegetables	Tuber Vegetables	Tree Fruit
arsenic	6.40E-04	4.00E-04	2.30E-04	1.10E-03
beryllium		2.50E-03	2.50E-03	
boron				
cadmium	5.20E-02	2.90E-02	3.10E-02	1.40E-03
chromium (VI)		3.24E-02	3.24E-02	
cobalt		2.30E-02	2.30E-02	
copper				
lead (also PbB model)				
manganese		6.80E-02	6.80E-02	
methyl mercury				
mercury (inorganic)	3.80E-03	6.90E-03	4.20E-03	1.00E-03
nickel	3.80E-03	4.30E-03	1.90E-03	3.40E-03
selenium	1.08E-02	3.60E-03	8.30E-04	3.00E-03
zinc				
cyanide (free) (no VI)				

UF _{PM&E}	Plant Uptake Factor - Adults (UF _{VA}) (kg/day) as per Equation 16	Plant Uptake Factor - Young Children (UF _{VC}) (kg/day) as per Equation 16
	9.55E-06	1.1E-04
	1.6E-04	9.0E-05
4.57E-04	4.8E-03	2.4E-03
2.61E-04	2.1E-03	1.2E-03
	1.5E-03	8.3E-04
0.00E+00		
5.48E-04	4.3E-03	2.5E-03
6.41E-05	5.9E-04	3.3E-04
5.40E-05	5.6E-04	3.2E-04
7.35E-05	8.6E-04	4.5E-04

References and Comments for Soil-to-Plant Concentration Factors adopted

(see Appendix A for full references)

SUM VF

2.37E-03

Values from EA (2009)

Uptake into root crops only using factor from RAIS (2010)

Intake was not calculated using this approach, rather intakes from other sources were adjusted as per Appendix A

1.13E-01

Values from EA (2009)

Uptake into root crops only using factor from MfE (2011)

Uptake into root crops only using factor from RAIS (2010)

6.48E-02

Intake was not calculated using this approach, rather intakes from other sources were adjusted as per Appendix A

Intakes from home-grown produce adequately addressed in intakes from other sources, not calculated separately

Uptake into root crops only using factor from RAIS (2010)

1.36E-01

Adequately accounted for in the assessment of intakes from other sources

1.59E-02

Values from EA (2009)

1.34E-02

Values from EA (2009)

1.82E-02

Values from EA (2009)

Intake was not calculated using this approach, rather intakes from other sources were adjusted as per Appendix A

Not a significant pathway

**Derivation of Investigation Levels
HIL A - Low Density Residential**

Summary of Exposure Parameters		Abbreviation	units	Parameter	References/Notes
Soil and Dust Ingestion Rate	- Young children (0-5 years)	IR _{SC}	mg/day	100	Schedule B7, Table 5
	- Adults	IR _{SA}	mg/day	100	Schedule B7, Table 5
Surface Area of Skin	- Young children (0-5 years)	SA _C	cm ² /day	2700	Schedule B7, Table 5
	- Adults	SA _A	cm ² /day	6300	Schedule B7, Table 5
Soil-to-Skin Adherence Factor		AF	mg/cm ² /day	0.5	Schedule B7, Table 5
Time Spent Outdoors		ET _O	hours	4	Schedule B7, Table 5
Time Spent Indoors		ET _I	hours	20	Schedule B7, Table 5
Lung Retention Factor		RF	-	0.375	Schedule B7, Table 5
Particulate Emission Factor		PEF _O	(m ³ /kg)	8.1E+09	Calculated for scenario, refer to Equations 19 and 20 and assumptions in Schedule B7
Indoor Air Dust Factor		PEF _I	(m ³ /kg)	2.6E+07	As per Equation 21 based assumptions presented in Schedule B7
Fraction of indoor dust comprised of outdoor soil		TF	-	0.5	Assume 50% soil concentration present in dust as noted in Schedule B7
Indoor Air-to-Soil Gas Attenuation Factor		α	-	0.1	Value adopted as discussed in Section 5.3 of Schedule B7
Body weight	- Young children (0-5 years)	BW _C	kg	15	Schedule B7, Table 5
	- Adults	BW _A	kg	70	Schedule B7, Table 5
Exposure Frequency		EF	days/year	365	Schedule B7, Table 5
Exposure Duration	- Young children (0-5 years)	ED _C	years	6	Schedule B7, Table 5
	- Adults	ED _A	years	29	Schedule B7, Table 5
Averaging Time (non-carcinogenic)		AT _T	days	ED*365	Calculated based on ED for each relevant age group, multiplied by 24 hours for the assessment of inhalation exposures
Averaging Time (carcinogenic)		AT _{LT}	days	25550	Based on lifetime of 70 years, multiplied by 24 hours for the assessment of inhalation exposures

Threshold Calculations - Young Child aged 2-3 years																				
Compound	Toxicity Reference Value Oral (TRV _O) (mg/kg/day)	GI Absorption (GAF) (unitless)	Toxicity Reference Value Dermal (TRV _D) (mg/kg/day)	Oral Bioavailability BA _O (%)	Dermal Absorption Factor (DAF) (unitless)	Background Intake Oral/Dermal (BI _O) (% of TDI)	Toxicity Reference Value Inhalation (TRV _I) (mg/m ³)	Tolerable Daily Intake Inhalation (TDI) (mg/kg/day)	Background Intake Inhalation (BI _I) (% of TC)	Poultry/Eggs Uptake Factor (incl % intake) Children (kg/day) (eqn 15)	Plant Uptake Factor (incl % intake) Children (kg/day) (eqn 16)	Pathway Specific HILs (mg/kg)				Derived Soil HIL (not rounded) (mg/kg) (eqn 2 for relevant pathways)	Derived Soil HIL (to 1 or 2 s.f.) (mg/kg)	HIL	Pathways Included	
												Soil Ingestion (eqn 3)	Home-grown produce (eqn 15)	Dermal (eqn 6)	Dust (eqn 9)				Plant Uptake	Dermal Absorption
arsenic	0.002	1	0.002	30%	0.005	80%	0.001	2.9E-04	99%	9.6E-06	6.5E-05	2.0E+02	1.6E+02	8.9E+02	1.6E+03	77	80	77.09	y	y
arsenic - community	0.002	1	0.002	30%	0.005	60%	0.001	2.9E-04	0%	9.6E-06	6.5E-05	4.0E+02	3.2E+02	1.8E+03	1.6E+05	162	200	161.63	y	y
copper	0.14			100%		70%	0.49	0.14	70%			6.3E+03	NA	NA	2.4E+07	6298	6000	6298.35	n	n
lead (also PbB model)	0.0035	1	0.0035	90%		80%	0.01225	0.0035	99%			1.2E+02	#DIV/0!	#DIV/0!	2.0E+04	116	120	115.95	n	n
zinc	0.5	1	0.5	100%	0.001	90%	1.75	0.5	90%			7.5E+03	NA	5.6E+05	2.9E+07	7398	7400	7398.19	n	y
cyanide (free) (no VI)	0.006	1	0.006	100%	0.1	50%	0.0008	2.29E-04	0%			4.5E+02	NA	3.3E+02	1.3E+05	191	200	191.21	n	y

Includes factor of 2 to adjust for inclusion of metals in background food and plant
 NA Pathway not of significance for chemical assessed (refer to Appendix A for chemical-specific details)
 1 Calculated value differs from final HIL adopted in Schedule B7. For these compounds the calculated value, and basis, were not considered sufficiently different from the former HIL and hence the former HIL was retained - refer to Appendix A for details

Derivation of Investigation Levels HIL C - Recreational

Summary of Exposure Parameters	Abbreviation	units	Parameter	References/Notes	
Soil and Dust Ingestion Rate	- Young children (0-5 years)	IR _{SC}	mg/day	50	50% of HIL A assumption, Schedule B7, Table 5
	- Adults	IR _{SA}	mg/day	50	50% of HIL A assumption, Schedule B7, Table 5
Surface Area of Skin	- Young children (0-5 years)	SA _C	cm ² /day	2700	As per enHealth (2012)
	- Adults	SA _A	cm ² /day	6300	As per enHealth (2012) for male and female combined
Soil-to-Skin Adherence Factor	AF	mg/cm ² /day	0.5	Schedule B7, Table 5	
Time Spent Outdoors	ET _O	hours	1	Schedule B7, Table 5	
Time Spent Indoors	ET _I	hours	0	Schedule B7, Table 5	
Lung Retention Factor	RF	-	0.375	Schedule B7, Table 5	
Particulate Emission Factor	PEF _O	(m ³ /kg)	2.6E+07	As per Equation 21 based assumptions presented in Schedule B7	
Indoor Air Dust Factor	PEF _{O,es}	(m ³ /kg)	2.9E+07	Air dust loading as per enHealth (2010)	
Ratio of air concentrations indoors to outdoors	RIO	-	0.5	Assume 50% soil concentration present in dust as noted in Schedule B7	
Outdoor Air-to-Soil Gas Attenuation Factor	α	-	0.05	Value adopted as discussed in Section 5.5 of Schedule B7	
Body weight	- Young children (0-5 years)	BW _C	kg	15	Schedule B7, Table 5
	- Adults	BW _A	kg	70	Schedule B7, Table 5
Exposure Frequency	EF	days/year	12	Schedule B7, Table 5	
Exposure Duration	- Young children (0-5 years)	ED _C	years	6	Schedule B7, Table 5
	- Adults	ED _A	years	29	Schedule B7, Table 5
Averaging Time (non-carcinogenic)	AT _T	days	ED*365	Calculated based on ED for each relevant age group, multiplied by 24 hours for the assessment of inhalation exposures	
Averaging Time (carcinogenic)	AT _{NT}	days	25550	Based on lifetime of 70 years, multiplied by 24 hours for the assessment of inhalation exposures	

Threshold Calculations - Young Child Aged 2-3 years

Compound	Toxicity Reference Value Oral (TRV _O) (mg/kg/day)	GI Absorption (GAF) (unitless)	Toxicity Reference Value Dermal (TRV _D) (mg/kg/day)	Oral Bioavailability BA _O (%)	Dermal Absorption Factor (DAF) (unitless)	Background Intake Oral/Dermal (BI _O) (% of TDI)	Toxicity Reference Value Inhalation (TRV _I) (mg/m ³)	Background Intake Inhalation (BI _I) (% of TC)	Pathway Specific HILs (mg/kg)			Soil Vapour HIL (mg/m ³) (eqn 12)	Derived Interim Soil Gas HIL - Threshold (to 1 or 2 s.f.) (mg/m ³)	Derived Soil HIL (not rounded) (mg/kg) (eqn 2 for relevant pathways)	Derived Soil HIL (to 1 or 2 s.f.) (mg/kg)	Notes
									Soil Ingestion (eqn 3)	Dermal (eqn 6)	Dust (eqn 9)					
arsenic	0.002	1	0.002	30%	0.005	80%	0.001	99%	1.2E+04	2.7E+04	5.0E+05			8252	8000	
arsenic - 25% bioavailability	0.002	1	0.002	25%	0.005	50%	0.001	0%	3.7E+04	6.8E+04	5.0E+07			23690	20000	
copper	0.14			100%		60%	0.49	60%	5.1E+05	NA	9.8E+09			510973	510000	
lead (also PbB model)	0.0035	1	0.0035	90%		80%	0.01225	99%	7.1E+03	#DIV/0!	6.1E+06			7089	7100	
zinc	0.5	1	0.5	100%	0.001	80%	1.75	80%	9.1E+05	3.4E+07	1.7E+10			888465	900000	
cyanide (free) (no VI)	0.006	1	0.006	100%	0.1	50%	0.0008	0%	2.7E+04	1.0E+04	4.0E+07			7397	7400	

NA Pathway not of significance for chemical assessed (refer to Appendix A for chemical-specific details)
1 Refer to Appendix A for discussion on different calculations conducted for benzo(a)pyrene and basis for HIL adopted

Derivation of Investigation Levels HIL D - Commercial/Industrial

Summary of Exposure Parameters	Abbreviation	units	Parameter	References/Notes
Soil and Dust Ingestion Rate - Adults	IR _{SA}	mg/day	50	50% of HIL A assumption, Schedule B7, Table 5
Surface Area of Skin - Adults	SA _A	cm ² /day	3800	Based on 19% total skin area of 20000 cm ² exposed (Schedule B7, Table 5)
Soil-to-Skin Adherence Factor	AF	mg/cm ² /day	0.5	Schedule B7, Table 5
Time Spent Outdoors	ET _O	hours	2	Schedule B7, Table 5
Time Spent Indoors	ET _I	hours	8	Schedule B7, Table 5
Lung Retention Factor	RF	-	0.375	Schedule B7, Table 5
Particulate Emission Factor	PEF _O	(m ³ /kg)	8.1E+09	Calculated for scenario, refer to Equations 19 and 20 and assumptions in Schedule B7
Indoor Air Dust Factor	PEF _I	(m ³ /kg)	2.6E+07	As per Equation 21 based assumptions presented in Schedule B7
Fraction of indoor dust comprised of outdoor soil	TF	-	0.5	Assume 50% soil concentration present in dust as noted in Schedule B7
Indoor Air-to-Soil Gas Attenuation Factor	α	-	0.1	Value adopted as discussed in Section 5.5 of Schedule B7
Body weight - Adults	BW _C	kg	70	Schedule B7, Table 5
Exposure Frequency	EF	days/year	240	Schedule B7, Table 5
Exposure Duration - Adults	ED _C	years	35	Schedule B7, Table 5
Averaging Time (non-carcinogenic)	AT _T	days	ED*365	Calculated based on ED for each relevant age group, multiplied by 24 hours for the assessment of inhalation exposures
Averaging Time (carcinogenic)	AT _{NT}	days	25550	Based on lifetime of 70 years, multiplied by 24 hours for the assessment of inhalation exposures

Threshold Calculations - Adult Worker

Compound	Toxicity Reference Value Oral (TRV _O) (mg/kg/day)	GI Absorption (GAF) (unitless)	Toxicity Reference Value Dermal (TRV _D) (mg/kg/day)	Oral Bioavailability BA _O (%)	Dermal Absorption Factor (DAF) (unitless)	Background Intake Oral/Dermal (BI _O) (% of TDI)	Toxicity Reference Value Inhalation (TRV _I) (mg/m ³)	Background Intake Inhalation (BI _I) (% of TC)	Pathway Specific HILs (mg/kg)			Soil Vapour HIL (mg/m ³) (eqn 12)	Derived Interim Soil Gas HIL - Threshold (to 1 or 2 s.f.) (mg/m3)	Derived Soil HIL (not rounded) (mg/kg) (eqn 2 for relevant pathways)	Derived Soil HIL (to 1 or 2 s.f.) (mg/kg)
									Soil Ingestion (eqn 3)	Dermal (eqn 6)	Dust (eqn 9)				
arsenic	0.002	1	0.002	30%	0.005	80%	0.001	99%	2.8E+03	4.5E+03	6.2E+03			1359	1000
arsenic - 25% bioavailability	0.002	1	0.002	25%	0.005	50%	0.001	0%	8.5E+03	1.1E+04	6.2E+05			4802	4800
copper	0.14			100%		60%	0.49	60%	1.2E+05	NA	1.2E+08			119117	120000
lead (also PbB model)	0.0035	1	0.0035	90%		80%	0.01225	99%	1.7E+03	#DIV/0!	7.6E+04			1621	1600
zinc	0.5	1	0.5	100%	0.001	80%	1.75	80%	2.1E+05	5.6E+06	2.2E+08			204929	200000
cyanide (free) (no VI)	0.006	1	0.006	100%	0.1	50%	0.0008	0%	6.4E+03	1.7E+03	5.0E+05			1327	1300

LEAD RISK ASSESSMENT SPREADSHEET

CALIFORNIA DEPARTMENT OF TOXIC SUBSTANCES CONTROL

USER'S GUIDE to version 7

INPUT	
MEDIUM	LEVEL
Lead in Air (ug/m ³)	0.03
Lead in Soil/Dust (ug/g)	900.0
Lead in Water (ug/l)	15
% Home-grown Produce (ug/m ³)	35%
	1.5

OUTPUT							
	Percentile Estimate of Blood Pb (ug/dl)					PRG-99	PRG-95
	50th	90th	95th	98th	99th	(ug/ g)	(ug/ g)
BLOOD Pb, ADULT	12.6	23.0	27.2	33.0	37.6	180	280
BLOOD Pb, CHILD	32.3	59.1	69.9	85.0	96.7	51	89
BLOOD Pb, PICA CHILD	38.1	69.6	82.4	100.1	113.9	43	75
BLOOD Pb, OCCUPATION,	1.6	3.0	3.5	4.3	4.9	3818	6005

EXPOSURE PARAMETERS			
	units	adults	children
Days per week	days/wk	7	
Days per week, occupational		5	
Geometric Standard Deviation		1.6	
Blood lead level of concern (ug/dl)		10	
Skin area, residential	cm ²	5700	2900
Skin area occupational	cm ²	2900	
Soil adherence	ug/cm ²	70	200
Dermal uptake constant	(ug/dl)/(ug/c	0.0001	
Soil ingestion	mg/day	50	100
Soil ingestion, pica	mg/day		200
Ingestion constant	(ug/dl)/(ug/c	0.04	0.16
Bioavailability	unitless	0.4	
Breathing rate	m ³ / day	20	6.8
Inhalation constant	(ug/dl)/(ug/c	0.08	0.19
Water ingestion	l/day	1.4	0.5
Food ingestion	kg/day	1.9	1.1
Lead in market basket	ug/kg	3.1	
Lead in home-grown produce	ug/kg	405.0	

PATHWAYS						
ADULTS	Residential			Occupational		
	Pathway contribution			Pathway contribution		
	PEF	ug/dl	percent	PEF	ug/dl	percent
Soil Contact	3.5E-5	0.03	0%	1.3E-5	0.01	1%
Soil Ingestion	8.0E-4	0.72	6%	5.7E-4	0.51	31%
Inhalation, bkgrnd		0.05	0%		0.04	2%
Inhalation	2.5E-6	0.00	0%	1.8E-6	0.00	0%
Water Ingestion		0.84	7%		0.84	51%
Food Ingestion, bkgrnd		0.15	1%		0.23	14%
Food Ingestion	1.2E-2	10.77	86%			0%

CHILDREN	typical			with pica		
	Pathway contribution			Pathway contribution		
	PEF	ug/dl	percent	PEF	ug/dl	percent
Soil Contact	5.1E-5	0.05	0%		0.05	0%
Soil Ingestion	6.4E-3	5.76	18%	1.3E-2	11.52	30%
Inhalation	2.0E-6	0.00	0%		0.00	0%
Inhalation, bkgrnd		0.04	0%		0.04	0%
Water Ingestion		1.20	4%		1.20	3%
Food Ingestion, bkgrnd		0.35	1%		0.35	1%
Food Ingestion	2.8E-2	24.95	77%		24.95	65%

[Click here for REFERENCES](#)



14 de Noviembre de 2017

Altoya Ltda

La Concepción 65
Providencia Santiago Chile

At: **Eduardo Altamirano**
Gerente General

Estimado Eduardo,

Re: Evaluación de riesgos para la salud humana de rípios y pilas, Altos de Copaquilla, norte de Chile (Human Health Risk Assessment of mine spoil and heap leach piles, Altos de Copaquilla, northern Chile)

Resumen Ejecutivo

Se ha realizado un análisis de diferentes escenarios de exposición actuales y potenciales, relacionados a los posibles impactos a la salud humana de metales y metaloides, incluyendo arsénico (As), plomo (Pb), cobre (Cu) y zinc (Zn), así como de cianuro (CN), en residuos mineros abandonados en Altos de Copaquilla. Como resultado del estudio, se han desarrollado criterios sitio-específicos para cada receptor potencialmente expuesto a los contaminantes dentro de los escenarios propuestos, cuyos umbrales de concentración se exponen en la Tabla 1. En este informe también se abordan los efectos potenciales en la salud humana de sobrepasarse estos umbrales.

TABLA 1 UMBRALES DE CONCENTRACIONES PARA CADA ESCENARIO

Elemento/ Compuesto Químico	Receptor Potencial – Exposición Crónica			Exposición Aguda
	Residencial	Trabajador	Visitante	Corto-Plazo
Units	mg/kg			
As	80	1,000	8,000	75*/ 750
Pb	90	1,600	7,100	50*/ 500
Cu	6,000	120,000	510,000	NR
Zn	7,400	200,000	900,000	NR
Free CN	200	1,300	7,400	750*/ 7,500

Notas: NR No Relevante; * considera receptores con trastorno pica, el cual es el deseo de consumir sustancias no nutritivas especialmente tierra – geofagia – que en niños de 1 a 6 años tiene una frecuencia aproximada del 10-30% de la población.

Basado en los resultados de esta evaluación, la gestión y manejo de estos residuos minerales será necesaria para proteger la salud de los actuales y futuros usuarios del sitio. En el presente informe, también se presentan recomendaciones en cuanto a las opciones para esta gestión.



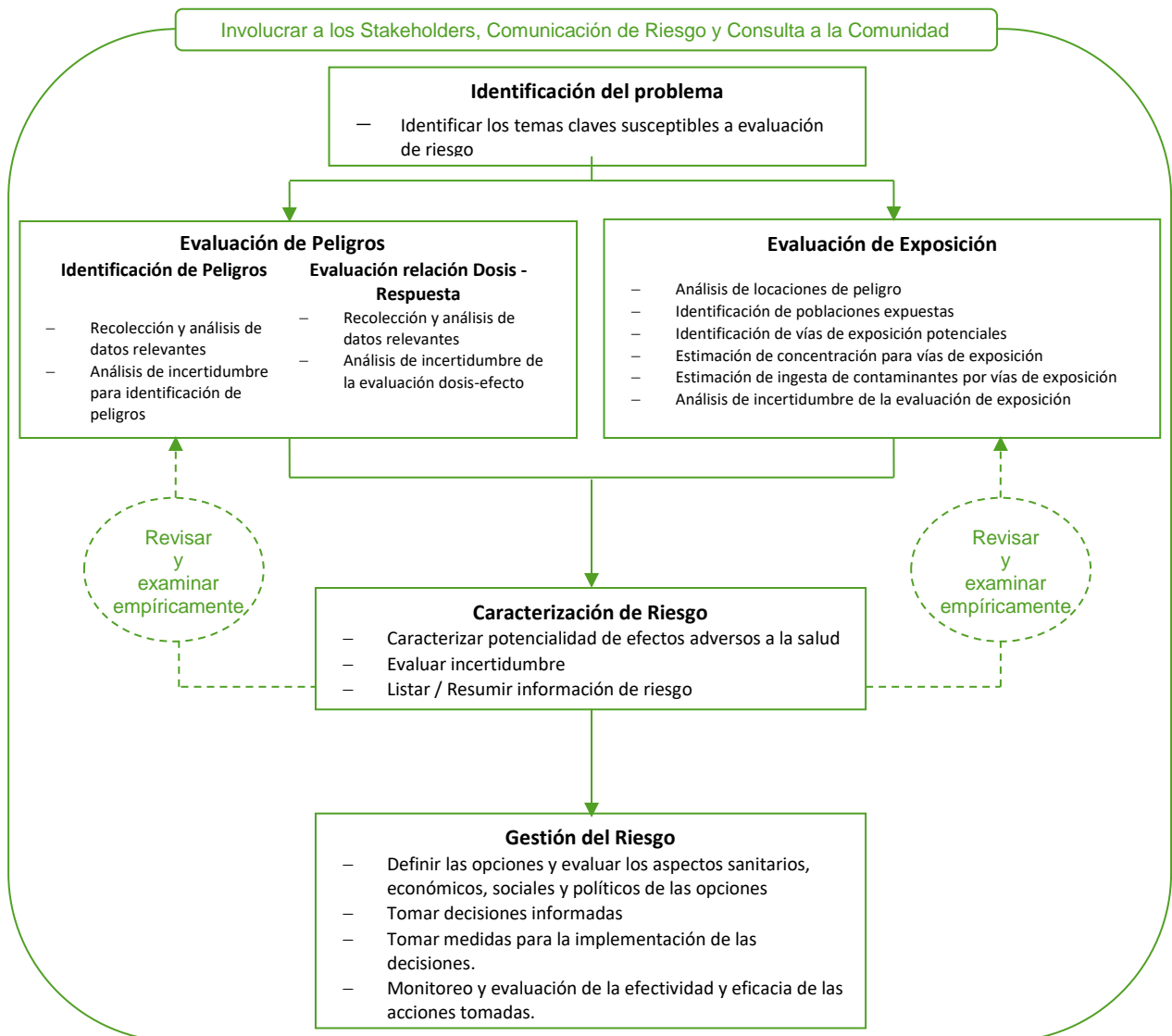
1.0 Introducción y Planteamiento

Altoya Ltda solicitó a Environmental Earth Sciences (Australia) la realización de una Evaluación de Riesgos a la Salud Humana (HHRA por sus siglas en inglés) para determinar cuantificar escenarios de riesgo asociados a la exposición directa de personas a los residuos minerales abandonados en Altos de Copaquilla (en adelante “el sitio”).

Esto fue llevado a cabo utilizando un proceso recomendado por la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos (USEPA), el Consejo enHealth australiano (enHealth 2012a) y el Consejo Nacional de Protección Medioambiental Australiano (NEPC 2013), considerando las vías potenciales de exposición de estos químicos a receptores humanos en el sitio y sus alrededores (de acuerdo a enHealth, 2012b).

Los datos de exposición genérica y la información de toxicidad química particularmente de arsénico y plomo han sido empleados para caracterizar el riesgo y así desarrollar umbrales de concentración que representen límites seguros de exposición para receptores potenciales (residentes, trabajadores in-situ y en propiedades alrededor) en los residuos y poblaciones cercanas.

Un resumen de los procesos de Evaluación de Riesgos a la Salud Humana (HHRA) se presenta en el Diagrama 1.



enHealth (2012a)

Diagrama 1: Proceso de HHRA

2.0 Contexto, Identificación del problema y Desarrollo del Modelo Conceptual de Sitio (CSM)

Los residuos generados de la lixiviación en pilas (abandonados en Altos de Copaquilla) contienen concentraciones elevadas de metales y metaloides que incluyen Pb y As en particular (pero también Cu y Zn), los que se entiende fueron generados en el mismo sitio luego del proceso de lixiviación para la extracción de oro y plata. Se entiende también que el mineral provenía de la operación minera desarrollada por PROMEL en el Cerro Choquelimpie, Putre, en el norte de Chile.

El área del sitio es de aproximadamente 16 hectáreas. Los receptores humanos potenciales más cercanos incluyen dos pequeñas comunidades agrícolas a 2 kilómetros al este de los rípios. Cuatro quebradas drenan el sitio (durante eventos de precipitación extrema) y desembocan en el río Seco el cual corre de norte a sur adyacente a las comunidades agrícolas. El promedio anual de precipitaciones es muy bajo y ronda los 150mm, las cuales se concentran en los meses de enero y febrero (por lo que no es esperable escorrentía de agua hacia el río Seco cada año por las quebradas). Es también esperable que ocurra algún grado de mineralización natural en el área.



Basado en las características del sitio y sus alrededores se han definido los siguientes escenarios de peligro potencial:

- Visitantes ocasionales (exposición recreacional de adultos y niños);
 - El sitio no está cercado y es atravesado por un camino público, por ende, carece de mecanismos que prevengan la exposición de los visitantes a los residuos.
- Trabajadores in-situ (exposición industrial de adultos);
 - Se contemplan trabajos en los residuos que incluyen labores de obras viales y limpieza/gestión de estos.
- Residentes futuros potenciales (exposición residencial de adultos y niños);
 - Considerado poco probable, pero es el escenario más conservador; y
- Residentes actuales de comunidades cercanas (exposición residencial para adultos y niños por transporte de contaminantes por vía aérea y fluvial);
 - No ha establecido ruta entre la fuente y receptores para este escenario (por lo que no se considerará más allá en este informe).

Los efectos potenciales agudos en la salud debidos a la exposición por cortos períodos de tiempo a los contaminantes también son considerados y detallados en este informe.

3.0 Niveles de referencia para la evaluación de contaminantes

Niveles de referencia Nivel 1 (vale decir de documentos) para la evaluación de concentraciones de metales en suelos han sido extraídos de Health Canada (2010). Un resumen de los niveles de referencia se provee en la Tabla 2. Adicionalmente, se incluye una lista completa de las referencias utilizadas en este estudio en la Sección 11.

TABLA 2 PARÁMETROS SUELO Y SEDIMENTO NIVEL 1 – NIVELES DE REFERENCIA CANADIENSE

Uso de Suelo/ Elemento	Unidades	As	Cd	Zn	Cu	Cr	Pb	CN
Suelo Agrícola	mg/kg	12	1.4	200	63	64	70	0.9
Suelo Residencial	mg/kg	12	10	200	63	64	140	-
Suelo Industrial	mg/kg	12	22	360	91	87	600	8
Sedimento	mg/kg	5.9	-	123	19	-	30	-

4.0 Evaluación de Peligro y Toxicidad

4.1 Exposición crónica

4.1.1 Arsénico

Este elemento presenta perfiles de riesgo umbral (hiperpigmentación, queratosis y posibles complicaciones vasculares, como descrito en IRIS, 2017a) y no umbral (cáncer de pulmón,



hígado, riñón y vejiga, IRIS, 2017a). Como resultado, se ha determinado un Valor de Toxicidad Referencial (TRV) considerando tanto su perfil umbral (no cancerígeno) y su perfil no umbral (cancerígeno). Este corresponde a un TRV de 0.002 mg/kg-bw/por día como ha sido recomendado por el Consejo Nacional de Protección Ambiental (NEPC 2013) en su Sección B7, Apéndice A1, Capítulo 1.

4.1.2 Plomo

El plomo ha sido considerado como un cancerígeno humano probable con efectos umbrales multimodales debido a su capacidad de “potencialmente afectar cualquier sistema u órgano en el cuerpo humano” (NEPC 2013, Sección B7, Apéndice A1, Capítulo 8). Como tal, sus TRVs se han descartado en favor del uso del modelo de Pb sanguíneo, debido a que los efectos de la exposición al Pb comúnmente son relacionados al contenido del mismo en la sangre (NEPC, 2013; ATSDR 2007b).

4.2 Exposición Aguda

4.2.1 Arsénico

A pesar de no ser parte estándar del proceso de Evaluación de Riesgos a la Salud Humana (HHRA) bajo guías internacionales, los riesgos de exposición aguda de corto plazo han sido considerados en el presente informe. Para As, ATSDR (2007a) calcula niveles de riesgo mínimo (MRLs por sus siglas en inglés) para exposición aguda correspondientes a 0.005 mg/kg-bw/día, lo que para un niño de 15 kg se traduce en una ingesta admisible de 0.075 mg diarios antes de presentarse algún riesgo. La exposición aguda a esos niveles (asumiendo una ingestión de 100 mg suelo por día) requeriría concentraciones de As de 750 mg/kg o más en el suelo y los residuos.

Sin embargo, la USEPA (2011) indica que cuando se evalúan riesgos en niños que pueden presentar trastornos pica (geofagia en particular) “la ingestión diaria estimada se eleva a 1,000 mg/día de suelo. Cabe notar que este valor es más apropiado para exposición aguda”. Esta cantidad de suelo, de ser ingerida, limitaría la concentración máxima permisible en suelos y residuos a 75 mg/kg antes de existir riesgos de que se presentasen efectos agudos.

4.2.2 Plomo

No se han calculado niveles de riesgo mínimo (MRLs) para Pb, debido a que “un umbral claro para algunos de los efectos más sensibles en humanos no ha sido identificado” y los MRLs podrían pasar por alto la importancia de los niveles de Pb en la sangre como marcador (ATSDR, 2007b Sección 2.3). Esto ha resultado en la asignación de “un nivel de preocupación en la sangre” para plomo de 10 µg/dL, que para el escenario del sitio ha sido determinado como alcanzable con concentraciones de Pb en suelo/polvo de <90 mg/kg (para niños), <280 mg/kg (para adultos) y de <6,000 mg/kg (para trabajadores) (ver Adjunto 1).

Sin embargo, de manera conservadora, se ha calculado un Pb MRL de 0.0035 mg/kg-bw/día, lo que para un niño de 15 kg se traduce en una ingesta admisible de 0.05 mg/día y requeriría concentraciones de Pb de 500 mg/kg o más en el suelo y los residuos, y 50 mg/kg de considerarse niños con trastorno pica.

4.2.3 Cianuro

ATSDR (2006) indica un MRL para CN para exposición aguda de 0.05 mg/kg-bw/día, lo que para un niño de 15 kg se traduce en una ingesta admisible de 0.75 mg/día. La exposición



aguda a estos niveles, asumiendo ingestión de 100 mg suelo/día requerirían de concentraciones de CN de 7,500 mg/kg o más en el suelo y los residuos, y 750 mg/kg de considerarse niños con trastorno pica.

5.0 Evaluación de Datos

Los datos provistos por Altoya han sido evaluados para el desarrollo de niveles de referencia sitio-específicos (Nivel 2), y también para cuantificar posibles riesgos a receptores identificados. Esta identificación ha sido abordada como parte de la evaluación de exposición en la siguiente sección de este informe.

5.1 Resumen estadístico de concentraciones totales de metales en el suelo, sedimentos y residuos minerales.

Se evaluaron datos de concentraciones de arsénico (As) y plomo (Pb) en residuos mineros, puntos background y sedimentos en locaciones aledañas. Las Tablas 3 y 4 contienen resúmenes para ambos metales respectivamente. Los datos se dividen en residuos minerales (Ripios), tierra bajo los residuos (Suelo Bajo Ripios) y sedimentos de relave (Dique Oeste).

TABLA 3 RESUMEN ESTADÍSTICO – ARSÉNICO

Area	Profundidad (cm)	Muestras	Promedio	Máx.	Desv. Est.	CV	95% UCL
Ubicaciones en el sitio de residuos							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	7.02	17.5	6.22	0.89	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	7.23	27.41	11.65	1.61	n
Ripios (residuo)	40	8	323	632	200	0.62	n
Dique Oeste (sedimento de relave)	40	1	68.4	68.4	n	n	n
Dique Oeste (sedimento de embalse)	100	1	6.24	6.24	n	n	n
Puntos background							
BSBR Alto	0-20	8	4.03	6	1.112	0.28	n
BSBR Alto	100	8	3.17	3.99	0.495	0.16	n
Background combinado		24	4.7	11.4	2.22	0.47	5.6

TABLA 4 RESUMEN ESTADÍSTICO – PLOMO

Area	Profundidad (cm)	Muestras	Promedio	Máx.	Desv. Est.	CV	95% UCL
Ubicaciones de la Mina							
Suelo Bajo Ripios	0-20	4	29.13	101	41.7	1.43	n
Suelo Bajo Ripios	100	4	6.77	11.06	2.54	0.38	n
Ripios (residuo)	40	8	875	1,526	297	0.34	n
Dique Oeste (sedimento de embalse)	40	1	187	187	n	n	n



Dique Oeste (sedimento de embalse)	100	1	6.79	6.79	n	n	n
Puntos background							
BSBR Alto	0-20	8	8.21	10.7	1.95	0.24	n
BSBR Alto	100	8	6.15	8.18	1.4	0.23	n

Para As solo los puntos background cumplen con el criterio de Nivel 1 para cualquier uso de suelo (12 mg/kg), mientras que para Pb todos los puntos están bajo este criterio, a excepción de los residuos minerales (que no cumplen con ningún criterio de Nivel 1). El suelo de bajo los rípos falla solamente el criterio de Nivel 1 agrícola, mientras que el sedimento de relaves no cumple con el estándar agrícola y residencial de Nivel 1.

La Tabla 5 presenta un resumen de concentraciones de metales en rípos minerales, incluyendo Zn, Cu y CN adicionalmente a As y Pb. Niveles por sobre los criterios de Nivel 1 son aparentes para todos los elementos, a excepción de Zn (para criterio industrial). Basado en el criterio de Nivel 2 presentado en la Tabla 1 (pág. 1) ninguno de las concentraciones de Cu o Zn excede el criterio más sensible de Nivel 2. Las concentraciones de CN también cumplen con los criterios de Nivel 2 de manera estadística ya que el promedio de estas es menor al criterio, la desviación estándar es menor que el 50% del criterio, y el valor máximo es menor a 2.5 veces el criterio (establecido como condiciones en NEPC, 2013). En adelante, estos elementos y compuestos químicos (Zn, Cu y CN) no serán considerados más allá en este informe.

TABLA 5 RESUMEN ESTADÍSTICO – RESIDUOS

Area	Profundidad (cm)	Muestras	Promedio	Máx.	Desv. Est.	CV	Criterios para suelo/residuos*
Ripios As	40	8	323	167.13	20.21	0.14	12/12/12
Ripios Zn	40	4	240.57	388.21	140.3	0.58	200/200/360
Ripios Cu	40	4	370.64	434.1	68.89	0.19	63/63/91
Ripios Pb	40	8	875	1,526	297	0.34	70/140/600
Cyanide	Surface	27	63	269	87	1.38	0.9/-/8

Notas: unidades son mg/kg; * criterios agrícola/residencial/industrial

5.2 Concentraciones lixiviables en residuos minerales

Cuatro muestras de residuos minerales (Ripios N1-N4) fueron sometidas a evaluaciones de lixiviación usando el Procedimiento de Lixiviación por Precipitación Sintética (SPLP) Método 1312 (USEPA, 1994). Esto incluye una proporción de 20:1 o 5% de fluido a sólido. Un resumen de los resultados y sus correspondientes concentraciones totales es presentado en la Tabla 6, junto al cálculo del porcentaje capaz de ser lixiviado para cada muestra para Pb y As.

Los datos resumidos en la Tabla 6 indican que la lixivabilidad de As y en particular de Pb es muy baja bajo las condiciones del test SPLP (ácidos nítrico y sulfúrico diluidos mezclados con un pH de solución entre 4.2 and 5.0).



TABLA 6 RESULTADOS DE PRUEBAS DE LIXIVIABILIDAD Y CÁLCULOS – RIPIOS

Muestra/ Parámetro	As TC	As SPLP	As BF%	Pb TC	Pb SPLP	Pb BF%
Unidades	mg/kg	mg/L	%	mg/kg	mg/L	%
Ripios N1	441	0.234	1.06	615	0.0555	0.18
Ripios N2	473	0.277	1.17	758	0.0157	0.04
Ripios N3	632	0.022	0.07	1526	0.0446	0.06
Ripios N4	462	0.304	1.32	650	0.0005	0.002

Notas: TC Concentración Total; SPLP concentración lixiviable; BF factor de biodisponibilidad

6.0 Evaluación de Exposición

Los escenarios potenciales de exposición para las poblaciones receptoras han sido cuantificados usando una evaluación de exposición genérica. Esto se detalla a continuación.

6.1 Identificación de poblaciones expuestas

Las poblaciones identificadas que han sido y probablemente serán expuestas a suelos, residuos y sedimentos son:

- Visitantes ocasionales (exposición recreacional para adultos y niños);
- Trabajadores en el sitio (exposición industrial para adultos); y
- Posibles futuros residentes (exposición residencial para adultos y niños).

De los receptores potenciales, se espera que los trabajadores sean quienes tengan la exposición directa más alta a los residuos como parte de sus actividades diarias. Sin embargo, la frecuencia y duración de dicha exposición es considerada como restringida a horas de trabajo y labores de la misma índole, asumiendo como peor escenario posible niveles de 10 horas al día de Tiempo de Exposición (ET por sus siglas en inglés), 240 días al año (48 semanas al año) como Frecuencia de Exposición (EF por sus siglas en inglés) y 35 años de Duración de Exposición (ED por sus siglas en inglés) (según Health Canada 2010, Parte 1 Tabla 4). El uso de un ED de 35 años implica asumir muy conservadoramente el escenario potencial de que algunos miembros del personal pudieran trabajar en el sitio por gran parte de su vida laboral.

El receptor más sensible sería el residente, el cual estaría en un escenario mucho más complejo. Visitantes ocasionales tendrían un potencial limitado de exposición.

6.2 Identificación de vías de exposición

Para suelo (y potencialmente residuos y sedimentos) las vías de exposiciones para ocupantes humanos para el sitio y sus alrededores son:

- Contacto dermal (absorción a través de la piel);
- ingestión incidental o indirecta;
- Inhalación de polvo (en actuales y potenciales obras en terreno); y



- Consumo de productos elaborados en suelos contaminados.

Dado que As y Pb no son volátiles, la inhalación por vapor no requiere consideración en el análisis.

Para la vía de ingestión de suelo, debido a su muy baja biodisponibilidad reportada en la Sección 5.2 y Tabla 6 (1% o menos), tanto como para la presencia de formas oxidadas de As (determinadas por análisis de laboratorio), y en referencia a los valores de literatura, la viabilidad oral (BAo) de As y Pb será asumida como 30% y 90% respectivamente (para el modelo Pb-Sangre este valor equivale a 40%). La forma oxidada de As (AsV) se reporta como hasta 60 veces menos tóxica que la forma reducida AsIII (Juhasz *et al.* 2003, Langley 1991, Ng *et al.* 2003).

Para la vía de inhalación de polvo, debido al fuerte potencial de generación de polvo en el sitio, el escenario del caso más adverso correspondiente al 99% de exposiciones admisibles de fuentes background fueron consideradas para los escenarios residenciales y de trabajadores.

6.3 Exposición background

Cuando hablamos de la cuantificación de riesgo debido a la exposición incrementada a As y Pb es importante considerar la exposición background (preexistente o precedente) a estos químicos que es independiente de los residuos minerales (como ingesta de agua, inhalación de aire, ingesta de frutas, vegetales, aves, huevos y tierra en particular). Es conocido también que existe mineralización natural en el área que conlleva la presencia de metales elevados (ver resúmenes en Tablas 3 y 4).

En consecuencia, se ha determinado que la tolerancia para exposición background será aumentada a 80% (esto significa que se asumirá que los potenciales residentes futuros del sitio habrán obtenido el 80% de ingesta segura diaria de As y Pb de fuentes background). Es importante considerar que la bibliografía sugiere que los niveles “normales” de exposición background para As y Pb se ubiquen en el rango de entre 20% a 50% de ingestas tolerables diarias (TDIs). De la misma manera, se asumirá que la población potencial futura recibiría 99% de su ingesta permitida de As y Pb como preexistente (aunque la literatura ubique estos valores en 0% para As y 40% para Pb).

7.0 Caracterización de Riesgos

7.1 Cálculo de concentraciones permitidas de contaminantes en residuos, tierra y sedimentos.

Los supuestos de exposición discutidos anteriormente se detallan en la Tabla 7, y estos se usan para el cálculo de criterios para los distintos usos de suelo y escenarios de exposición.

También es importante notar que para la determinación de criterios, cada valor representa una combinación de las distintas vías de exposición consideradas (y detalladas en la sección 6.2) que corresponden a la ingesta incidental de tierra, consumo de producción casera (sólo en el escenario residencial), contacto dermal e inhalación de polvo.

Los resultados de caracterización de riesgo para cada escenario de As y Pb (y también de Cu, Zn y CN) se presentan en el Adjunto 2.



7.1.1 Receptores potenciales más sensibles: Futuros residentes del sitio.

Esta población receptora representa el peor caso (residentes en cercanía directa del sitio donde se ubican los residuos). Tomando a un niño como receptor más sensible (y una exposición oral y dermal background de 80% y una de inhalación de polvo de 99% de su ingesta/absorción diaria tolerable de As y Pb), y asumiendo que la producción casera (HGP por sus siglas en inglés) incluye hasta un 35% de frutas, vegetales, aves y huevos que serían cultivados in situ, se ha determinada una concentración tolerable de 80 mg/kg para As y una de 90 mg/kg para Pb.

7.1.2 Trabajadores en el sitio

Tomando a un adulto como el receptor más sensible, para este escenario se determinó una concentración tolerable de 1,000 mg/kg para As y de 1,600 mg/kg para Pb.

7.1.3 Visitantes

Tomando a un niño como el receptor más sensible y una frecuencia de exposición de 12 días al año, ha sido determinada una concentración tolerable de 8,000 mg/kg para As y de 7,100 mg/kg para Pb. Se sugiere considerar que, como es detallado en la sección 4.2, se ha estimado que efectos agudos potenciales de corto plazo no debieran ser apreciados en concentraciones de As menores a 750 mg/kg.

TABLA 7 CÁLCULO DE CRITERIO DE SUELO

Elemento Químico	TDI	BW	IR	BA _o	Ingesta Background (BI)	Criterio propuesto		
						Residencial	Trabajador	Visitante
Unidades	µg/kg-bw/day	kg	mg/day	%	% of TDI	mg/kg		
As	0.002	15/ 70*	100/ 100*	30	80/ 99^	80	2,000	8,000
Pb	0.0035	15/ 70*	100/ 100*	90	80/ 99^	90	1,600	7,100

Nota(s): *Niños (residencial)/ adultos (industrial) usando supuestos de Health Canada
^ ingesta oral y dermal e inhalación de polvo
TDI Ingesta tolerable diaria; BW peso corporal; IR índice de ingestión de suelo; BA_o biodisponibilidad oral

7.2 Resumen de caracterización de riesgo por vía de exposición para arsénico.

7.3 Ingesta de suelo

Mediante el uso de la ecuación a continuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.3.1), los factores sitio-específicos asociados a la biodisponibilidad oral (BA_o) e ingesta preexistente oral/ dermal (BI_o) se consideran de la siguiente manera:

$$HIL_{ingesta} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_o (100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{IR_{SC} \times BA_o \times CF \times EF \times ED} \quad C$$

Ecuación 3

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
- TRV_o = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingestas orales (mg/kg/al día para contaminantes umbrales)



- Bl_o = Ingesta background relevante a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, que incluye agua, aire y productos de consumo donde corresponda) (como % del TRV_o)
- IR_{sc} = Índice de ingestión de suelo/polvo para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (mg/día)
- BA_o = Biodisponibilidad oral (sin unidad de medida, expresado como fracción de 1)
- CF = Factor de conversión de 1x10⁻⁶ para convertir mg a kg
- EF = Frecuencia de exposición (días/año)
- ED_c = Duración de exposición para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (años)
- BW_c = Peso corporal para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (kg)
- AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = ED x 365 días)

Tal como se indica en las planillas presentadas en el Adjunto 1, al usar una BA_o sitio-específica de 30% (en lugar de 100%) y una Bl_o de 80% (en vez de 50%), se calcula una ingesta de suelo específica al sitio HIL A de **200 mg/kg** (incrementada de un valor de Nivel 1 de 150 mg/kg). Adicionalmente, se calcula una ingesta de tierra específica al sitio HIL de **12,000 mg/kg** para visitantes ocasionales (incrementada de un valor de espacio abierto de Nivel 1 de 300 mg/kg), mientras que el valor correspondiente a potenciales trabajadores en el sitio se ubica en **2,800 mg/kg** (disminuido de un valor de Nivel 1 de 4,300 mg/kg, asumiendo el escenario canadiense de IR para adultos de 100 mg/al día en lugar de 50 mg diarios).

7.2.2 Contacto dermal

Utilizando la siguiente ecuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección1.3.2), los factores sitio-específicos asociados a la ingesta oral y dermal background (Bl_o) se considerarían de la siguiente manera:

$$HIL_{\text{dermal}} \text{ (mg / kg)} = \frac{(TRV_D(100\% - Bl_o)) \times BW_C \times AT_T}{SA_C \times AF \times DAF \times CF \times EF \times ED_C} \quad \text{Ecuación 6}$$

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
- TRV_D = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingesta dermal (como mg/kg/día para contaminantes con umbral)
- Bl_o = Ingestas background relevantes a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, que incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta background)
- SA_C = Área de piel expuesta para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D)(cm²)
- AF = Factor de adherencia tierra a piel (mg/cm²/día)
- DAF = Factor de absorción dermal (específico para cada compuesto/elemento químico) (sin unidad)
- CF = Factor de conversión de 1x10⁻⁶ para convertir mg a kg
- EF = Frecuencia de exposición (días/año)
- ED_C = Duración de exposición para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (años)
- BW_C = Peso corporal para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (kg)
- AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = ED x 365 días)

Tal como se indica en las planillas presentadas en el adjunto 1, al usar una Bl_o específica al sitio de 80% (en lugar de 50%) se calculan valores de contacto dermal sitio-específicos para posibles residentes futuros, visitantes ocasionales y trabajadores de **890, 27,000 and 4,500 mg/kg** respectivamente (alterados desde valores de Nivel 1 de 2,200, 2,200 y 11,000 mg/kg).

7.2.3 Inhalación de Polvo

Usando la siguiente ecuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección1.3.3), los factores específicos al sitio asociados a la ingesta preexistente por inhalación (Bl_i) y factores de emisión de partículas (PEF), se considera:



$$HIL_{dust} (mg / kg) = \frac{(TRV_i(100\% - BI_i)) \times AT_T}{\left[\frac{1}{PEF_o} \times ET_{co} \right] + \left[\frac{1}{PEF_i} \times TF \times ET_{ci} \right]} \times RF \times EF \times ED_C$$

Ecuación 9

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
- TRV_i = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de absorción por inhalación (como mg/m³)
- BI_i = absorción background relevantes a exposición por inhalación (de fuentes distintas a suelo, que incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde es relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta background)
- PEF_{i,o} = Factor de emisión de partículas (or carga de polvo) para aire exterior outdoor (O) o interior indoor (I) (m³/kg)
- ET_{ci,co} = Tiempo de exposición outdoor (O) o indoor (I) para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (horas/día)
- TF = Factor de transporte de polvo indoor (sin unidad)
- RF = Factor de retención pulmonar relevante a la inhalación de polvo en el sitio (sin unidad)
- EF = Frecuencia de exposición (días/año)
- ED_C = Duración de exposición para niños pequeños (HILs A, B and C) y adulto (HIL D) (años)
- AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (horas, = ED x 365 días x 24 horas)

Tal y como las planillas presentadas en el Adjunto 1 señalan, mediante el uso de un BI específico al sitio de 99% en lugar de 0% y un PEF de 8.1E+09 m³/kg en vez de 2.9E+10 m³/kg, se calcularon valores sitio-específicos de inhalación de polvo para escenarios residencial, visitante ocasional y trabajador de **1,600, 500,000 and 6,200 mg/kg** respectivamente (alterados desde valores de Nivel 1 de 160,000, 820,000 y 620,000 mg/kg).

7.2.4 Consumo de productos caseros

Para este punto del análisis, se considerará el potencial de contribución de los productos caseros (HGP) a la ingesta de As en niveles llevados al peor escenario posible, donde la proporción total de la dieta sería 35% vegetales y frutas, 25% carnes avícolas y 200% huevos (Cross y Taylor 1996).

Utilizado las siguientes ecuaciones de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.3.5), los factores sitio-específicos asociados a la ingesta oral/dermal (BI_o) se consideran:

$$HIL_{plantuptake} (mg / kg) = \frac{(TRV_o(100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{UF_V \times EF \times ED_C}$$

Ecuación 15

$$UF_{VC} (kg / day) = F_{HG} \times \left([CF_{tuber} \times C_{tuber}] + [CF_{root} \times C_{root}] + [CF_{green} \times C_{green}] + [CF_{fruit} \times C_{fruit}] \right)$$

Ecuación 16

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
- TRV_o = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingestas orales (as mg/kg/al día para contaminantes con umbral);
- BI_o = Ingestas background relevantes a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, que incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde es relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta background)



- UF_{VC} = Factor de absorción de plantas, calculadas para el consumo de productos cultivados en casa consumidos por niños pequeños (kg/día)
 CF_y = Factores de concentración en plantas relevantes para tipo de producción (y) (específico a cada compuesto/elemento químico) (mg/kg peso de productos frescos a mg/kg peso seco de suelo)
 C_y = Índice de consumo por cada tipo de alimento (y) (kg/día)
 F_{HG} = Fracción de todas las frutas y vegetales consumidas que son producidas en casa (sin unidad)
 EF = Frecuencia de exposición (días/año)
 ED_C = Duración de exposición para niños pequeños (años)
 BW_C = Peso corporal de un niño pequeño (kg)
 AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = $ED \times 365$ días)

Para considerar el consumo de productos caseros de carne y huevos, fue introducido el término $UF_{PM\&E}$ (Factor de absorción para aves y huevos). Las ecuaciones 15a y 16a se entregan a continuación, con planillas de cálculo incluidas en el Adjunto 1:

$$HIL_{HGP} \text{ (mg/kg)} = \frac{(TRV_o (100\% - BI_o)) \times BW_C \times AT_T}{(UF_V + UF_{PM\&E}) \times EF \times ED_C} \quad \text{Ecuación 15a}$$

$$UF_{PM\&E} = F_{HG} \times (C_{PM} \times UF_{VC}) + F_{HG} \times (C_E \times UF_{VC} \times BCF) \quad \text{Ecuación 16a}$$

donde:

- HIL = Nivel de investigación para la salud como definido por NEPC (2013)
 TRV_o = Valor de toxicidad referencial relevante a la cuantificación de ingestas orales (as mg/kg/al día para contaminantes con umbral);
 BI_o = Ingestas background relevantes a exposición oral/dermal (de fuentes distintas a suelo, incluye comida, agua, aire y productos de consumo donde es relevante) (fracción relevante al % asignado a la ingesta background)
 UF_{VC} = Factor de absorción de plantas, calculadas para el consumo de productos caseros para niños pequeños (kg/día)
 $UF_{PM\&E}$ = Factor de absorción de aves y huevos calculadas para el consumo de productos caseros para niños pequeños (kg/día)
 C_{PM} = Índice de consumo de carne avícola (kg/día)
 C_E = Índice de consumo de huevos (kg/día)
 F_{HG} = Fracción de todas las frutas y vegetales consumidas que son producidas en casa (sin unidad)
 EF = Frecuencia de exposición (días/año)
 ED_C = Duración de exposición para niños pequeños (años)
 BW_C = Peso corporal de niño pequeño (kg)
 AT_T = Tiempo promedio para contaminantes con umbral (días, = $ED \times 365$ días)
 BCF = Factor de bio-concentración para huevos (0.25%)

Tal como se indica en las planillas presentadas en el adjunto 2, usando una BI_o sitio-específica de 80% (en lugar de 50%) se calculan valores específicos al sitio HGP HIL_A para consumo de 35% de vegetales y frutas, 25% de carne avícola y 200% de huevos como HGP de **160 mg/kg** (alterados desde valores de Nivel 1 de 1,300 mg/kg).

Los criterios sitio-específicos basados en parámetros de salud asociados al arsénico consideran todas las vías de ingesta.

Empleando la siguiente ecuación de la NEPC (2013, Programa B7, Apéndice B, Sección 1.2), los factores sitio-específicos asociados a la biodisponibilidad (BA_o) y la ingesta/absorción oral/dermal preexistente (BI_o and BI_i), junto al consumo de HGP, pueden considerarse para todas las vías de ingesta:



$$HIL(mg / kg) = \frac{1}{\left[\frac{1}{HIL_{ingestion}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dermal}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{HGP\ uptake}} \right] + \left[\frac{1}{HIL_{dust}} \right]} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

$HIL_{ingestion}$	= Nivel de suelo asociada a la ingesta de suelo y polvo para niños pequeños, referencia Ecuación 3e
HIL_{dermal}	= Nivel de suelo asociada a absorción dermal de contaminantes en tierra / polvo para niños pequeños, referencia Ecuación 6
$HIL_{HGP\ uptake}$	= Nivel de suelo asociada a ingesta de contaminantes en HGP para niños pequeños, referencia Ecuaciones 15, 15a, 16 and 16a
HIL_{dust}	= Nivel de suelo asociada a inhalación de contaminantes en polvo para niños pequeños, referencia Ecuación 9

Para los tres usos de suelo considerados, el siguiente criterio HIL específico al sitio ha sido derivado para arsénico en suelo:

1. Futuros residentes en el sitio de los residuos: **80 mg/kg**;
2. Visitantes ocasionales al sitio (que tiene acceso público actualmente): **8,000 mg/kg**; and
3. Trabajadores actuales y futuros en el sitio: **1,000 mg/kg**.

7.2.5 Resumen del modelo de plomo sanguíneo

El modelo de plomo sanguíneo ha considerado los peores escenarios posibles para sus valores de entrada, incluyendo exposiciones background por vía aérea ($0.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$), suelo / polvo ($900 \text{ mg}/\text{kg}$), agua ($15 \mu\text{g}/\text{L}$), HGP (35%) y polvo respirable ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Como puede verse en los resultados del modelo del Adjunto 1, 77% de la exposición a Pb para niños (y 86% para adultos) proviene de la ingesta de alimentos, mientras que para ingesta de suelo ésta alcanza un 18%.

Las concentraciones de Pb en el suelo que aseguren que los niveles sanguíneos de este elemento en poblaciones expuestas no excedan el nivel umbral de $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ (determinado por ATSDR 2007b y basado en un percentil estimado de 95th), han sido calculadas como $89 \text{ mg}/\text{kg}$ (redondeado a $90 \text{ mg}/\text{kg}$) para niños y $280 \text{ mg}/\text{kg}$ para adultos.

8.0 Gestión de Riesgo

Dado que las concentraciones de As y Pb exceden los niveles umbrales listados en la Sección 7 y Tabla 7 precedentes, se determina que será necesario generar procedimientos de gestión de riesgo, los cuales serán resumidos a continuación.

8.1 Gestión activa: Remoción / limitación de vías de exposición

8.1.1 Escenario residencial futuro

El método más efectivo para asegurar la mitigación de la exposición a niveles aceptables es crear una barrera entre los posibles ocupantes del sitio y los residuos minerales impactados por la presencia de As y Pb. Las alternativas más probables incluyen la aplicación de una capa de suelo sobre el terreno o la colocación de un cercado, ambas medidas destinadas a eliminar el potencial acceso de los receptores a los residuos. Estas medidas necesitarían ser implementadas en conjunción con controles de erosión y transporte de sedimentos, en particular para las quebradas.



Al comparar los parámetros derivados en la Sección 7 (Tabla 7) con las concentraciones de As y Pb resumidas en las Tablas 3 y 4 respectivamente, puede observarse que solo As y Pb exceden el criterio residencial. De esta manera, se requiere gestión activa de manera obligatoria únicamente en el caso de que ocurra un desarrollo residencial en las cercanías o en el mismo Altos de Copaquilla.

8.1.2 Actuales y futuros trabajadores y visitantes

No obstante lo anteriormente expuesto, se recomienda que todos los trabajadores y visitantes al sitio (distintos a los visitantes ocasionales definidos en este reporte) se adhieran a los requerimientos obligatorios para la eliminación de vías de exposición. En particular en vista a los riesgos agudos dado la falta de señalética y cercado del sitio.

Estos requisitos obligatorios incluyen (pero no se limitan a):

- Medidas pasivas incluido el uso de elementos de protección personal (PPE, EPP) y estándares de higiene – descritos en Sección 8.2;
- Prevención de generación de polvo por obras en terreno (como por ejemplo humedecer las superficies y cubrir los acopios o depósitos);
- Levantamiento de cercado circundante en las áreas de residuos minerales para evitar el acceso público a ellos;
- Relocalizar el camino existente de manera que circunvale el área de acopio de residuos;
- Consolidar el área de acopio de residuos minerales para reducir su huella ambiental y prevenir movimiento posible de material contaminado a través de las quebradas (en particular si las condiciones ambientales empeorasen por ejemplo debido a eventos climáticos / sísmicos inesperados);
- Instalación de señalética advirtiendo sobre los riesgos potenciales a la exposición directa a los residuos;
- Capacitar y/o entrenar a la gente sobre los riesgos potenciales y sobre cómo mitigarlos de manera efectiva; y
- Asegurarse de que se lleve a cabo validación de las áreas afectadas después de su remediación.

8.2 Gestión pasiva

Se recomiendan adicionalmente medidas de gestión pasiva para (trabajadores y visitantes) para la exposición ocupacional en el lugar de acopio de los residuos. Éstas se resumen a continuación.

8.2.1 Elementos de protección personal (PPE)

Los trabajadores de Altos de Copaquilla representan el receptor potencial primario en mayor riesgo. Esto porque su tiempo de exposición en contacto con los residuos minerales (ET, hasta 10 horas al día) y su frecuencia de exposición (EF, de 5 días por semana, por 48 semanas al año durante hasta 35 años) los ubica como el único grupo (visitantes o comunidades aledañas) que se espera presente tales niveles de exposición a los residuos minerales.

Se recomienda entonces que sean requeridos de manera obligatoria los siguientes EPP para todo el personal que ingrese al sitio de acopio de residuos:



- Uso de guantes desechables de nitrilo a prueba de agua. Su uso se exigirá en lugar de guantes convencionales, o en adición a los mismos para minimizar/eliminar el contacto dermal.;
- Uso de mascarillas anti polvo de válvula P2 para minimizar o eliminar la inhalación de polvo; y
- Uso de agua para supresión de polvo en zonas donde ocurran perturbaciones en los residuos minerales, de manera que se logre minimizar o eliminar la inhalación de polvo.

8.2.2 Higiene Personal

Dado que la vía de exposición más sensible para los potenciales ocupantes del sitio es la ingestión incidental, la higiene personal es muy importante para la minimización de oportunidades de exposición. El mecanismo primario de ingestión incidental es el pasar guantes sucios (con tierra contaminada) por el rostro, o la generación de polvo. Es por esto de las recomendaciones anteriores de uso de guantes desechables y mascarillas antipolvo al momento de manipular tierra contaminada o al trabajar en las cercanías del acopio de residuos.

Otras consideraciones importantes en cuanto al higiene personal son:

- El lavado de manos y rostro antes de ingerir alimentos, incluso si se usó guantes; y
- El lavado de ropa contaminada de manera regular y constante.

9.0 Análisis de sensibilidad e incertidumbre

La evaluación de este riesgo ha sido realizada usando metodologías reconocidas internacionalmente. A pesar de esto, siempre existen limitaciones e incertidumbre asociadas a las conclusiones que se hacen de una evaluación de riesgo, las cuales son discutidas abajo.

El programa de toma de muestras y análisis es considerado como apropiado para los escenarios planteados, los que incluyen un rango de posibles usos de suelo (inclusive un uso poco esperable y muy conservador como es el uso residencial de la zona de residuos. La densidad de las muestras también fue apropiada considerando la homogeneidad de los residuos y la consistencia de los datos con estudios anteriores. Se reconoce también que un programa analítico extensivo se llevó a cabo.

La evaluación de exposición ha utilizado varios supuestos estándar en cuanto al peso corporal, tiempo de exposición, expectativa de vida e índices de ingestión de suelo, y ha estimado otros factores como dieta alimenticia, índices de absorción estomacal y sanguínea (biodisponibilidad y bioaccesibilidad). No obstante estas estimaciones y suposiciones, todas las etapas de la evaluación de riesgo han tomado el enfoque más conservador posible. La elección de esta metodología ha dado como resultado en un análisis basado en las peores situaciones posibles, de manera de minimizar las incertidumbres relacionadas a la evaluación de la exposición.

Las evaluaciones toxicológicas se han basado en la información científica disponible. Sin perjuicio de esto, se han elegido los datos más conservadores. Un ejemplo de esto es el uso de AsIII TDIs y el uso del modelo sanguíneo de Pb.



10.0 Limitaciones

Este informe escrito ha sido elaborado por Environmental Earth Sciences QLD ABN 41-109-442-284, en respuesta y sujeto a las siguientes limitaciones:

1. Las instrucciones específicas recibidas de Altoya;
2. El ámbito específico de los trabajos realizados en PO717080 V2;
3. No podrá ser objeto de fuente para cualquier actor terciario no mencionado en el presente reporte para ningún propósito sin el consentimiento previo y por escrito de Environmental Earth Sciences QLD (cuyo consentimiento puede o no ser entregado a su mera disposición por Environmental Earth Sciences QLD);
4. Este informe contiene el informe formal, secciones de documentación, tablas, cifras, cálculos y apéndices referidos al índice no podrán ser entregados a terceros o copiados parcialmente sin que incluya todo el material incluido en este reporte por razón alguna.
5. El presente reporte se refiere con exclusividad a sitios que son de propiedad o controlados por Altoya;
6. El reporte se refiere al sitio en la fecha indicada en el momento de elaboración del mismo, ya que las condiciones del lugar pueden variar por procesos naturales o actividades sobre él.
7. El reporte no constituye uno geotécnico o de planificación apto para planificar o configurar zonas; y
8. Nuestras limitaciones general se presentan en el reverso del cuerpo de este documento.

Para consultas, favor contactarnos al número 3852 6666.

En nombre de
Environmental Earth Sciences QLD

Autor del Documento | Director Técnico

Mark Stuckey
Científico Principal de Suelos, Hidrogeólogo & Asesor de
Riesgos

Revisor Interno

Dr Anna Sheldon
Científico de Suelos Senior
717040 v2



11.0 Referencias

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2016) *Addendum to the toxicological profile for arsenic*. February 2016.
- ATSDR (2007a) *Toxicological profile for arsenic*. August 2007.
- ATSDR (2007b) *Toxicological profile for lead*. August 2007.
- Chilean Ministerio de Medio Ambiente (2013) *Guía metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes*. Santiago, Chile.
- Cross, S J and Taylor, E R (1996) *Human exposure for soil contaminants through the consumption of home-grown produce*. South Australian Health Commission.
- Dudka, S and Miller, W P (1999) *Permissible concentrations of arsenic and lead in soils based on risk assessment*. Water, Air, and Soil Pollution 113: 127-132.
- enHealth (2012a) *Environmental Health Risk Assessment – Guidelines for Assessing Human Health Risks from Environmental Hazards*. Department of Health and Ageing and enHealth Council (enHealth), Canberra.
- enHealth (2012b) *Australian Exposure Factor Guide*. enHealth Council, Canberra.
- Health Canada (2010) *Federal contaminated site risk assessment in Canada*. September 2010.
- Environmental Earth Sciences (2014) *Human health and environment risk assessment (HERA) at 50 Fraser Street, Diamond Creek, Victoria*. Version 3, May 2014.
- Juhasz, A, Smith, E and Naidu, R (2003) *Estimation of human availability of arsenic in contaminated soils*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- Langley, A J (1991) *Response levels for arsenic*. The Health Risk Assessment and Management of Contaminated Sites. South Australian Health Commission, 1991.
- Loney, C B, Richardson, G M, Leece, B D, Wilson, R M and Klee, U (2007) *Comparison of contaminated site human health risk assessment approaches in Canada: application of provincial methods to a hypothetical site*. Human and Ecological Risk Assessment 13, 1228-1254.
- National Environment Protection Council (NEPC) (2013) *National Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Amendment Measure 2013 (No.1) (NEPAM, 2013)*.
- National Health and Medical Research Council (NHMRC)/ Natural Resource Management Ministerial Council (NRMMC) (2011) *Australian drinking water guidelines*. National Water Quality Management Strategy. Section 6.3.3.
- NHMRC/ NRMMC (2008) *Guidelines for managing risks in recreational water*. Australian Government, February 2008.
- Ng, J, Noller, B, Bruce, S and Moore, M R (2003) *Bioavailability of metals and arsenic at contaminated sites from cattle dips, mined land and naturally occurring mineralization origins*. Proceedings of the Fifth Australian National Workshop on the Assessment of Site Contamination. National Environment Protection Council.
- United Kingdom Environment Agency (UK EA) (2009a) *Supplementary information for the derivation of SGV for arsenic*. May 2009.
- UK EA (2009b) *Soil Guideline Values for arsenic in soil*. Science report SC050021/ Final SR3.



United States Environmental Protection Agency (USEPA) (2017a) *Integrated risk information system (IRIS) – Chemical assessment summary for inorganic arsenic*. Nation Centre for Environmental Assessment.

USEPA (2017b) *IRIS – Chemical assessment summary for lead and compounds (inorganic)*. Nation Centre for Environmental Assessment.

USEPA (2007) *Framework for metals risk assessment*. March 2007.

USEPA (2004) *Risk assessment guidance for superfund*. Final, July 2004.

USEPA (1994) *Synthetic precipitation leaching procedure method 1312*. September 1994.



ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES GENERAL LIMITATIONS * SIN TRADUCIR INTENCIONALMENTE*

Scope of services

The work presented in this report is Environmental Earth Sciences response to the specific scope of works requested by, planned with and approved by the client. It cannot be relied on by any other third party for any purpose except with our prior written consent. Client may distribute this report to other parties and in doing so warrants that the report is suitable for the purpose it was intended for. However, any party wishing to rely on this report should contact us to determine the suitability of this report for their specific purpose.

Data should not be separated from the report

A report is provided inclusive of all documentation sections, limitations, tables, figures and appendices and should not be provided or copied in part without all supporting documentation for any reason, because misinterpretation may occur.

Subsurface conditions change

Understanding an environmental study will reduce exposure to the risk of the presence of contaminated soil and or groundwater. However, contaminants may be present in areas that were not investigated, or may migrate to other areas. Analysis cannot cover every type of contaminant that could possibly be present. When combined with field observations, field measurements and professional judgement, this approach increases the probability of identifying contaminated soil and or groundwater. Under no circumstances can it be considered that these findings represent the actual condition of the site at all points.

Environmental studies identify actual sub-surface conditions only at those points where samples are taken, when they are taken. Actual conditions between sampling locations differ from those inferred because no professional, no matter how qualified, and no sub-surface exploration program, no matter how comprehensive, can reveal what is hidden below the ground surface. The actual interface between materials may be far more gradual or abrupt than an assessment indicates. Actual conditions in areas not sampled may differ from that predicted. Nothing can be done to prevent the unanticipated. However, steps can be taken to help minimize the impact. For this reason, site owners should retain our services.

Problems with interpretation by others

Advice and interpretation is provided on the basis that subsequent work will be undertaken by Environmental Earth Sciences NSW. This will identify variances, maintain consistency in how data is interpreted, conduct additional tests that may be necessary and recommend solutions to problems encountered on site. Other parties may misinterpret our work and we cannot be responsible for how the information in this report is used. If further data is collected or comes to light we reserve the right to alter their conclusions.

Obtain regulatory approval

The investigation and remediation of contaminated sites is a field in which legislation and interpretation of legislation is changing rapidly. Our interpretation of the investigation findings should not be taken to be that of any other party. When approval from a statutory authority is required for a project, that approval should be directly sought by the client.

Limit of liability

This study has been carried out to a particular scope of works at a specified site and should not be used for any other purpose. This report is provided on the condition that Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability to any person or entity other than the client in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by any such person in reliance, whether in whole or in part, on the contents of this report. Furthermore, Environmental Earth Sciences NSW disclaims all liability in respect of anything done or omitted to be done and of the consequence of anything done or omitted to be done by the client, or any such person in reliance, whether in whole or any part of the contents of this report of all matters not stated in the brief outlined in Environmental Earth Sciences NSW's proposal number and according to Environmental Earth Sciences general terms and conditions and special terms and conditions for contaminated sites.

To the maximum extent permitted by law, we exclude all liability of whatever nature, whether in contract, tort or otherwise, for the acts, omissions or default, whether negligent or otherwise for any loss or damage whatsoever that may arise in any way in connection with the supply of services. Under circumstances where liability cannot be excluded, such liability is limited to the value of the purchased service.



**ADJUNTO 1 - PLANILLAS DE
CARACTERIZACION DE RIESGO
*INCLUIDO EN INFORME ORIGINAL EN
INGLES***

ANEXO Nº 5 V01 FICHAS PLAN DE ACCIÓN

Índice

1	Fichas Plan de Acción.....	3
1.1	Ficha 1: Instalar señalética que informe sobre el SPPC al costado sur de la bifurcación Livilcar-Copaquilla.....	3
1.2	Ficha 2: Instalar señalética de prohibición de acceso al SPPC.....	5
1.3	Ficha 3: Habilitar el camino alternativo, al que cruza el SPPC, por el trazado existente en el perímetro oeste del SPPC.	7
1.4	Ficha 4: Cerrar el actual camino que cruza el SPPC.	9
1.5	Ficha 5: Instalar señalética de prohibición de estacionar o detenerse en el camino habilitado por el sector oeste del SPPC.	11
1.6	Ficha 6: Instalar señalética de circular a baja velocidad y con las ventanas cerradas.....	12
1.7	Ficha 7: Trasladar el material disperso en “conos” hacia el centro del SPPC.....	14
1.8	Ficha 8: Reforzar los diques al este del SPPC.....	16
1.9	Ficha 9: Proyectar un pretil de contención de eventuales arrastres de residuos en el perímetro sureste del SPPC.	18
1.10	Ficha 10: Desarrollo y materialización de un trazado de by-pass sppc definitivo desde la ruta CH-11 hasta el cruce con el camino a Livilcar.	20

1 Fichas Plan de Acción

Para todas las medidas incorporadas en las fichas presentadas a continuación, se deberá considerar la incorporación de medidas transversales a la realización de cualquier faena en el lugar detalladas en el numeral 11.1.3 del Informe Final, relacionadas con informar a los trabajadores de los riesgos y dotarlos de elementos de control y seguridad.

1.1 Ficha 1: Instalar señalética que informe sobre el SPPC al costado sur de la bifurcación Livilcar-Copaquilla.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N° 3	EMPLAZAMIENTO
<p>- Medida de mitigación de corto plazo, elemento de control y seguridad, del tipo estructural.</p>	<p>- En el camino que se dirige a Livilcar, al costado sur-este de la bifurcación de dicho camino con el que se dirige a Copaquilla.</p>
IMÁGENES DEL SECTOR	
	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<p>- Evitar que las personas que transitan por el área tomen contacto con los residuos mineros, en desconocimiento de sus características.</p>	<p>Esta medida permite advertir e informar mediante señalización, a las personas que transitarán a Livilcar o que se encuentran de paso en las áreas del SPPC, de las características de los residuos y de las medidas de resguardo que deben considerar al transitar por los alrededores del sitio de residuos mineros abandonados.</p> <p>Se recomienda instalar una señal que indique dos tipos de información:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La primera parte incluiría una cartografía esquemática del SPPC e indicaría medidas de resguardo, que se sugiere tomar si uno transita por el exterior del SPPC. Por lo cual, se indicará que: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se encuentra prohibido pernoctar en el área. ▪ No se recomienda consumir alimentos en el área.


	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El SPPC contiene residuos mineros, por lo que no se recomienda extraer suelo o tierra desde el área, como tampoco restos vegetales o plantas. - Y en la segunda parte, se indicaría: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipo de actividad que generó los residuos. ▪ Fecha de inicio y de abandono de la actividad. ▪ Indicar riesgo asociados al SPPC. ▪ Información de Proyectos realizados. - Para que la información tenga el mismo nivel de importancia, se propone dividir el letrero en 2 zonas, izquierda y derecha, como se puede ver a continuación. <div data-bbox="899 674 1330 1157" style="text-align: center;"> <p>El diagrama muestra un letrero rectangular con esquinas redondeadas, sostenido por dos patas verticales. El letrero está dividido en tres secciones por líneas de puntos: una sección superior izquierda con el texto 'Cartografía esquemática', una sección inferior izquierda con 'Condiciones y medidas de seguridad', y una sección rectangular a la derecha que ocupa la altura de las otras dos y contiene el texto 'Información general del SPPC'.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> - Unidades de señalización a instalar: 1. - Costo estimativo: \$ 350.000 CLP.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de ingesta de elementos con trazas de residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informar a las personas de la ubicación del SPPC y las características del SPPC. - Comunicación gráfica del riesgo (evitar ingesta). - Coartar el ingreso de personas al interior del SPPC.
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - No se visualizan. 	

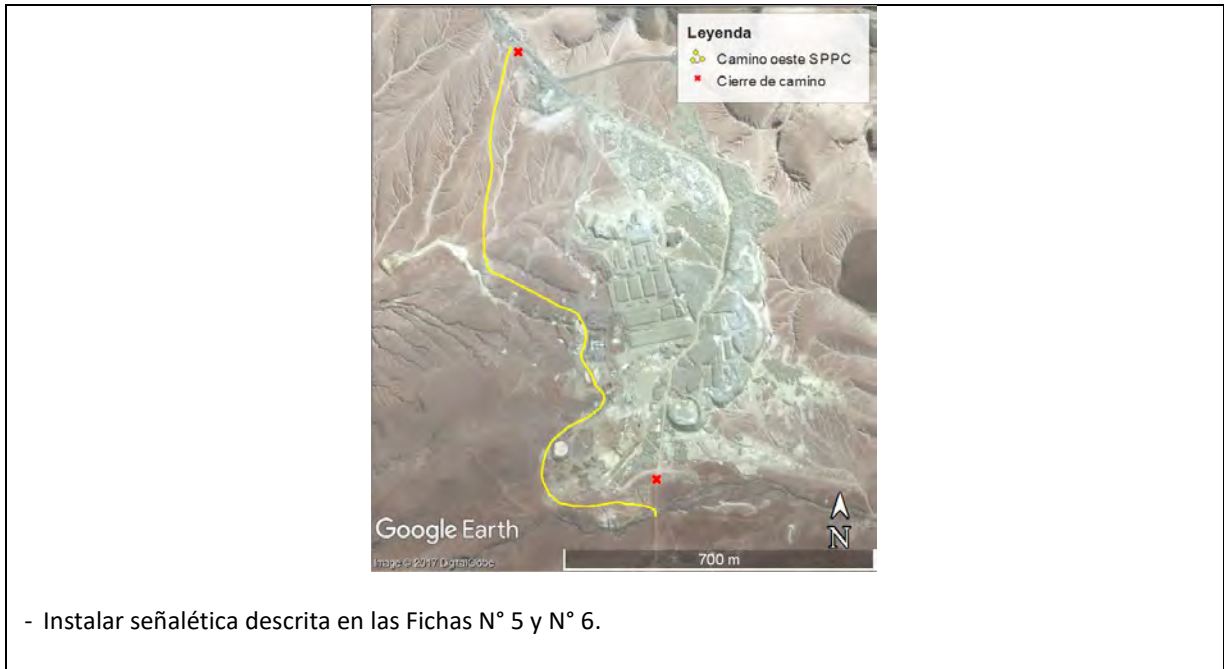
1.2 Ficha 2: Instalar señalética de prohibición de acceso al SPPC.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N° 4	EMPLAZAMIENTO
<p>- Medida de mitigación de corto plazo, elemento de control y seguridad, del tipo estructural.</p>	<p>- Dentro del SPPC, a aproximadamente 1.700 m de la bifurcación ruta 11-CH y a 30 m del costado nororiente del camino existente en el SPPC.</p>
IMÁGENES DEL SECTOR	
	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<p>- Medida que permite advertir la ubicación en la cual se encuentra la persona que está leyendo la información respecto del SPPC, y recordar que su acceso se encuentra restringido y la prohibición de ingerir alimentos o pernoctar al interior del sitio.</p>	<p>- Gigantografía de al menos 2,5 metros de alto y 7,5 metros de ancho, la cual debe estar elevada 2 metros sobre el nivel natural de terreno (NNT).</p> <div data-bbox="800 1186 1421 1722" style="text-align: center;">  </div> <p>- Unidades de señalización a instalar: 1</p> <p>- Costo estimativo: \$ 3.000.000 CLP.</p>

DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
- Posibilidad de ingesta de elementos con trazas de residuos mineros.	- Evitar que las personas que transitan por el área tomen contacto con los residuos mineros por ingresar al interior del SPPC.
COMPLEJIDADES	
- No se visualizan.	

1.3 Ficha 3: Habilitar el camino alternativo, al que cruza el SPPC, por el trazado existente en el perímetro oeste del SPPC.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N° 5	EMPLAZAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de mitigación de corto plazo, elemento de control y seguridad, del tipo estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> - Al oeste del SPPC, en una extensión de aproximadamente 1.500 m, partiendo desde el km 1 del camino que conduce a Livilcar y finalizando una vez que ya terminó el SPPC.
IMAGENES DEL SECTOR	
	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Medida que se justifica ya que al desviar el tránsito por el exterior del SPPC, se disminuye el riesgo asociado al contacto directo con los residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que la licitación pública ID 2369-2-LE17, "Mejoramiento de camino alternativo y Diques Altos de Copaquilla" se haya materializado de acuerdo a las bases técnicas elaboradas por la Ilustre Municipalidad de Arica. Considerando que el proyecto fue adjudicado el día 26 de julio de 2017, es probable que, a la fecha del cierre del presente informe la vía se encuentre mejorada. La vía debe estar en óptimas condiciones para que sea transitada después del cierre de la vía que pasa por el interior del SPPC. De no ser así, velar por su materialización, de modo que el camino se encuentre apto para el uso de los vehículos que se dirigen a Livilcar. Costo estimado: \$ 50.000.000 CLP.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de ingesta de elementos con trazas de residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desviar el flujo vehicular para que no transiten en el área definida como de riesgo. - Utilizar el camino como límite poniente de contención de los residuos mineros.
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - Posterior a su habilitación se debe considerar la instalación de los bloqueos de camino demarcados con cruces rojas en la imagen a continuación, detallados en la Ficha 4, para que exista una obligatoriedad de utilizar esta vía: 	



1.4 Ficha 4: Cerrar el actual camino que cruza el SPPC.

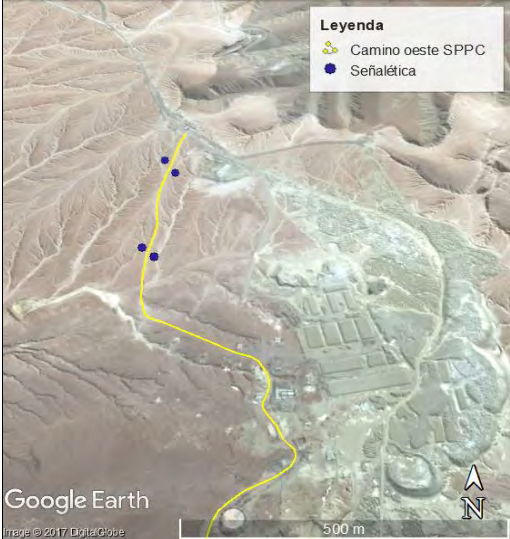


MEDIDA DE MITIGACIÓN N° 6	EMPLAZAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de mitigación de corto plazo, elemento de control y seguridad, del tipo estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> - En ambos extremos del camino que se encuentra al interior del SPPC.
IMÁGENES DEL SECTOR	
	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Medida que se justifica ya que al impedir el tránsito por el interior del SPPC, se disminuye el riesgo asociado al contacto directo con los residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Por ambos accesos al, se recomienda la instalación de una barrera móvil, tal como se muestra en la imagen a continuación, que permitirá el ingreso controlado de vehículos.  <ul style="list-style-type: none"> - Costo estimativo: \$ 2.800.000 CLP.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de ingesta de elementos con trazas de residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impedir que los vehículos transiten en el área definida como de riesgo.
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - Debe estar habilitado el trazado alternativo que se aprecia en la figura a continuación, detallado en la Ficha 3. 	



1.5 Ficha 5: Instalar señalética de prohibición de estacionar o detenerse en el camino habilitado por el sector oeste del SPPC.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N°7	EMPLAZAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de mitigación de mediano plazo, de control y seguridad, y de tipo estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> - Idealmente en al menos 2 puntos, a ambos costados del camino habilitado por el sector oeste del SPPC, en el tramo que se encuentra colindante al SPPC.
IMÁGENES DEL SECTOR	
	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Evitar el contacto directo con los residuos mineros. - Medida que permite advertir mediante señalización, a las personas que transitan a Livilcar o que se encuentran de paso en las áreas del SPPC, la prohibición de estacionar o detenerse en las áreas colindantes al depósito de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La señalética indicará la prohibición estacionar o detenerse en el camino habilitado por el sector oeste del SPPC, acorde al manual de señalización de tránsito de la CONASET. <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> - Unidades de señalización a instalar: 4. - Costo estimativo total: \$ 250.000 CLP.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de ingesta de elementos con trazas de residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prohibir la detención o estacionamiento en el camino habilitado por el sector oeste del SPPC, reduciendo la probabilidad de que los transeúntes tomen contacto con los residuos mineros.
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - No se visualizan. 	

1.6 Ficha 6: Instalar señalética de circular a baja velocidad y con las ventanas cerradas.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N°8	EMPLAZAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de mitigación de mediano plazo, de control y seguridad, y de tipo estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> - Idealmente en al menos 2 puntos, a ambos costados del camino habilitado por el sector oeste del SPPC, en el tramo de inicial del camino a Livilcar.
IMÁGENES DEL SECTOR	
 <p>Google Earth 500 m</p>	 <p>30/04/2017</p>
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Evitar el contacto directo con los residuos mineros. - Medida que permite advertir mediante señalización, a las personas que transitan a Livilcar o que se encuentran de paso en las áreas del SPPC, la restricción de circular a baja velocidad y con las ventanas cerradas en los alrededores del depósito de residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - La señalética indicará la restricción de circular a baja velocidad y con las ventanas cerradas. A continuación, se entrega una propuesta: <div data-bbox="922 1142 1304 1591" style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> - Unidades de señalización a instalar: 4. - Costo estimativo: \$ 550.000 CLP.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de ingesta de elementos con trazas de residuos mineros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Restringir la circulación de vehículos a alta velocidad y con las ventanas abiertas, con la finalidad de proteger a los

	transeúntes de la eventual probabilidad de exposición de suelo con trazas de residuos mineros.
COMPLEJIDADES	
- No se visualizan.	

1.7 Ficha 7: Trasladar el material disperso en “conos” hacia el centro del SPPC.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N°10	EMPLAZAMIENTO
<p>Medida de mitigación de mediano plazo, de reubicación de residuos, y de tipo estructural.</p>	<p>- Ubicación previa medida, dentro y alrededores del SPPC, demarcadas en verde en la imagen. Post medida, dentro del SPPC, demarcadas en amarillo en la imagen.</p>
IMÁGENES DEL SECTOR	
 <p>Google Earth 700 m</p>	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Diminuir o eliminar la probabilidad de ocurrencia de que se genere un arrastre y/o escurrimiento de material que se encuentra a la fecha (noviembre de 2017) fuera del área de resguardo generada por el pretil de contención ubicado al sureste, pretil que se describe en la la Ficha 9 presentada a continuación y el camino al oeste del SPPC. - Evitar el contacto de las personas con los residuos dispersos fuera del área definida como “zona de riesgo”. 	<p>Se propone la reubicación de todo el material que se encuentra disperso en forma de conos (Ver fotografía de ejemplo) en los alrededores del SPPC, además del escarpe de suelo en aquellas zonas que cuentan costras de contaminantes formadas por arrastre (capa superficial del suelo con presencia de contaminantes ya sea por rипios y/o relaves), tanto los conos como la capa superficial de material disperso alrededor de los conos se demarcan en poligonos verdes en la imagen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La materialización de esta mediada requiere la contratación de una empresa especializada en movimientos de tierra, para que realice las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Extracción del material apilado en forma de conos. ✓ Escarpe de más-menos 10 cm en el área que fue ocupada por los conos y en aquellas zonas que cuentan con una capa superficial del material dispuesto en conos. ✓ Disposición del material extraído al interior del interior del área de SPPC, en zonas sin probabilidad de arrastre o escurrimiento de residuos, las que se demarcan tentativamente en poligonos amarillos en la imagen.



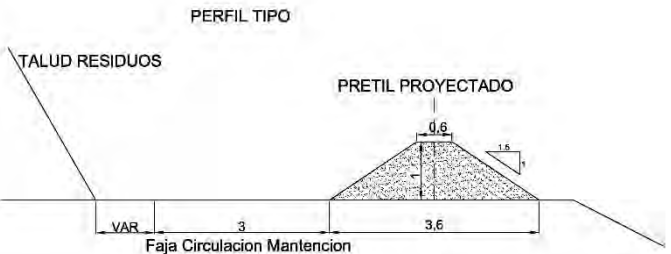
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Perfilado del terreno libre de los depósitos de residuos mineros trasladados. - Se deberá considerar medidas de control de emisiones tales como: aplicación de encostrante biodegradable en las rutas utilizadas dentro del SPPC para la disposición final de dichos residuos e incorporación de un nebulizador en las áreas de movimiento de material, con lo cual se estima una reducción de al menos un 80% de emisiones a la atmósfera. - Los volúmenes a movilizar ascienden a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Área este y sur: 10.600 m³ (incluye los conos y escarpe del área bajo los conos) ▪ Área oeste: 2.192 m³ (incluye los conos y el escarpe del área bajo los conos) ▪ Área con costras de contaminantes en zona este: 3.136 m³ <p>Total de material a extraer: 15.928 m³ aprox.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de ejecución: 2 meses. - Costo estimado: \$ 70.000.000 CLP sin considerar medidas de control de emisiones. - Costo estimado: \$ 81.000.000 CLP considerando las medidas de control de emisiones propuestas.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Arrastre de residuos por las quebradas que escurren hacia el Río Seco. - Exposición a contaminantes por contacto directo de las personas que transitan en las cercanías del SPPC: residuos mineros abandonados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Confinar el material contaminado dentro de la zona de rípios, eliminando la presencia de material de residuos mineros o con trazas de este, fuera del sector confinado. - Minimizar el área de impacto de los residuos mineros abandonados. - Facilitar las medidas de control y seguridad del sitio. - Contener eventuales arrastres y/o escurrimientos de residuos hacia las quebradas. - Disminuir la probabilidad de que las personas puedan tener contacto directo con este material. - Limpiar y despejar el suelo que se encuentra en el entorno directo fuera del área confinada (SPPC).
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - Generación de emisiones a la atmósfera, las que se generarán principalmente por el tránsito de los camiones de transporte de material y por el proceso de carga y descarga de material. Se debe procurar realizar el traslado de material con la menor emisión de MP₁₀ a la atmósfera. - Dada la escasez de agua en la zona para el proceso de humectación de caminos estabilizados y no estabilizados, al momento de realizar el movimiento de material, se debe considerar una medida de estabilización de aplicación idealmente única. Para la estimación de costos se empleo un aglomerante biodegradable de aplicación única, elaborado en base a triglicéridos de aceites vegetales solubles. 	

1.8 Ficha 8: Reforzar los diques al este del SPPC.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N°11	EMPLAZAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de mitigación de mediano plazo, de tipo estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> - En cada dique este existente al momento de realizar el presente estudio.
IMÁGENES DEL SECTOR	
	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de efectividad inmediata (en cuanto se implemente), la que permitirá contener con mayor holgura las aguas lluvias que se generen aguas arriba de los diques, y por lo tanto controlar el escurrimiento hacia el río Seco. Su efectividad ha quedado demostrada con los actuales diques, el aumento en la capacidad de almacenamiento permitirá reforzar una medida existente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Con suelo natural extraído desde la cercanía de Copaquilla, de un sector que no presenta contaminación, se aumentará el tamaño de los diques, haciendo que estos aumenten su capacidad de contención de eventuales arrastre de material desde el SPPC por las quebradillas, en eventos de precipitaciones intensas. - Volumen de material granular: 60 m³, compactado al 95 % Proctor Unificado. - Costo estimativo: \$ 21.000.000 CLP.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Arrastre de residuos por las quebradas que escurren hacia el río Seco. En general, los diques actuales han cumplido su función de detener las aguas lluvias, sin embargo, la evidencia en terreno demuestra que han sido sobrepasados en algunos eventos, por lo anterior se justifica aumentar su capacidad de contención. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reforzar los diques existentes con la finalidad de evitar que las aguas lluvias que escurran por el SPPC hacia las quebradillas (Q1 y Q2) sobrepasen la contención de los mismos, arrastrando con ello elementos con trazas de residuos mineros hacia el río Seco.
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento e inspección permanente, post época estival, con la finalidad de mantener la capacidad útil disponible. 	

- Mantenimiento e inspección de emergencia, cada vez que exista un evento no predecible y que su magnitud y duración lo amerite.

1.9 Ficha 9: Proyectar un pretil de contención de eventuales arrastres de residuos en el perímetro sureste del SPPC.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N°12	EMPLAZAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de mitigación de mediano plazo, de tipo estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> - En el perímetro sureste del SPPC, delimitado en rojo en la imagen a continuación.
IMAGENES DEL SECTOR	
	
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de efectividad inmediata (en cuanto se implemente) para la contención de eventuales desplomes de ripios, se justifica en conjunto con el refuerzo de los diques, para evitar cualquier posibilidad de escurrimiento de elementos contaminantes por las quebradas existentes en el lugar, minimizando la posibilidad de que elementos con trazas de residuos mineros alcancen a las aguas del río Seco. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se propone la materialización de un pretil de material granular compactado, en una longitud aproximada de 1.500 metros con una sección de 2,1 m², para contener eventuales desplomes o deslizamientos del talud, de acuerdo al siguiente perfil tipo: <div data-bbox="771 1186 1437 1438" data-label="Diagram">  </div> <ul style="list-style-type: none"> - La compactación del material a emplear deberá ser tal que asegure la retención de cualquier escurrimiento de material desde los residuos existentes hacia las quebradas, impidiendo eventuales socavaciones por eventos pluviales de alta intensidad. - Cantidad de material granular compactado al 95 % Proctor Unificado: 3.150 m³. - Costo estimado: \$41.000.000 CLP <p>Nota: En el trazado del pretil, existen sectores, en que la faja de circulación mantención no se podrá materializar o</p>

	disminuirá su ancho. El Perfil Tipo, deberá ajustarse a la realidad del terreno.
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
- Arrastre de residuos por las quebradas y laderas que escurren hacia el río Seco.	- Contener eventuales arrastres y/o escurrimientos de material con trazas de residuos mineros por las quebradillas (Q1, Q2, Q3 y Q4), a causa de algún eventual desplazamiento o desplome del talud de la masa compacta de rípios.
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento e inspección permanente, post época estival, con la finalidad de mantener la capacidad de retención del pretil. - Mantenimiento e inspección de emergencia, cada vez que exista un evento no predecible y que su magnitud y duración lo amerite. 	

1.10 Ficha 10: Desarrollo y materialización de un trazado de by-pass sppc definitivo desde la ruta CH-11 hasta el cruce con el camino a Livilcar.

MEDIDA DE MITIGACIÓN N°13	EMPLAZAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Medida de mitigación a largo plazo, de infraestructura del tipo estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> - El camino debe mantener la conectividad entre la Ruta CH-11 y el camino a Livilcar, con un trazado óptimo en términos de extensión y alejado lo suficientemente del SPPC, de modo que elimine definitivamente la posibilidad de contacto con los residuos mineros abandonados.
JUSTIFICACIÓN PROPUESTA	DESCRIPCIÓN PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> - Medida que se justifica ya que al materializarse el camino by-pass definitivo se obliga al tránsito vehicular por fuera del área del SPPC, disminuye el riesgo asociado al contacto directo, específicamente por ingesta de los residuos mineros. Dado que el camino de by-pass definitivo corresponderá necesariamente a una ruta más alejada que la actual, también disminuirá la probabilidad de que transeúntes a pie lleguen al SPPC. 	<p>Para el desarrollo del proyecto y posterior materialización se debe considerar las siguientes etapas, acorde al cronograma de implementación del Plan de Acción propuesto en el numeral 11.2.2 del Informe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Solicitar a la Dirección Regional de Vialidad (DRV) de Arica y Parinacota, elaborar bases de proyecto de by-pass y ficha Iniciativa de Inversión (IDI). Se debe solicitar que el nuevo trazado, a diferencia del actual, disminuya en su último tramo, el contacto entre las personas que transitan por el área con los residuos mineros. - Apoyar a la Dirección de Vialidad en la obtención de permisos con el Ministerio de Bienes Nacionales. - Licitación diseño del proyecto (DRV). - Desarrollo del Diseño Conceptual del proyecto. - Realizar levantamiento topográfico del trazado propuesto y realizar los estudios de ingeniería necesarios para diseñar el perfil del camino. - Desarrollo y Aprobación del Proyecto de Ingeniería de Detalles. - Preparación de la licitación para materialización de acuerdo a proyecto aprobado (DRV). - Materializar de acuerdo a proyecto aprobado. - Asesoría de Inspección y recepción final del proyecto (DRV). <p>Costo estimado: no evaluable, hasta la definición del trazado. Mínimo: 75.000.000 CLP, considerando un trazado de máximo 2, 5 Km y carpeta de rodado de material granular.</p>
DESCRIPCIÓN RIESGO ASOCIADO	OBJETIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Exposición a los residuos mineros por cercanía o ingreso al área, provocado por el eventual ingreso de transeúntes al SPPC, ya que el camino by-pass actual colinda por el oeste con el sitio de residuos mineros, y en dicho tramo el sitio no contará con un pretil que dificulte su ingreso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proveer a las comunidades de un camino alejado del SPPC, que cuente con rol de vialidad comunal y mejore las condiciones de tránsito en el sector, eliminando definitivamente la posibilidad de contacto con los residuos mineros abandonados.
COMPLEJIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> - Inversión dependiente de un servicio público no involucrado en la Gestión del SPPC, que requiere una asignación permanente de recursos post materialización, para su mantenimiento. 	

ANEXO Nº 6. V01 CATASTRO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA

Índice

1.	Introducción.....	3
2.	Territorio y comunidades	4
3.	Resultados de Catastro de Población	6
4.	Resultados de Catastro de Viviendas.....	9
4.1.	Fichas de Catastro de viviendas en el territorio	10
5.	Bibliografía.....	53

Índice de tablas

Tabla 1.	Comunidades indígenas en zona de estudio.....	4
Tabla 2.	Población según comunidades de sector Putre “Bajo”.....	5
Tabla 3.	Familia Marca- Diaz, sector Copaquilla	7
Tabla 4.	Familia Troncoso-Chellew, sector pueblo de Mallku.	8
Tabla 5.	Familia Vicente, sector de Copaquilla.	8
Tabla 6.	Detalle de catastro de viviendas	9

1. Introducción

De acuerdo a lo indicado en las bases administrativas y técnicas del estudio, en las cuales se solicita “Elaborar un catastro de la población, viviendas y establecimientos educacionales expuestos a los contaminantes de interés en el suelo de la localidad de Copaquilla”, se ha efectuado un catastro de población y vivienda del área de estudio, específicamente en los sectores de Trigo Pampa, Copaquilla y en el grupo familiar que habita en el pueblo de Mallku.

Esta información es entregada de manera complementaria, dado que la evaluación de las matrices agua, suelo y aire permiten descartar en la actualidad, la existencia de contaminación en los suelos de la localidad de Copaquilla producto de los residuos mineros y la afectación a las comunidades en estudio.

Un primer elemento a señalar es que en el sector no existen establecimientos educacionales. Para el catastro de población, se indica como primer antecedente que en el sector el proceso de ocupar el territorio presenta patrones de ocupación y de propiedad distinta a la tradicional. Siendo estrictos, un proceso de ocupación continua se observa sólo en dos grupos familiares en la comunidad de Copaquilla, una familia en Pueblo de Mallku, y ninguna en el sector de Trigo Pampa. Existen catastradas alrededor de 44 viviendas en el sector, de las cuales 41 están deshabitadas.

Sin embargo, afirmar que no existen habitantes en el área podría ser un error, pues en el desarrollo de este proceso se recogen antecedentes que permiten inferir que en las comunidades Aimaras existe un “habitar” del territorio distinta a la entendida en la lógica del Estado, y que probablemente los patrones de ocupación deben entenderse bajo la conceptualización de comunidades translocalizadas, lo que es expuesto en las siguientes páginas.

“Cuando se consulta a una persona aimara por su lugar de residencia (“¿dónde está su casa?”), la respuesta puede variar o indicar más de un lugar; ante la necesidad de aclaración (“pero, ¿dónde vive?”), puede contestar que en todas ellas.” (MOP, Dirección de Arquitectura, 2016)

En el marco de las comunidades indígenas, debe señalarse que ya existe reconocimiento en nuestro país de la existencia de etnias indígenas a través de la Ley 19.253 (Ministerio de Planificación y Cooperación, 1993), complementado desde el año 2009 por la entrada en vigencia en el país del Convenio 169 de la OIT (1989), implementado a través del Decreto 236 del (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2009).

En el caso de la Ley 19.253, esta reconoce a la etnia Aimara y la existencia de comunidades indígenas, de las cuales existen dos en el territorio: “Comunidad Indígena Copaquilla” (Trigo Pampa) y “Comunidad Indígena Pukará de Copaquilla” (Copaquilla).

En el caso del Convenio 169 de la OIT, “impone en Chile la noción de pueblos indígenas y les asigna derechos políticos, territoriales y culturales, que emanan de su preexistencia al estado colonial español y nacional chileno” (DGOP MOP, 2016), y que al aplicarse sus

disposiciones “deberán reconocerse y protegerse los valores y prácticas sociales, culturales, religiosos y espirituales propios de dichos pueblos y deberá tomarse debidamente en consideración la índole de los problemas que se les plantean tanto colectiva como individualmente”. (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2009).

Por tanto, se justifica el levantamiento de información comprendiendo el proceso de habitar el territorio en estudio, con la mirada de las comunidades Aymaras.

2. Territorio y comunidades

Como primer antecedente debe decirse que la nación Aymara, pertenece a una de los nueve pueblos originarios reconocidos por el Estado de Chile. Sin embargo, sus fronteras y distribución traspasan las actuales delimitadas por los estados nación modernos, y que por tanto su distribución territorial incluye zonas de Perú, Bolivia y Chile (Albo, 2000) (MOP, Dirección de Arquitectura, 2016).

En el caso de nuestro país, la literatura reconoce que en términos históricos ha existido un proceso de chilenización forzada, en que el uso comunal de la tierra de las comunidades carecía de base jurídica (Albo, 2000). Dicha falencia fue modificada al insertarse la figura de comunidad indígena en la Ley 19253 (1993), marco jurídico que permitió la constitución de las comunidades indígenas de Copaquilla y de Pukará de Copaquilla, ambas reconocidas legalmente por la CONADI.

Dichas agrupaciones son entendidas en la Ley como:

“agrupaciones de personas pertenecientes a una misma etnia indígena y que se encuentren en una o más de las siguientes situaciones: a) Provenzan de un mismo tronco familiar; b) Reconozcan una jefatura tradicional; c) Posean o hayan poseído tierras indígenas en común, y d) Provenzan de un mismo poblado antiguo” (Ministerio de Planificación y Cooperación, 1993).

Tabla 1. Comunidades indígenas en zona de estudio.

Nombre	Sector	Año de constitución	Nº Familias	Nº de socios
Comunidad Indígena de Copaquilla	Trigo Pampa	1996	30	40
Comunidad Indígena Pukará de Copaquilla	Copaquilla	2000	11	28

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de (CONADI, 2017).

En particular, respecto a la zona de Copaquilla debe señalarse que históricamente han sido parte de la comunidad de Chapiquiña y Pachama, quienes han hecho uso de la tierra para el desarrollo de labores agrícolas de manera intermitente (Consultora Mallku, 2012) (Romero, 2009).

Tal como se señaló en Informe II, Anexo 1 Otras Fuentes Antropogénicas, la población es escasa en todas las comunidades localizadas en la zona comprendida entre el límite superior de la cuenca del río San José y la zona de Copaquilla Alta y Baja (Tabla 2).

Tabla 2. Población según comunidades de sector Putre “Bajo”.

Nombre Comunidad	Nº de personas que viven en la localidad	
	(CONADI 2006)	(Censo 2002)
Tablatablani	5	3
Estrella	2	2
Copaquilla Trigo Pampa	9	4
Pukará-Copaquilla	9	5
Zapahuiria	10	5
Laco-Cosapilla	3	3
Murmuntani	30	17
Quipaquipani	12	12
Belén	50	51
Lupica	60	25
Saxamar	30	33
Ticnamar	70	96
Chuzmiza	3	0

Fuente. Elaboración propia a partir de Catastro Programa Orígenes, CONADI, 2006, citado en PLADECO Putre 2008-2012, (Informe 2, Anexo 1 Otras Fuentes Antropogénicas).

En dicho anexo se citaban los procesos de migración campo ciudad para mejorar condiciones de vida, acceso a educación, mejores expectativas laborales (GORE Región Arica y Parinacota, 2013), como causas de la baja población en localidades.

Sin embargo, durante el desarrollo de la consultoría, específicamente en el desarrollo del proceso de levantamiento de información para la ejecución de los catastros de población y vivienda, se observó antecedentes que pueden abrir nuevas interpretaciones en el habitar el territorio, en lo principal:

- Se observó labores agrícolas a pequeña escala, desarrolladas por dos grupos familiares, dos actividades en Copaquilla, y una en Trigo Pampa. En ambos casos, el tipo de agricultura es de secano y dependiente de las particularidades climáticas de la zona, la que permite la obtención de una sola cosecha agrícola al año, acotando el tiempo de residencia efectiva a este periodo.
- Se confirma que las familias acuden al territorio de manera esporádica, en época de festividades religiosas y otros.
- Se ha detectado presencia esporádica y a pequeña escala, del desarrollo de siembras en sector de Trigo Pampa.
- Existen cambios de viviendas, entendiéndose como tales su desarme y reconstrucción, de manera periódica en el territorio.

Sin bien estos datos son empíricos, ameritan buscar entender cuál es la lógica de ocupación del territorio, considerando que existe un vínculo territorial que se expresa de manera regular. Una forma de abordarlo es mediante el enfoque sustentado en la noción de redes sociales que articulan experiencias urbanas y rurales (Gonzalez, 2007), dado que los antecedentes muestran “un flujo y reflujo constante de personas dentro del mismo sector rural y las áreas urbanas, por motivaciones sociales, culturales y económicas” (Gonzalez, 2007).

Bajo estos términos, motivaciones sociales de flujos son las visitas y reuniones familiares entre comunidades indígenas y zonas urbanas; expresiones de motivaciones culturales son las festividades religiosas Aymaras que se realizan periódicamente; y motivaciones económicas se expresan en el desarrollo de labores agrícolas para comercialización y consumo a través de diversos ciclos.

Dicho autor concluye que las comunidades Aymaras no son “comunidades «incompletas», simplemente ellas se «completan» con sus derivaciones hacia otras zonas del sector rural y, principalmente hacia las ciudades y áreas suburbanas” (Gonzalez, 2007), mediante redes heterogéneas de flujos en uno y otro sentido.

Para el autor, las comunidades Aymaras no deben ser analizadas con un sentido unidireccional o con límites territoriales específicos (rural versus urbano), dado que esto daría una aparente situación de crisis de comunidades, cuando efectivamente existen patrones de ocupación que se adaptan a las distintas condiciones y contextos territoriales.

A la misma conclusión llegan Carrasco & González (2014), quienes señalan que una de las características del pueblo aimara del norte de Chile es la movilidad poblacional. Para dichos autores:

“el espacio comunal se prolonga hacia los distintos sitios donde se encuentren dispersos o transiten sus miembros. Actualmente las redes sociales de la comunidad Aimara tienen una realización translocalizada, con individuos y recursos culturales diseminados por puntos múltiples y, además, móviles”. (Carrasco & González, 2014).

Lo anterior es concordante con lo que señala DGOP MOP (2016), que indica que en la vida cotidiana las personas se identifican con su pueblo o comunidad de origen en su desplazamiento y que es más adecuado el usar el término de “comunidades translocales”.

“los pueblos indígenas en Chile poseen tierras y territorios bajo diversas formas de propiedad y ocupación y les asignan distintas funciones conforme a sus propios sistemas de vida y costumbres. Además, de la propiedad y ocupación productiva de las tierras y territorios indígenas, estos poseen lugares rituales, ceremoniales y sagrados que se reflejan en la organización del espacio y forman parte de su cosmovisión”. (DGOP MOP, 2016).

Por tanto, se debe reconocer que a pesar que no existe una residencia continua de habitantes o se registre una presencia efectiva en el territorio, no significa que no existe un vínculo de las comunidades con sus localidades o no exista un sentido de pertenencia con el mismo.

3. Resultados de Catastro de Población

El catastro recoge información de los habitantes que presentan un patrón de ocupación continua en el territorio, durante gran parte de la semana, y tal como se ha indicado en acápite 2, esto no significa que las comunidades no mantengan un vínculo periódico con el

sector. En el caso de la localidad de Trigo Pampa no se registran antecedentes de presencia efectiva de grupos familiares habitando el territorio; aunque se han observado pequeños huertos familiares por temporada, y modificaciones continuas en viviendas y en el sector.

Para la localidad de Copaquilla, existen dos grupos familiares con vínculos permanentes en el territorio (Familias de Juliana Marca y Moisés Vicente) las cuales desarrollan labores agrícolas y pecuarias durante todo el año. En la familia de Moisés Vicente, existen dos residentes permanentes con aparente condición de discapacidad mental.

Por otro lado, una familia (de Andrea Chellew) constituye el Pueblo de Mallku a orillas de ruta Ch-11, con residencia permanente desde hace más de 24 años. Los datos de dichos grupos familiares se detallan en tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3. Familia Marca- Diaz, sector Copaquilla

¿Dónde vive regularmente el grupo familiar?		tiempo	
Otro lugar Dirección	Arica	Esporádica	
Dirección Comunidad	En Copaquilla de manera continua 6 meses y periódica y regular (media semana al menos) el resto del año.	Periódica y permanente	
Por sexo		hombres	mujeres
Total		7	1
Grupos de edad	0 a 14 años		
	15 a 24 años	1	
	25 a 39 años	1	
	40 a 54 años	2	
	55 a 64 años	2	
	65 y más	1	1
Nombre		edad	género
Nº1	Juliana Marca Diaz	65	femenino
Nº2	Fidel Marcelo Flores	70	masculino
Nº3	Wilfredo Cataldo Marca	45	masculino
Nº4	Marco Marca	63	masculino
Nº5	Marco Marca Mamani	30	masculino
Nº6	Richard Choquehuanca	42	masculino
Nº7	Galindo Diaz Marca	60	masculino

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 4. Familia Troncoso-Chellew, sector pueblo de Mallku.

¿Dónde vive regularmente el grupo familiar?		tiempo	
Otro lugar Dirección	No		-----
Dirección Comunidad	Pueblo de Mallku de manera permanente.		Todo el año
Por sexo		hombres	mujeres
Total		3	3
Grupos de edad	15 a 24 años	1	2
	25 a 39 años	1	
	55 a 64 años		1
	65 y más	1	
Nombre		edad	género
Nº1	Andrea Chellew Stambuk	53	femenino
Nº2	Alexis Troncoso Lizana	71	masculino
Nº3	Mallku Troncoso Chellew	25	masculino
Nº4	Alaya Troncoso Chellew	16	femenino
Nº5	Kael Troncoso Chellew	19	masculino
Nº6	Cristaria Troncoso Chellew	21	femenino

Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 5. Familia Vicente, sector de Copaquilla.

¿Dónde vive regularmente el grupo familiar?		tiempo	
Otro lugar Dirección	Arica		Periódica.
Dirección Comunidad	Sector de Copaquilla		Permanente.
Por sexo		hombres	mujeres
Total		7	6
Grupos de edad	0 a 14 años	1	2
	15 a 24 años	1	1
	25 a 39 años	2	
	40 a 54 años	2	1
	65 y más	1	2
Nombre		edad	género
Nº1	Moisés Vicente	53	masculino
Nº2	Isaac Vicente	90	masculino
Nº3	Alberta Vicente Medina.	68	femenino
Nº4	Eduardo Vicente.	48	masculino
Nº5	Virginia Vicente	66	femenino
Nº6	Carol Vicente Leaño	14	femenino
Nº7	Coral Vicente Leaño	14	femenino
Nº8	Moisés Vicente Leaño	11	masculino
Nº9	José Chávez	29	masculino
Nº10	Antonio Chávez	23	masculino
Nº11	Moisés Vicente Gallardo	27	masculino
Nº12	Camila Vicente Gallardo	20	femenino
Nº13	Coral Felicidad Leaño Aruquipa	42	femenino

Fuente. Elaboración Propia.

4. Resultados de Catastro de Viviendas.

Se realizó un trabajo de recolección y visita a terreno de todas las viviendas identificadas en el área de estudio. Se hace presente, que existen de manera periódica desarmes y reconstrucción de viviendas en el territorio, lo que es un elemento a considerar en un eventual uso de estos datos a futuro.


Las fichas son ordenadas por temas y presentan la estructura señalada en tabla 6.


Tabla 6. Detalle de catastro de viviendas


Propietario	Nombre propietario
Código Sector	CC Copaquilla; TP Trigo Pampa; PM Pueblo de Mallku
Coord. Norte	Coordenada UTM Norte
Coord. Este	Coordenada UTM Este
Altura	Altura en msnm
Tipo de Instalación	características visuales
Calzada	Hormigón Cemento; hormigón Asfalto; adoquín; Tierra; no
Acera	pastelón; baldosa; tierra; solera; no
Energía	trifásica; monofásica; panel solar; sin energía
Electricidad	1 si; 2 no
Alcantarillado	1 si; 2 no
Agua Potable	1 si; 2 no
Gas	1 si; 2 no
Forma	1 regular; 2 irregular; 3 pendiente
Frente	Largo en metros
Fondo	Ancho en metros
Superficie	superficie en m2
Nº pisos	unidad
Uso del inmueble	1 privado; 2 otro
Techumbre	1 aislada; 2 pareada
Nº aguas	1 agua (1); 1/2 agua (2)
Revestimientos	Si/No
Calidades	1 mínima; 2 inferior; 3 corriente; 4 buena; 5 superior
Estructura	1 armada; 2 si armar;
Albañilería	1 piedra; 2 adobe; 3 ladrillo; 4 bloque; 5 madera; 6 metálica; 7 hormigón; 8 loza entrepiso
Habitado	1 si; 2 no


Fuente. Elaboración propia.


4.1. Fichas de Catastro de viviendas en el territorio

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	1	Fecha:	31-05			
	Propietario	-					Código	TP			
	Coord. Norte	433667	Coord. Este	7965065	Altura msnm	2.839	Sup. en m2	18			
Tipo de Instalación: vivienda de aglomerado, ventanas chapadas, bastantes desechos y materiales, se observa un tractor, no se observa una ocupación continua.											
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía				
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO			
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO			
	Hormigón Asfalto						Otra	NO			
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	(especificar)				
Tierra	SI	Solera		Gas	NO						
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	3	
	N° Pisos Inmueble	1		Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)			privado				
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO	
	Calidades										
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior		
	Estructura		armada		sin armar	X					
	Albañilería										
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica		
	hormigón		bloque		loza entrepiso						
	Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: Es una vivienda aislada localizada al surponiente de Trigo Pampa, en ladera opuesta a la comunidad. Cuenta con una bodega sin terminar.											
											


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	2	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433655	Coord. Este	7965330	Altura msnm	2.850	Sup. en m2	18		
Tipo de Instalación: vivienda de aglomerado resultante de embarques. Sin ventanas.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones				
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: Se observa un tendido monofásico, no regularizado. Límite sur de comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	3	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433617	Coord. Este	7965359	Altura msnm	2.852	Sup. en m2	33		
Tipo de Instalación: Dos viviendas tradicionales, cuenta con una ramada, una bodega, y corral para animales										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc y tradicional	N° de Aguas:	2	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe	X	Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: Se observa un tendido monofásico, no regularizado. En comunidad.										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	4	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433629	Coord. Este	7965374	Altura msnm	2.852	Sup. en m2	36		
Tipo de Instalación: Dos espacios juntos, uno de ellos parece bodega, piso de tierra										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones				
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	12	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	5 <th>Fecha:</th> <td colspan="2">31-05</td>	Fecha:	31-05			
	Propietario	-					Código	TP			
	Coord. Norte	433616	Coord. Este	7965389	Altura msnm	2.853	Sup. en m2	36			
	Tipo de Instalación: Vivienda muy deteriorada externa y visualmente, techo de zinc, presenta un anexo de 3x3 m2 sin terminar.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía				
	Hormigón Cemento		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO			
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO			
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida			
Tierra	SI	Solera		Gas	NO						
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	6	
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado			
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO	
	Calidades										
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior		
	Estructura		armada		sin armar	X					
	Albañilería										
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X	
	hormigón		bloque		loza entrepiso						
Habitado	NO	N° Hab		Contacto							
Descripción de emplazamiento: en comunidad.											
											


ANEXO Nº 6. Catastro de Población y Vivienda
Informe Final Versión 01

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	6	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433603	Coord. Este	7965370	Altura msnm	2.853	Sup. en m2	18		
Tipo de Instalación: Madera aglomerada, hay sacos de cemento que indica ampliación, cuenta con bodega de 3x3m2										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón Cemento		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad. Queda la duda si son usadas como bodegas todo el área										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	7	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433609	Coord. Este	7965370	Altura msnm	2.853	Sup. en m2	18		
Tipo de Instalación: Madera aglomerada, cuenta con ventana, y tiene una ramada de zinc adjunta de reciente uso.										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad. Queda la duda si son usadas como bodegas toda el área.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	8	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433602	Coord. Este	7965408	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	12		
	Tipo de Instalación: Vivienda de Zinc pareada con Nº9, de apariencia nueva o muy reciente.									
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto						Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO				
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones				
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	ZINC
	Calidades									
	mínima		inferior	X	corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón	X	bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad. No hay claridad si cuenta con radier o loza en piso.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	9	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433602	Coord. Este	7965408	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	12		
	Tipo de Instalación: Vivienda de Zinc pareada con Nº8, de apariencia nueva o muy reciente									
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
	Adoquín		Solera		Gas	NO				
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones				
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	ZINC
	Calidades									
	mínima		inferior	X	corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón	X	bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad. No hay claridad si cuenta con radier o loza en piso.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	10	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433597	Coord. Este	7965403	Altura msnm	2.853	Sup. en m2	9		
	Tipo de Instalación: Parece bodega, aunque creo que es una vivienda, es de material aglomerado de madera.									
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones				
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	3	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	no
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad. No hay claridad si cuenta con radier o loza en piso.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	11	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433595	Coord. Este	7965406	Altura msnm	2.853	Sup. en m2	9		
Tipo de Instalación: Parece bodega, aunque creo que es una vivienda, es de material aglomerado de madera.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones				
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	3	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)			privado			
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	no
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: Hay dos estanques de agua en su parte trasera, en una especie de bodega y baño. En comunidad.										





EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	12	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433590	Coord. Este	7965406	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	9		
Tipo de Instalación: Igual a 10 y 11, sólo que cuenta con ventana.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	3	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	no
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: Quizás ocupa estanques de agua de 10 y 11. En comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	13	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433586	Coord. Este	7965407	Altura msnm	2.855	Sup. en m2	12		
Tipo de Instalación: Vivienda de zinc reciente, cuenta con ventana.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	ZINC
	Calidades									
	mínima		inferior	X	corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	14	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433591	Coord. Este	7965389	Altura msnm	2.852	Sup. en m2	21		
Tipo de instalación: vivienda con varias ampliaciones, principal de adobe, cuenta con una ramada										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	7	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe	X	Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	15	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433582	Coord. Este	7965412	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	11.5		
Tipo de instalación: vivienda nueva de zinc, pareada, pequeña vereda y ventanas con rejas										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	3.5	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	ZINC
	Calidades									
	mínima		inferior	X	corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	16	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433582	Coord. Este	7965412	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	11.5		
Tipo de instalación: vivienda nueva de zinc, pareada con Nº15, pequeña vereda y ventanas con rejas										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	3.5	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	ZINC
	Calidades									
	mínima		inferior	X	corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	17	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433579	Coord. Este	7965423	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	12		
Tipo de instalación: vivienda de madera aglomerada.										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	18	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433578	Coord. Este	7965422	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	9		
Tipo de instalación: vivienda de zinc con una ventana, con puerta trasera										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	3	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)			privado			
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	zinc
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada	X	sin armar					
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	19	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433560	Coord. Este	7965419	Altura msnm	2.854	Sup. en m2	9		
Tipo de instalación: vivienda de planchas OSB con una ventana, con puerta de cholguan										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad. Se ve una acometida		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	3	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1		Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado	
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	no
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar		X			
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	20	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433571	Coord. Este	7965430	Altura msnm	2.852	Sup. en m2	24		
Tipo de instalación: vivienda de aglomerado y madera, deteriorada										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad.		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	4	Fondo	6
	N° Pisos Inmueble		1		Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado	
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	21	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433569	Coord. Este	7965430	Altura msnm	2.851	Sup. en m2	16		
Tipo de instalación: Casa de aglomerado sin ventana.										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad.		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	4	Fondo	4
	N° Pisos Inmueble		1		Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado	
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	22	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433563	Coord. Este	7965437	Altura msnm	2.850	Sup. en m2	72		
Tipo de instalación: Sede social de hormigón y con revestimiento en bloques. Cuenta con un taller y estanque de agua.										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad.		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	12	Fondo	6
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	estuc o
	Calidades									
	mínima		inferior		corriente	X	buena		superior	
	Estructura	X	armada		sin armar					
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón	X	bloque	X	loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Ha0.b		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	23	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433561	Coord. Este	7965437	Altura msnm	2.852	Sup. en m2	12		
Tipo de instalación: Vivienda de madera y aglomerado con ventanas tapiadas.										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad.		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	3	Fondo	4
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X				
Habitado	NO	N° Hab.		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	TRIGO PAMPA			N°	24	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	TP		
	Coord. Norte	433558	Coord. Este	7965440	Altura msnm	2.852	Sup. en m2	22		
Tipo de instalación: Vivienda de madera, piso de cemento dos ventanas.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra (especificar)	Paneles solares de la comunidad.		
Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	5.5	Fondo	4
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada		Pareada	X	Rev. Exterior	
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Ha0.b		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	Copaquilla			N°	25	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433243	Coord. Este	7965756	Altura msnm	2.886	Sup. en m2	18		
Tipo de Instalación: Sector medio, semicírculo. Material OSB. Presenta sticker del censo.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón Cemento		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra	NO		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble	1		Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)			privado			
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: sector ingreso a Copaquilla.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	26	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433251	Coord. Este	7965758	Altura msnm	2.885	Sup. en m2	5		
Tipo de Instalación: vivienda de terciado, piso de tierra.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
Tierra	Si	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	2.5	Fondo	2
	N° Pisos Inmueble	1		Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)			privado			
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: sector ingreso a Copaquilla.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA				N°	27	Fecha:	31-05		
	Propietario	-						Código	CC		
	Coord. Norte	433257	Coord. Este	7965763		Altura msnm	2.882	Sup. en m2	18		
Tipo de Instalación: Vivienda terciada, con ventana, sin techo. Presenta sticker del censo.											
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía				
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO			
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO			
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra				
	Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	3	Fondo	6	
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado			
	Techumbre	no	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO	
	Calidades										
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior		
	Estructura		armada		sin armar	X					
	Albañilería										
	Piedra		Adobe	X	Ladrillo		Madera	X	Metálica		
	hormigón		bloque		loza entrepiso						
	Habitado	NO	N° Hab.		Contacto						
	Descripción de emplazamiento: sector ingreso a Copaquilla.										
											


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	28	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433269	Coord. Este	7965759	Altura msnm	2.878	Sup. en m2	12		
Tipo de Instalación: de madera terciada, sin terminar, una ventana.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón Cemento		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
	Tierra	SI	Solera		Gas	NO				
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	3	Fondo	4
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	NO	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	29	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433288	Coord. Este	7965768	Altura msnm	2.876	Sup. en m2	12		
Tipo de Instalación: Vivienda de madera y aglomerado OSB, una puerta, no terminada.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
	Adoquín		Solera		Gas	NO				
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	30	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433294	Coord. Este	7965775	Altura msnm	2.874	Sup. en m2	12		
Tipo de Instalación: Madera aglomerado OSB, hay sacos de cemento que indica ampliación, cuenta con bodega de 3x3m2.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento:										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	31	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433305	Coord. Este	7965783	Altura msnm	2.874	Sup. en m2	12		
Tipo de Instalación: Casa de tabloncitos con un anexo, techo de zinc, alero de carpa y zinc.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	32	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433299	Coord. Este	7965805	Altura msnm	2.873	Sup. en m2	12		
Tipo de Instalación: Vivienda de aglomerado OSB, sin puerta ni ventana. Cuenta con sticker de censada.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	4	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	33	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433292	Coord. Este	7965810	Altura msnm	2.874	Sup. en m2	21		
Tipo de Instalación: Vivienda de aglomerado OSB, sin puerta										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	si	Pendiente		Frente	6	Fondo	3.5
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	34	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433276	Coord. Este	7965821	Altura msnm	2.873	Sup. en m2	27		
Tipo de Instalación: Mediagua muy deteriorada, y una pieza de mediagua al costado en similar condición.										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón Cemento		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra	NO		
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	9	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	35	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433260	Coord. Este	7965826	Altura msnm	2.873	Sup. en m2	18		
Tipo de Instalación: Mediagua a medio construir, hay polines de madera y sacos de cemento, de aglomerado OSB										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón Cemento		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
Tierra	SI	Solera		Gas	NO					
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	6	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	ZINC	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: En comunidad.										




EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	36	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433255	Coord. Este	7965831	Altura msnm	2.873	Sup. en m2	18		
Tipo de Instalación: Vivienda de aglomerado OSB, sin puerta, ventana con nylon										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
	Adoquín		Solera		Gas	NO				
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	6	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: En comunidad.										
										


EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	37	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433248	Coord. Este	7965831	Altura msnm	2.873	Sup. en m2	9		
Tipo de Instalación: Vivienda sin terminaciones, de aglomerado OSB										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
	Adoquín		Solera		Gas	NO				
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	3	Fondo	3
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	38	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433261	Coord. Este	7965811	Altura msnm	2.873	Sup. en m2	24		
Tipo de instalación: vivienda deteriorada, presenta piso con loza de cemento.										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
	Adoquín		Solera		Gas	NO				
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	6	Fondo	4
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	2	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe	X	Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón		bloque		loza entrepiso					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	39	Fecha:	31-05		
	Propietario	-					Código	CC		
	Coord. Norte	433199	Coord. Este	7965812	Altura msnm	2.879	Sup. en m2	24		
Tipo de instalación: vivienda no terminada										
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra			
	Adoquín		Tierra		Gas	NO				
	Tierra	SI	Solera							
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	6	Fondo	4
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica	
	hormigón			bloque		loza entrepiso				
Habitado	NO	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: en comunidad.										
										

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA				N°	40	Fecha:	31-05		
	Propietario	Wilfredo Cataldo.					Código	CC			
	Coord. Norte	433128	Coord. Este	7965968	Altura msnm	2.882	Sup. en m2	12			
Tipo de instalación: vivienda de Wilfredo Cataldo, cuenta con terraza o balcón, en pilotes y piso de madera.											
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía				
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO			
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO			
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra	Paneles solares			
	Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI										
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones					
	Regular		Irregular	X	Pendiente		Frente	4	Fondo	3	
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado			
	Techumbre	ZINC	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO	
	Calidades										
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior		
	Estructura		armada		sin armar	X					
	Albañilería										
	Piedra		Adobe		Ladrillo		Madera	X	Metálica		
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto							
Descripción de emplazamiento: en costado de piscicultura y siembras en Copaquilla.											
											

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	41	Fecha:	31-05			
	Propietario	Juliana Marca. Familia de Isabel Diaz.					Código	CC			
	Coord. Norte	433071	Coord. Este	7966004	Altura msnm	2.904	Sup. en m2	48			
Tipo de instalación: Vivienda compuesta de materialidad tradicional adobe, conformada por varias construcciones											
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía				
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO			
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO			
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	NO	Otra	PANELES SOLARES.			
	Adoquín		Solera		Gas	NO					
Tierra	SI										
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones						
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	16	Fondo	3	
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado			
	Techumbre	ZINC	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	NO	
	Calidades										
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior		
	Estructura		armada	X	sin armar						
	Albañilería										
	Piedra	X	Adobe	X	Ladrillo		Madera	X	Metálica		
	hormigón		bloque		loza entrepiso	X					
Habitado	NO	N° Hab		Contacto							
Descripción de emplazamiento: ladera oriente, Juliana Marca.											
											

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	COPAQUILLA			N°	42	Fecha:	31-05
	Propietario	Isaac Vicente					Código	CC
	Coord. Norte	432866	Coord. Este	7965802	Altura msnm	2.895	Sup. en m2	144
Tipo de instalación: Vivienda precaria de múltiples materialidades, OSB, madera, piedra								
URBANIZACION	Calzada		Acera		Servicios		Energía	
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	NO	Trifásica	NO
	Hormigón Asfalto		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO
	Adoquín		Tierra		Agua Potable	NO	Otra	
Tierra	SI	Solera		Gas	NO			
DATOS DEL INMUEBLE	Forma				Dimensiones			
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente	Fondo
	N° Pisos Inmueble	1		Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)			privado	
	Techumbre	ZINC	N° de Aguas:	1	Aislada	X	Pareada	Rev. Exterior
	Calidades							
	mínima	X	inferior		corriente		buena	superior
	Estructura		armada	X	sin armar			
	Albañilería							
	Piedra		Adobe	X	Ladrillo		Madera	X
	hormigón		bloque		loza entrepiso			
Habitado	SI	N° Hab		Contacto	Moisés Vicente.			
Descripción de emplazamiento: en zona norponiente de Comunidad de Copaquilla.								
								

EMPLAZAMIENTO	LOCALIDAD	PUEBLO DE MALLKU				N°	43	Fecha:	31-05	
	Propietario	Andrea Chellew						Código	PM	
	Coord. Norte	431443	Coord. Este	7965310	Altura msnm	3.124	Sup. en m2	80		
Tipo de instalación: Vivienda constituida por múltiples materialidades. Adobe, OSB, madera										
URBANIZACIÓN	Calzada		Acera		Servicios		Energía			
	Hormigón		Pastelón		Electricidad	SI	Trifásica	NO		
	Cemento		Baldosa		Alcantarillado	NO	Monofásica	NO		
	Hormigón Asfalto		Tierra		Agua Potable	SI	Otra	PANELES SOLARES		
	Adoquín		Solera		Gas	NO				
Tierra	SI									
DATOS DEL INMUEBLE	Forma					Dimensiones				
	Regular	X	Irregular		Pendiente		Frente		Fondo	
	N° Pisos Inmueble		1	Uso del Inmueble (Privado u otro especificar)				privado		
	Techumbre	zinc	N° de Aguas:		Aislada	X	Pareada		Rev. Exterior	
	Calidades									
	mínima	X	inferior		corriente		buena		superior	
	Estructura		armada		sin armar	X				
	Albañilería									
	Piedra	x	Adobe	x	Ladrillo	x	Madera	X	Metálica	x
	hormigón		bloque	x	loza entrepiso					
Habitado	SI	N° Hab		Contacto						
Descripción de emplazamiento: costado ruta CH-11 e ingreso a Ruta Copaquilla										
										

5. Bibliografía

- Albo, X. (2000). Aymaras entre Bolivia, Perú y Chile. *Estudios Atacameños*(19), 43 - 73.
- Carrasco, A. M., & González, H. (2014). Movilidad poblacional y procesos de articulación rural-urbano entre los aymara del norte de Chile. *Si Somos Americanos* , 217-231.
- CONADI. (2017). Listado de personas que pertenecen a las comunidades indígenas Pukará de Copaquilla y Trigo Pampa. Arica.
- Consultora Mallku. (2012). Plan de Manejo y Gestión del Sitio Pucará de Copaquilla.
- DGOP MOP. (2016). Pueblos Indígenas, Consulta y Territorio. Santiago: Andros Impresores.
- Gonzalez, H. (2007). Comunidad Rural en Crisis o Comunidad Translocalizada entre los Aymara del Norte de Chile. VI Congreso Chileno de Antropología, (pág. 15). Valdivia.
- GORE Región Arica y Parinacota. (2013). Plan Marco de Desarrollo Territorial Putre Bajo.
- Ministerio de Planificación y Cooperación. (1993). Ley 19253.
- Ministerio de Relaciones Exteriores. (2009). Decreto 236, Promulga Convenio 169.
- MOP, Dirección de Arquitectura. (2016). Guía de Diseño Arquitectónico Aymara. Santiago.
- Romero, A. (2009). Arqueología, gentiles y comunidades locales en el actual paisaje cultural de Copaquilla, Precordillera de Arica.

ANEXO Nº7. V01 LINEA BASE DEL COMPONENTE BIÓTICO

Índice

1	Introducción	5
2	Objetivos	5
2.1	Objetivos específicos.....	5
3	Metodología	6
3.1	Área de estudio	8
3.2	Vegetación	8
3.3	Flora	9
3.4	Fauna.....	11
3.4.1	Herpetofauna	11
3.4.1.1	Reptiles.....	11
3.4.1.2	Anfibios	11
3.4.2	Mamíferos	11
3.4.2.1	Micromamíferos.....	12
3.4.2.2	Meso y Macromamíferos	12
3.4.2.3	Quirópteros.....	12
3.4.3	Avifauna	13
3.4.3.1	Aves diurnas.....	13
3.4.3.2	Aves nocturnas.....	13
4	Análisis de datos.....	15
4.1	Origen y estados de conservación	15
4.2	Índices de similitud y diversidad	16
4.3	Resultados	16
4.3.1	Vegetación	17
4.3.1.1	Estructura de la vegetación	17
4.3.1.2	Riqueza y abundancia	19
4.3.1.3	Cobertura vegetal	21
4.4	Flora	22
4.5	Fauna.....	24
4.5.1	Herpetofauna	28
4.5.1.1	Anfibios	28
4.5.1.2	Reptiles.....	30
4.5.2	Mamíferos	32
4.5.2.1	Micromamíferos.....	36
4.5.2.2	Meso y macromamíferos	37
4.5.2.3	Quirópteros.....	38
4.5.3	Avifauna	41
4.5.3.1	Aves diurnas.....	42
4.5.3.2	Aves nocturnas.....	49
5	Conclusiones	49
6	Anexo I. Permiso de captura de animales de especies protegidas de fauna silvestre.....	54

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas (UTM) de cada parcela de vegetación y flora.	6
Tabla 2. Coordenadas (UTM) de cada punto de muestreo de fauna (PMF) y cámaras trampa instaladas (CT).....	7
Tabla 3. Criterio de clasificación de la vegetación (uso actual del suelo).....	9
Tabla 4. Formación vegetal de cada parcela de vegetación.	18
Tabla 5. Composición taxonómica de la flora terrestre presente en el área de estudio. Se reporta la presencia en cada una de las zonas identificadas, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.....	22
Tabla 6. Especies potenciales en el área de estudio. Se describen las especies por Clase, indicando su estado de conservación.....	24
Tabla 7. Composición taxonómica de anfibios presentes en el área de estudio. Se describe la presencia en ambas formaciones vegetales, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.....	28
Tabla 8. Abundancia absoluta y relativa de anfibios por transecto en la Zona C.	29
Tabla 9. Composición taxonómica de reptiles presentes en el área de estudio. Se describe la presencia en ambas formaciones vegetales, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.....	30
Tabla 10. Abundancia absoluta y relativa de reptiles por transecto en cada zona del área de estudio.	31
Tabla 11. Composición taxonómica de mamíferos presentes en el área de estudio. Se describe la presencia en cada zona, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.....	33
Tabla 12. Abundancia absoluta y relativa de micromamíferos por noche en cada zona del área de estudio.	37
Tabla 13. Composición taxonómica de avifauna presente en cada zona del área de estudio. Se describe el origen geográfico, status y el estado de conservación de cada especie.	42
Tabla 14. Abundancia absoluta y relativa de aves diurnas por punto de conteo y por zona en el área de estudio.	45
Tabla 15. Abundancia absoluta y relativa de aves nocturnas por señuelo acústico en la zona C del área de estudio.	49

Índice de figuras

Figura 1. Localización de parcelas de vegetación y flora en zona A residuos mineros y zona B adyacente a residuos.	10
Figura 2. Localización de parcelas de vegetación y flora, zona C comunidades.....	10
Figura 3. Localización específica de los puntos de muestreo de fauna, y localización de trampas cámara, en zona C comunidades.	14
Figura 4. Localización específica de los puntos de muestreo de fauna, y localización de trampas cámara, en zona A residuos mineros y zona B adyacente (azul).....	14
Figura 5. Diferentes zonas identificadas, en función de la vegetación dominante, en el área de estudio: Zona A (rojo), Zona B (azul) y Zona C (verde).	17
Figura 6. Fotografías de las zonas A, B y C en el área de estudio.	18
Figura 7. Riqueza de especies por parcelas de cada zona en el área de estudio.	20

Figura 8. Abundancia de individuos por parcela de cada zona en el área de estudio.....	20
Figura 9. Proporción de individuos muertos de cada zona en el área de estudio.....	21
Figura 10. Cobertura vegetal de cada zona en el área de estudio.....	21
Figura 11. Individuo adulto y larvas de <i>Telmatobius zapahuirensis</i> registrado en la zona C.	29
Figura 12. Riqueza y abundancia de anfibios en la zona C.	29
Figura 13. Individuos de <i>Liolaemus jamesi</i> (A) y <i>Liolaemus alticolor</i> (B).	30
Figura 14. Individuo de <i>Tachymenis peruviana</i> registrado en la zona B.	31
Figura 15. Riqueza de reptiles en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.	32
Figura 16. Abundancia de reptiles en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.	32
Figura 17. Individuos capturados con trampas Sherman en el área de estudio. <i>Phyllotis osgoodi</i> (A) y <i>Phyllotis limatus</i> (B).	34
Figura 18. Individuo de <i>Akodon albiventer</i> detectado en la zona C del área de estudio.	34
Figura 19. Individuo de <i>Phyllotis osgoodi</i> capturado mediante trampas cámara en el área de estudio.	35
Figura 20. Individuo de <i>Lagidium peruanum</i> capturado mediante trampas cámara en el área de estudio.	35
Figura 21. Fotos de <i>Lycalopex culpaeus</i> detectado mediante trampas cámara en el área de estudio.	36
Figura 22. Riqueza de micromamíferos en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.	36
Figura 23. Abundancia de micromamíferos en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.	37
Figura 24. Riqueza de meso y macromamíferos en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.	38
Figura 25. Fotos de murciélagos detectados en el área de estudio. (A) <i>Histiotus montanus</i> , (B) <i>Myotis atacamensis</i> , (C) <i>Tadarida brasiliensis</i> , (D) <i>Mormopterus kalinowskii</i>	39
Figura 26. Sonograma de llamadas de ecolocación de <i>Histiotus montanus</i>	39
Figura 27. Sonograma de llamadas de ecolocación de <i>Myotis atacamensis</i>	40
Figura 28. Sonograma de llamadas de ecolocación de <i>Tadarida brasiliensis</i>	40
Figura 29. Sonograma de llamadas de ecolocación de <i>Mormopterus kalinowskii</i>	40
Figura 30. <i>Vultur gryphus</i> , única especie de ave catalogada en algún estado de conservación en el área de estudio.	41
Figura 31. Anseriformes (<i>Anas flavirostris</i> , A) y Accipitriformes (<i>Geranoaetus polyosoma</i> , B) registrados en el área de estudio.	43
Figura 32. Apodiforme y Columbiformes registrados en el área de estudio. <i>Oreotrochilus estella</i> (A), <i>Metriopelia melanoptera</i> (B) y <i>Metriopelia ceciliae</i> (C).	43
Figura 33. Algunos Passeriformes registrados en el área de estudio. <i>Sicalis uropygialis</i> (A), <i>Ochthoeca leucophrys</i> (B), <i>Spinus crassirostris</i> (C), <i>Phrygilus fruticeti</i> (D), <i>Conirostrum cinereum</i> (E), <i>Asthenes dorbignyi</i> (F), <i>Phrygilus plebejus</i> (G) y <i>Turdus chiguanco</i> (H).....	44
Figura 34. Riqueza de aves diurnas en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.	48
Figura 35. Abundancia de aves diurnas en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.	48

1 Introducción

El presente informe caracteriza el medio biótico del área de Copaquilla alta y zonas aledañas. Específicamente, se describen los componentes vegetación, flora y fauna, en el marco del proyecto “Análisis Evaluación de Riesgos Matrices Copaquilla”, localizado en la comuna de Putre, Provincia de Parinacota, XV Región de Arica y Parinacota.

El área de estudio corresponde a la zona directa y aledaña de los residuos mineros de Copaquilla alta generados por la ex-planta DE PROMEL a mediados de la década de los 80 del siglo pasado, la cual es descrita de acuerdo a tres zonas, resultado de su caracterización, la determinación de unidades vegetales homogéneas, y considerando la gradiente de perturbación biótica dado por la actividad antrópica minera.

El sector se encuentra localizado en la zona norte y andina de Chile, la cual se caracteriza por tener precipitaciones, de origen tropical, que se concentran en los meses de verano (Amigo y Ramírez, 1998; Luebert y Pliscoff, 2006). En este contexto climático, el área de estudio se encuentra en el piso de vegetación “matorral bajo desértico tropical andino”. Los pisos de vegetación son definidos como espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales con estructura y fisionomía uniforme, situadas bajo condiciones meso-climáticamente homogéneas, a una escala espacio-temporal específica (Luebert y Pliscoff, 2006). De esta manera, las especies descritas como dominantes para este piso vegetal son especies del género *Atriplex* y *Fabiana*.

Por otro lado, considerando la región completa del área de estudio, es posible encontrar entre 750 y 800 especies de flora vascular (Teillier, 2008) y 32 especies de mamíferos terrestres (la región más diversa en esta taxa, Cofre y Vilina, 2008). Respecto a la diversidad de aves terrestres en la región, esta concentra el 20% de las aves que habitan el país (Vilina y Cofré, 2008). En el gradiente latitudinal de Chile, se encuentra una mayor riqueza de reptiles entre los 18-37 °LS (comenzando en el extremo norte), mientras que los anfibios se encuentran mayormente concentrados entre los 38-48 °LS (Vidal y Labra, 2008). De esta manera, proyectos pasados y futuros en el área en cuestión debieran considerar una detallada descripción del medio biótico.

2 Objetivos

Elaborar una línea base del componente biótico (i.e. vegetación, flora, herpetofauna, mamíferos y avifauna) del sector a estudiar.

2.1 Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar las formaciones vegetales presentes en el área de estudio.
- Determinar la riqueza taxonómica de flora, herpetofauna, mamíferos y avifauna presente en el área de estudio.
- Evaluar la abundancia de reptiles, micromamíferos y avifauna que habita en las formaciones vegetales presentes en el área de estudio.

- Determinar el origen geográfico y estado de conservación de las especies registradas en el área de estudio.

3 Metodología

La metodología que se describe a continuación, considera los alcances y sugerencias de la “Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA” (SEA, 2015). La caracterización de los componentes vegetación y flora se realizó entre el 29 de abril y 03 de mayo del presente año. La caracterización de los vertebrados terrestres se llevó a cabo entre el 29 de mayo y 05 de junio del presente año. Las observaciones fueron registradas en una libreta de campo y posteriormente traspasadas a una base de datos. Las siguientes Tablas indican las coordenadas (UTM) de cada método utilizado para la caracterización de vegetación y flora (Tabla 1, Figuras 1 y 2) y para el componente fauna (Tabla 2, Figuras 3 y 4).

Tabla 1. Coordenadas (UTM) de cada parcela de vegetación y flora.

Esfuerzo de muestreo	Zona	Huso	Este	Sur	Altitud (m)
Parcela 1	A	19 S	432.074	7.964.381	3.098
Parcela 2	A	19 S	432.261	7.964.271	3.095
Parcela 3	A	19 S	432.443	7.964.324	3.103
Parcela 4	A	19 S	432.287	7.964.161	3.098
Parcela 5	A	19 S	432.525	7.964.192	3.107
Parcela 6	A	19 S	432.433	7.963.958	3.106
Parcela 7	A	19 S	432.559	7.963.963	3.110
Parcela 8	A	19 S	432.394	7.963.865	3.106
Parcela 9	A	19 S	432.238	7.963.829	3.103
Parcela 10	A	19 S	432.208	7.963.613	3.113
Parcela 11	A	19 S	432.432	7.963.739	3.110
Parcela 12	A	19 S	432.381	7.963.549	3.102
Parcela 13	A	19 S	432.642	7.963.726	3.102
Parcela 14	B	19 S	432.476	7.964.382	3.102
Parcela 15	B	19 S	432.695	7.963.469	3.096
Parcela 16	B	19 S	431.769	7.964.747	3.099
Parcela 17	B	19 S	431.834	7.964.512	3.094
Parcela 18	B	19 S	431.750	7.964.221	3.091
Parcela 19	B	19 S	431.746	7.964.006	3.082
Parcela 20	B	19 S	433.794	7.964.172	2.989
Parcela 21	B	19 S	432.021	7.963.622	3.123
Parcela 22	B	19 S	433.556	7.963.964	3.020
Parcela 23	B	19 S	432.090	7.963.413	3.113
Parcela 24	B	19 S	432.274	7.963.079	3.121
Parcela 25	B	19 S	432.451	7.963.332	3.105
Parcela 26	B	19 S	433.449	7.963.803	3.049
Parcela 27	B	19 S	432.951	7.964.049	3.112
Parcela 28	B	19 S	432.470	7.964.505	3.108
Parcela 29	B	19 S	432.931	7.964.275	3.094
Parcela 30	C	19 S	432.614	7.966.092	2.904

Esfuerzo de muestreo	Zona	Huso	Este	Sur	Altitud (m)
Parcela 31	C	19 S	432.753	7.966.000	2.884
Parcela 32	C	19 S	432.833	7.965.849	2.869
Parcela 33	C	19 S	432.946	7.965.924	2.882
Parcela 34	C	19 S	432.953	7.965.975	2.883
Parcela 35	C	19 S	433.035	7.965.848	2.868
Parcela 36	C	19 S	433.226	7.965.943	2.875
Parcela 37	C	19 S	433.387	7.965.764	2.857
Parcela 38	C	19 S	433.418	7.965.752	2.855
Parcela 39	C	19 S	433.420	7.965.551	2.847
Parcela 40	C	19 S	433.539	7.965.353	2.843
Parcela 41	C	19 S	433.615	7.965.337	2.847
Parcela 42	C	19 S	433.710	7.965.161	2.840
Parcela 43	C	19 S	433.744	7.965.101	2.833
Parcela 44	C	19 S	433.704	7.965.020	2.853
Parcela 45	C	19 S	433.742	7.964.867	2.836
Parcela 46	C	19 S	433.981	7.964.811	2.823
Parcela 47	C	19 S	434.084	7.964.775	2.852

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 2. Coordenadas (UTM) de cada punto de muestreo de fauna (PMF) y cámaras trampa instaladas (TC).

Esfuerzo de muestreo	Zona	Huso	Este	Sur	Altitud (m)
PMF 1	A	19 S	432.136	7.963.482	3.120
PMF 2	A	19 S	432.674	7.963.698	3.112
PMF 3	A	19 S	432.452	7.964.125	3.111
PMF 4	A	19 S	432.097	7.964.392	3.108
PMF 5	A	19 S	432.358	7.963.744	3.118
PMF 6	B	19 S	433.664	7.964.118	3.015
PMF 7	B	19 S	433.176	7.963.665	3.088
PMF 8	B	19 S	432.971	7.964.201	3.105
PMF 9	B	19 S	432.498	7.964.657	3.071
PMF 10	B	19 S	431.961	7.964.787	3.113
PMF 11	B	19 S	431.424	7.964.480	3.101
PMF 12	B	19 S	431.899	7.964.028	3.097
PMF 13	B	19 S	431.836	7.963.270	3.131
PMF 14	B	19 S	432.376	7.963.145	3.123
PMF 15	B	19 S	432.865	7.963.403	3.102
PMF 16	C	19 S	432.541	7.966.115	2.960
PMF 17	C	19 S	432.774	7.965.918	2.899
PMF 18	C	19 S	433.082	7.965.861	2.884
PMF 19	C	19 S	433.298	7.966.098	2.918
PMF 20	C	19 S	433.416	7.965.775	2.872
PMF 21	C	19 S	433.346	7.965.403	2.878
PMF 22	C	19 S	433.599	7.965.177	2.856
PMF 23	C	19 S	433.776	7.964.824	2.850
PMF 24	C	19 S	434.096	7.964.758	2.857

Esfuerzo de muestreo	Zona	Huso	Este	Sur	Altitud (m)
TC 1	B	19 S	432.905	7.963.384	3.100
TC 2	A	19 S	432.363	7.964.057	3.113
TC 3	A	19 S	432.211	7.963.565	3.118
TC 4	B	19 S	431.456	7.964.486	3.102
TC 5	B	19 S	431.885	7.963.300	3.128
TC 6	B	19 S	432.524	7.964.659	3.068
TC 7	C	19 S	432.741	7.966.104	2.927
TC 8	C	19 S	433.504	7.965.730	2.880
TC 9	C	19 S	433.302	7.965.385	2.886
TC 10	C	19 S	434.115	7.964.752	2.856
TC 11	C	19 S	432.598	7.966.130	2.945

TC: Cámara Trampa; PMF: Parcela de Muestreo de Fauna.

Fuente. Elaboración propia.

3.1 Área de estudio

El área de estudio es la zona de Copaquilla alta y sus zonas adyacentes, provincia de Parinacota. Así, el área de estudio contempla tres zonas: A. área de rípios directamente intervenida por la actividad minera pasada, B. área adyacente a los residuos mineros y C. fondo de quebrada. Lo anterior, es el resultado de una caracterización del área y la determinación de unidades vegetales homogéneas. Además, esta división se realizó considerando un gradiente de perturbación biótica dado por la actividad antrópica minera.

3.2 Vegetación

Previo a la visita de terreno, se realizó una clasificación e interpretación de la vegetación del área de estudio en base a una revisión bibliográfica (e.g. CONAF et al., 1999; Luebert y Pliscoff, 2006) y el análisis de imágenes satelitales. Se identificaron patrones de vegetación respecto a los colores o tonalidades, texturas y/o estructuras. De esta manera, se obtuvo la información preliminar de unidades homogéneas de vegetación existentes en la zona, las cuales fueron posteriormente corregidas o confirmadas con los datos obtenidos en terreno. El muestreo en terreno estuvo orientado a describir la fisonomía del medio desde la perspectiva de los elementos más conspicuos y representativos.

El análisis de vegetación fue realizado clasificando las unidades homogéneas presentes en el área de estudio. Lo anterior se realizó adaptando la metodología de Cartografía de Ocupación de Tierras (COT) (Etienne y Prado, 1982) y la caracterización utilizada en el Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF et al., 1999, Tabla 3). Además, en cada una de las unidades homogéneas se muestreó específicamente la composición y estructura de la vegetación mediante parcelas de vegetación de 200 m² (n=13 zona A, n=16 zona B, n=18 zona C, ver Tabla 1 y Figura 1). En cada una de estas se cuantificó para cada forma de vida (i.e. árboles, arbustos y suculentas): i) especies presentes, ii) densidad general, iii) densidad de individuos vivos, iv) densidad de individuos muertos, v) cobertura, y vi) formación vegetal. Además, para el caso de los árboles se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP).

Tabla 3. Criterio de clasificación de la vegetación (uso actual del suelo).

Origen	Uso actual del suelo	Cobertura por tipo biológico (%)			
		Arboles	Arbustos	Hierbas	Suculentas
Ambientes modificados	Desprovisto de vegetación (e.g. casas, industrias, caminos)	<10%	<10%	<10%	<10%
	Con vegetación (e.g. parques, jardines)	0-100%	0-100%	0-100%	0-100%
Ambientes intervenidos	Agrícola	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Plantación de arbustos	N.A.	>10%	N.A.	N.A.
	Plantación forestal	>10%	N.A.	N.A.	N.A.
	Bosque mixto (árboles nativos y exóticos)	>10%	0-100%	0-100%	0-100%
Ambientes naturales	Praderas (herbazales)	<10%	<10%	10 – 100%	<5%
	Matorral muy abierto	<10%	10 a 25%	0 – 100%	<5%
	Matorral abierto	<10%	25 a 50%	0 – 100%	<5%
	Matorral semidenso	<10%	50 a 75%	0 – 100%	<5%
	Matorral denso	<10%	75 a 100%	0 – 100%	<5%
	Matorral con suculentas	<10%	10 a 100%	0 – 100%	>5%
	Formación de suculentas	<5%	<5%	<5%	>5%
	Bosque muy abierto	10 a 25%	0 – 100%	0 – 100%	1 a 100%
	Bosque abierto	25 a 50%	0 – 100%	0 – 100%	1 a 100%
	Bosque semidenso	50 a 75%	0 – 100%	0 – 100%	1 a 100%
	Bosque denso	75 a 100%	0 – 100%	0 – 100%	1 a 100%
	Humedales (e.g. turberas, vegas, bofedales)	<10%	>10%	10 – 100%	N.A.
Sin vegetación (e.g. derrumbes, hielo, altas cumbres)	<10%	<10%	<10%	<10%	

Fuente. Modificado de CONAF et al. (1999).

3.3 Flora

El reconocimiento de la flora vascular, se realizó mediante recorridos completos de cada unidad de vegetación, complementando los datos obtenidos de cada parcela de vegetación (Figura 1). Cada especie fue reconocida, registrada y colectada en el caso de no ser identificada en terreno. Las muestras colectadas fueron analizadas en gabinete, determinando la especie con el apoyo de literatura especializada (e.g. Hoffmann, 1979; Marticorena et al., 2010). La nomenclatura taxonómica de las especies se basó principalmente en Marticorena et al. (2010), Marticorena y Quezada (1985) y Zuloaga et al. (2008), apoyada por los listados de flora potencial presentes en Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2006). Adicionalmente, también se revisaron proyectos en la región, desarrollados previamente dentro del marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA), con el objeto de obtener información apropiada en la temática.

El listado taxonómico de la flora vascular del área de estudio se clasificó de acuerdo a los siguientes atributos: composición, origen geográfico (nativa o introducida) y estado de conservación.



Figura 1. Localización de parcelas de vegetación y flora en zona A residuos mineros y zona B adyacente a residuos.
Fuente. Elaboración propia



Figura 2. Localización de parcelas de vegetación y flora, zona C comunidades.
Elaboración propia.

3.4 Fauna

En una primera etapa de gabinete, se realizó una recopilación de antecedentes bibliográficos para identificar la fauna que podría estar potencialmente presente en el área de estudio. Se obtuvo el permiso legal de captura de ejemplares de fauna terrestre con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el cual se adjunta en el Anexo I del presente documento.

3.4.1 Herpetofauna

El muestreo y detección para estas especies se realizó mediante el método de transectos lineales. Cada transecto se definió a partir de la información geográfica de la zona y de los sitios de muestreo definidos en la etapa previa de gabinete. Al registrar un reptil y/o anfibio, ya sea directa o indirectamente (i.e. pieles o fecas), se estableció la especie y se registró, de ser posible, fotográficamente.

3.4.1.1 Reptiles

Para el caso de los reptiles, se realizaron 5, 10 y 9 transectos en las zonas A, B y C respectivamente (Tabla 2, Figura 2). Cada transecto realizado fue de 300 m de largo por cinco m de ancho, empleando una variación del método señalado por Sutherland (2006). La búsqueda se realizó en periodos de alta luminosidad y temperatura (i.e. días soleados y entre 13:00 y 18:00 horas), condiciones ideales para el avistamiento de estos individuos. Dada las características del lugar, la búsqueda fue dirigida a especies saxícolas, terrícolas y arbustivas (sólo en Zona C), por lo tanto, se focalizó la atención directamente en el suelo, bajo y sobre piedras, y en los arbustos presentes. Los transectos fueron georreferenciados mediante un navegador satelital Garmin (sistema de proyección UTM Universal Transversal de Mercator, Datum SIRGAS 2000, WGS 84). El principal método de muestreo de reptiles ha sido el de transectos con búsqueda dirigida de ejemplares (Sutherland, 2006). En este sentido, se realizaron transectos que abarcaran homogéneamente toda el área de estudio. Los transectos fueron ejecutados por la especialista a pie, recorriendo el área a una baja velocidad (< 2km/hora). Se registraron a todos los individuos observados.

3.4.1.2 Anfibios

Para el estudio de anfibios, se desarrolló la metodología específica de acuerdo a los sectores del área de estudio que tuvieran características favorables para su presencia (cursos de agua en zona C). Se desarrollaron transectos de búsqueda activa bajo troncos, rocas, vegetación y pozones de acuerdo a Diaz-Paez y Ortiz (2003), los cuales tuvieron una distancia de 200 m y un ancho fijo de 10 m. El recorrido se realizó a pie, a baja velocidad, registrando los principales refugios y considerando estados larvales y adultos.

3.4.2 Mamíferos

La detección y metodología de mamíferos varió dependiendo de las características del grupo a muestrear. A continuación, se detalla cada metodología empleada para el muestreo de mamíferos.

3.4.2.1 Micromamíferos

La detección de micromamíferos (i.e. roedores y marsupiales) se realizó con el método de captura-liberación, a través del uso de trampas Sherman para la captura viva nocturna de individuos. Las trampas se establecieron espacialmente en forma de transectos lineales o grillas, de acuerdo a las condiciones físicas de cada zona. Se muestrearon las 3 zonas del área de estudio (Figura 2), las cuales representaban los diferentes ambientes. Cada línea o grilla se compuso de 50 trampas, todas separadas por 10 m entre sí, manteniéndose activas por dos noches (Sutherland, 2006; Zuñiga et al., 2011). Las trampas fueron cebadas con frutos secos (i.e. maní, almendras y pasas). Además, se agregó algodón para ayudar a mantener el calor de los individuos capturados. Cada trampa se instaló en sitios que tuvieran signos de actividad, como senderos, fecas o madrigueras. Las trampas fueron revisadas al amanecer. Los individuos capturados durante la primera noche fueron marcados con corte de pelo en la base de la cola, para ser diferenciados individualmente en el caso de una recaptura durante la segunda noche, de este modo se logró calcular la abundancia. Se identificó la especie de cada individuo capturado, los que fueron fotografiados y liberados en el mismo lugar de captura luego del reconocimiento. La manipulación de individuos capturados se realizó utilizando todos los implementos de seguridad (i.e. guantes de seguridad, mascarillas con filtro EPA y antiparras), para prevenir cualquier riesgo a la salud. Las trampas e implementos utilizados se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 10%.

3.4.2.2 Meso y Macromamíferos

La detección de meso y macromamíferos se realizó mediante el registro presencia/ausencia de especies (Sutherland, 2006). Para esto, se establecieron 5, 10 y 9 transectos de observación de mamíferos en las zonas A, B y C respectivamente (Tabla 2, Figura 2). Los transectos consistieron en líneas de 300 m y un ancho de 10 m (superficie efectiva por transecto de 3000 m²), donde se registraron las observaciones directas (i.e. individuos o vocalizaciones) e indirectas (i.e. signos como huellas, pelos y fecas). Se utilizaron claves de identificación para clasificar las huellas registradas (Acosta y Simonetti, 1999; Skewes, 2009). Además del método anterior, se instalaron 2, 5 y 5 trampas cámara (Stealth Cam) en las Zonas A, B y C respectivamente. Las trampas-cámara son utilizadas en las investigaciones biológicas como una herramienta para registrar animales crípticos, ariscos y/o que viven en baja densidad. Sirven para distinguir y confirmar la presencia de especies difíciles de reconocer por sus huellas u otros indicios (O'Connell et al., 2011). Estas se instalaron a 30 cm del suelo, estuvieron activas por cuatro días completos (dando un total de 1152 horas de esfuerzo de muestreo) y fueron cebadas con jurel. Estas fueron configuradas para disparar tres fotografías al detectar un movimiento. Los principios básicos para la manipulación, distribución y obtención de información siguen a O'Connell et al. (2011).

3.4.2.3 Quirópteros

La detección de quirópteros se realizó utilizando un método no invasivo a través del uso del dispositivo Echo Meter. Dispositivo que detecta los sonidos que emiten los murciélagos (ultrasonido), y permite grabar y analizar las llamadas de ecolocación. La ecolocación

funciona a través de comparaciones entre los pulsos que los murciélagos emiten y los ecos que se producen en el ambiente. Los pulsos corresponden a sonidos de alta frecuencia entre 15 y 210 kHz, que rebotan en el objeto o la presa y le entregan al murciélago información completa sobre su objetivo tales como distancia, forma, tamaño (Ossa et al., 2010). El análisis de estas llamadas es útil para el registro de especies conocidas, determinación de nuevas especies difíciles de capturar con métodos tradicionales, desarrollo de estudios sobre ecología del comportamiento de forrajeo, patrones de actividad, entre otros. Este método resulta particularmente útil cuando se dispone de llamadas de referencia de las especies presentes en el sitio donde se desea realizar grabaciones. De este modo podemos comparar las llamadas obtenidas en terreno, con aquellas presentes en nuestra base de datos y saber qué especies se encuentran habitando en el sitio de estudio (Ossa et al., 2010).

3.4.3 Avifauna

3.4.3.1 Aves diurnas

Para la caracterización de aves diurnas, se identificaron y cuantificaron todas las especies de aves presentes en el área de estudio a través de puntos de conteos (Bibby et al., 2000). Cada punto de conteo se definió a partir de las condiciones geográficas de la zona y de los sitios de muestreos previamente establecidos en la etapa de gabinete. Se realizaron 5, 10 y 9 puntos de conteo en las Zonas A, B y C respectivamente (Tabla 2, Figura 2). En cada punto de conteo, durante un periodo de ocho minutos, se realizó un recuento completo (visual y/o auditivo) de todos los individuos por especie presentes en un área delimitada por un radio fijo de 50 m. Estos se llevaron a cabo entre las 7:00 y 11:00 am (Jiménez, 2000). Adicionalmente, se registró la totalidad de las especies observadas fuera de los puntos de conteo, así contar con una tabla de riqueza total de aves para el área de estudio.

3.4.3.2 Aves nocturnas

El muestreo de aves nocturnas en el área consistió en señuelos acústicos. Metodología que consiste en emitir la vocalización de las especies objetivo (Egli, 2006), que en este caso fueron tres especies pertenecientes al orden Strigiformes: chuncho del norte (*Glaucidium peruanum*), tucúquere (*Bubo magellanicus*) y lechuga blanca (*Tyto alba*). Cada señuelo acústico se definió a partir de las condiciones geográficas de la zona y de los sitios de muestreos previamente establecidos en la etapa de gabinete. Se estableció una estación de muestreo en la Zona B y cuatro en la Zona C. La distancia mínima entre señuelos fue de 500 m, para evitar sobreestimar la abundancia de estas aves. Los muestreos fueron realizados durante la noche, considerando una hora posterior al atardecer como el tiempo mínimo para el desarrollo de los señuelos acústicos (entre las 20:00 y las 23:00 horas). Específicamente, se emitieron señuelos de 30 segundos de cada especie, con un tiempo de escucha entre cada emisión de un minuto, repitiendo esto tres veces en cada estación de muestreo.



Figura 3. Localización específica de los puntos de muestreo de fauna, y localización de trampas cámara, en zona C comunidades.

Fuente. Elaboración propia.

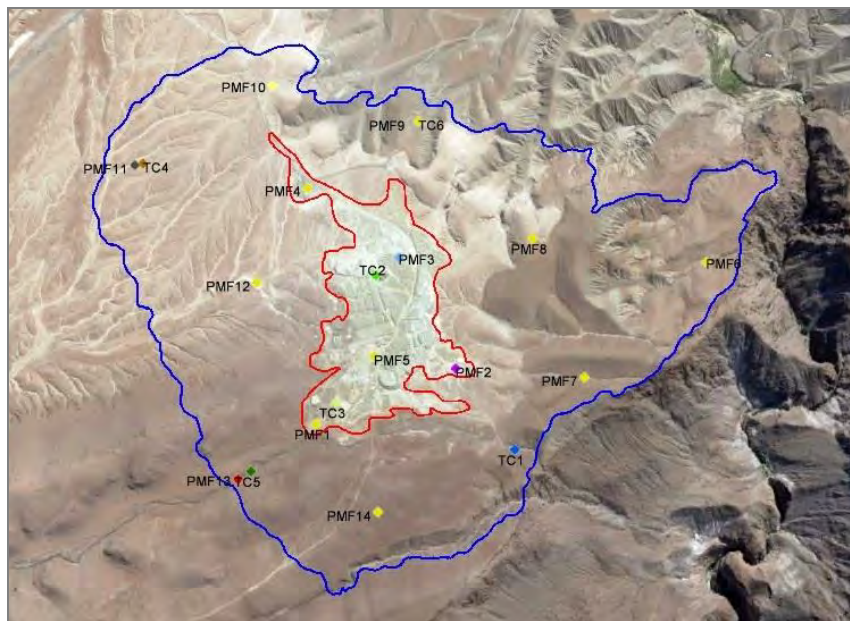


Figura 4. Localización específica de los puntos de muestreo de fauna, y localización de trampas cámara, en zona A residuos mineros y zona B adyacente (azul).

Fuente. Elaboración propia.

4 Análisis de datos

Se presentan datos descriptivos de la diversidad de flora y fauna: composición (i.e. identidad de las especies), riqueza (i.e. número de especies), abundancias absolutas (i.e. número de individuos) y abundancias relativas (i.e. número de individuos de una especie / número total de individuos) de cada especie presente en cada una de las formaciones vegetales descritas. En el caso de la avifauna, la secuencia y diversidad taxonómica utilizada sigue lo propuesto por “*A classification of the bird species of South America*” (Remsen et al., 2014). Los resultados se reportan como promedio \pm error estándar. Para comparar la riqueza y abundancia entre las formaciones vegetales, sólo en los casos que fue posible, se utilizó Análisis de Varianza para los datos con distribución normal y homogeneidad de varianza, y la prueba prueba Kruskal-Wallis para los datos que no cumplieron con estos supuestos (Quinn y Keough, 2002).

4.1 Origen y estados de conservación

El estado de conservación de las especies fue determinado utilizando las siguientes fuentes: D.S. Nº 5/1998 modificado por el D.S. Nº 53/2004 (Reglamento de la Ley de Caza Nº 19.473; (MINAGRI, 2012), los decretos supremos Nº 151/2007, Nº 50/2008, Nº 51/2008, Nº 23/2009, Nº 33/2012, Nº 41/2012, Nº 42/2012, Nº 19/2013, Nº 13/2013, Nº 52/2014 y Nº 16/2016 correspondientes a los procesos de clasificación de especies silvestres de Chile, según su estado de conservación del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA); el libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile (Glade, 1993); y el libro rojo de la flora terrestre de Chile (Benoit, 1989). Cabe destacar que para las especies introducidas las categorías de conservación no aplican.

De acuerdo al Título II del Reglamento para la clasificación de especies silvestres, se definen las siguientes categorías de conservación:

- **Extinta:** cuando, prospecciones exhaustivas en sus hábitats conocidos y/o esperados no hayan detectado individuos de la especie en cuestión.
- **En Peligro de Extinción:** cuando enfrente un riesgo muy alto de extinción.
- **Vulnerable:** cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada "En Peligro de Extinción", enfrente un riesgo alto de extinción.
- **Casi amenazada:** cuando, habiendo sido evaluada no satisface (actualmente) los criterios para las categorías En Peligro y/o Vulnerable, pero está próxima a ser considerada en estas categorías.
- **Insuficientemente Conocida:** cuando existiendo presunciones fundadas de riesgo, no haya información suficiente para asignarla a una de las categorías de conservación anteriores.
- **Fuera de Peligro:** cuando haya estado incluida en alguna de las categorías señaladas anteriormente y en la actualidad se la considere relativamente segura por la adopción de medidas efectivas de conservación o en consideración a que la amenaza que existía ha cesado.
- **Rara:** cuando sus poblaciones ocupen un área geográfica pequeña, o estén restringidas a un hábitat muy específico que, en sí, sea escaso en la naturaleza.

También se considerará "Rara" aquella especie que en forma natural presente muy bajas densidades poblacionales, aunque ocupe un área geográfica mayor.

- **Preocupación Menor:** cuando una especie ha sido evaluada y no califica en ninguna de las categorías anteriores. De esta manera, en esta categoría se encuentran las especies con bajo riesgo de extinción comparado con las otras categorías (IUCN, 2016).

4.2 Índices de similitud y diversidad

Para evaluar la similitud de especies presentes en los hábitats encontrados, se utilizó el índice de similitud de Jaccard. Los índices de similitud expresan el grado en que dos muestras se asemejan entre sí, considerando la identidad de las especies en cada una de ellas. Así, el índice de similitud de Jaccard se calcula de la siguiente manera:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde a corresponde al número de especies presentes en el sitio A, b corresponde al número de especies presentes en la zona B, y c es el número de especies presentes en ambos sitios (A y B). Este índice puede tomar valores desde 0,0 (cuando no existen especies compartidas) a 1,0 (cuando los sitios presentan exactamente la misma composición de especies; Moreno, 2001).

Por otro lado, para evaluar la diversidad comunitaria en el área de estudio se utilizó el índice de Shannon-Wiener, índice basado principalmente en el concepto de equidad (Moreno, 2001). Así, este índice expresa la heterogeneidad de una comunidad basado en el número de especies presentes y su abundancia relativa. La expresión matemática del índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde, S corresponde al número total de especies de la muestra, p_i corresponde a la proporción de individuos de las especies i respecto al total de individuos (i.e. n_i / N).

4.3 Resultados

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a ambas campañas de terreno, las que se llevaron a cabo entre el 29 de abril y el 03 de mayo, y entre el 29 de mayo y el 05 de junio del presente año. El esfuerzo de muestreo incluyó especies de flora vascular y vertebrados terrestres.

4.3.1 Vegetación

Dentro del área de estudio fue posible identificar tres zonas (Figuras 5), las cuales se describen a continuación en términos de formaciones vegetales, riqueza de especies, abundancia de individuos, proporción de individuos muertos y coberturas (CONAF et al., 1999; Etienne y Prado, 1982).

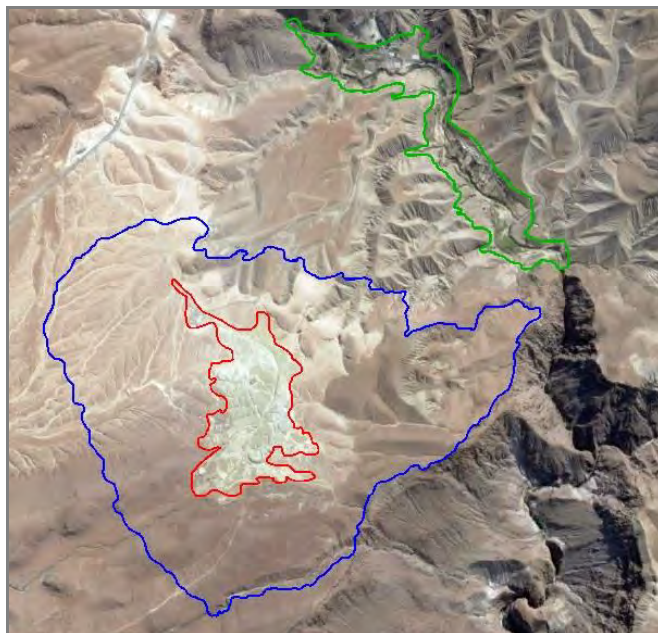


Figura 5. Diferentes zonas identificadas, en función de la vegetación dominante, en el área de estudio: Zona A (rojo), Zona B (azul) y Zona C (verde).

Fuente. Elaboración propia.

4.3.1.1 Estructura de la vegetación

La zona A representa el área de residuos mineros, desprovista de vegetación y con presencia aislada de matorral muy abierto. En esta área se concentró la actividad minera y el suelo corresponde principalmente a ripios (Figura 6). Las especies que dominan las pocas áreas con vegetación dentro de esta zona son *Atriplex glaucescens*, *Acantholippia tarapacana* y *Chuquiraga kuschelii* (Tabla 4).

La zona B corresponde al área adyacente a los ripios, la que podría presentar algún efecto negativo debido a la previa actividad minera. Esta zona presenta una notoria mayor cantidad de formaciones vegetales, desde praderas muy abiertas hasta matorral abierto (Figura 6). Las especies dominantes en esta zona son *Atriplex glaucescens*, *Chuquiraga kuschelii*, *Fabiana stephanii*, *Ambrosia artemisioides*, *Balbisia microphylla*, *Adesmia spinosissima* y *Baccharis tola* (Tabla 4).

La zona C corresponde a la quebrada, en donde además están presentes las actividades humanas de agricultura y ganadería (Figura 6). Esta zona presentó una gran heterogeneidad en su vegetación, encontrando aquí desde cultivos agrícolas; plantaciones de baja escala de

Eucaliptus globulus; matorral abierto dominado por *Lycium sp*, *Atriplex glaucescens*, *Tessaria absinthioides* y *Ambrosia artemisioides*; y matorral ribereño dominado por *Cortaderia atacamensis*, *Baccharis scandens* y *Muhlenbeckia fruticulosa* (Tabla 4).

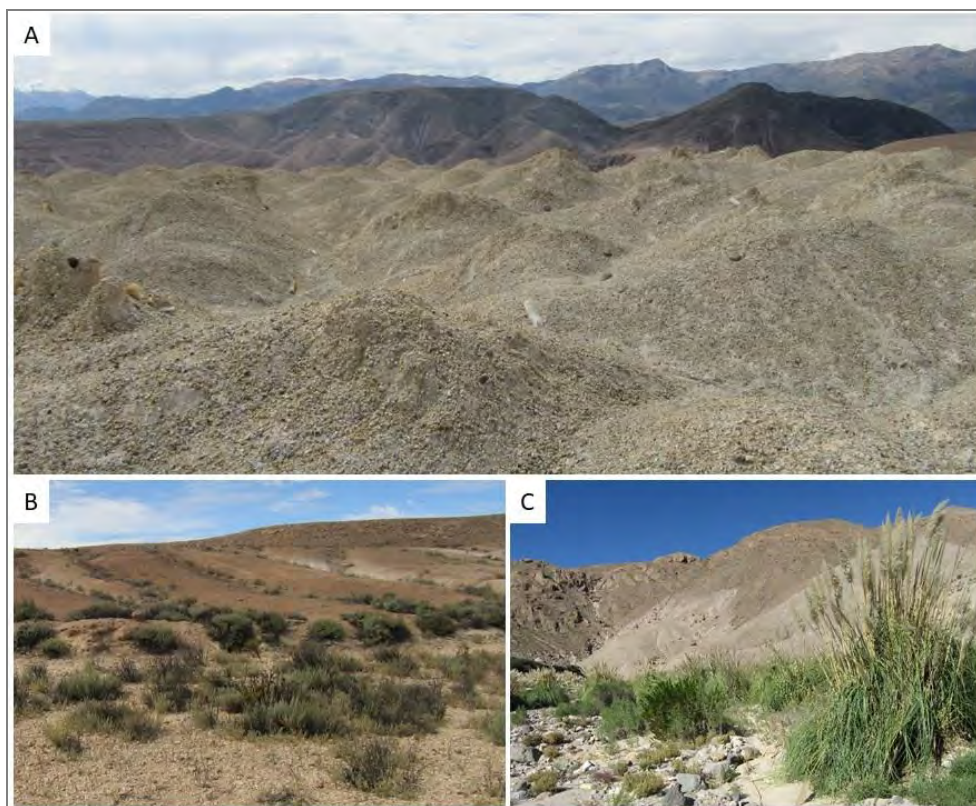


Figura 6. Fotografías de las zonas A, B y C en el área de estudio.
Fuente. Imágenes capturadas el XXXX.

Tabla 4. Formación vegetal de cada parcela de vegetación.

Zona	Parcela Nº	Formación Vegetal (COT)
A	1	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Acantholippia tarapacana</i>
A	2	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Acantholippia tarapacana</i>
A	3	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Acantholippia tarapacana</i>
A	4	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Acantholippia tarapacana</i>
A	5	Área sin vegetación
A	6	Área sin vegetación
A	7	Área sin vegetación
A	8	Área sin vegetación
A	9	Matorral muy abierto de <i>Atriplex glaucescens</i>
A	10	Matorral muy abierto de <i>Atriplex glaucescens</i>
A	11	Área sin vegetación
A	12	Matorral muy abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Chuquiraga kuschelii</i>
A	13	Área sin vegetación
B	14	Pradera muy abierta de <i>Bromus cf berteroanus</i>
B	15	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Fabiana stephanii</i>

Zona	Parcela Nº	Formación Vegetal (COT)
B	16	Matorral ralo de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Acantholippia tarapacana</i>
B	17	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Chuquiraga kuschei</i>
B	18	Pradera muy abierta de <i>Bromus cf berteroanus</i>
B	19	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i>
B	20	Matorral abierto de <i>Ambrosia artemisioides</i> - <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Balbisia microphylla</i>
B	21	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Mulguraea arequipensis</i>
B	22	Matorral muy abierto de <i>Ambrosia artemisioides</i> - <i>Atriplex glaucescens</i>
B	23	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Adesmia spinosissima</i>
B	24	Pradera muy abierta de <i>Bromus cf berteroanus</i>
B	25	Matorral abierto de <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Fabiana stephanii</i>
B	26	Matorral abierto de <i>Ambrosia artemisioides</i> - <i>Baccharis tola</i>
B	27	Pradera muy abierta de <i>Bromus cf berteroanus</i>
B	28	Pradera muy abierta de <i>Brassica sp</i>
B	29	Matorral abierto de <i>Fabiana stephanii</i> - <i>Atriplex glaucescens</i>
C	30	Matorral ribereño semidenso <i>Atriplex glaucescens</i> - <i>Muhlenbeckia fruticulosa</i>
C	31	Plantación Forestal de <i>Eucaliptus globulus</i>
C	32	Matorral ribereño semidenso de <i>Cortaderia atacamensis</i> - <i>Baccharis scandens</i>
C	33	Cultivo agrícola
C	34	Matorral abierto <i>Lycium sp</i> - <i>Atriplex glaucescens</i>
C	35	Matorral ribereño semidenso de <i>Cortaderia atacamensis</i> - <i>Baccharis scandens</i>
C	36	Cultivo agrícola
C	37	Matorral abierto de <i>Ambrosia artemisioides</i>
C	38	Matorral ribereño abierto de <i>Cortaderia atacamensis</i>
C	39	Matorral ribereño abierto de <i>Cortaderia atacamensis</i> - <i>Baccharis scandens</i>
C	40	Cultivo agrícola
C	41	Matorral denso de <i>Tessaria absinthioides</i>
C	42	Matorral ribereño semidenso de <i>Cortaderia atacamensis</i> - <i>Juncus arcticus</i>
C	43	Matorral ribereño semidenso de <i>Cortaderia atacamensis</i> - <i>Juncus arcticus</i>
C	44	Matorral ribereño abierto de <i>Cortaderia atacamensis</i> - <i>Baccharis scandens</i>
C	45	Matorral ribereño denso de <i>Cortaderia atacamensis</i>
C	46	Matorral ribereño abierto de <i>Cortaderia atacamensis</i> - <i>Baccharis scandens</i>
C	47	Matorral ribereño abierto de <i>Cortaderia atacamensis</i>

Fuente. Elaboración propia.

4.3.1.2 Riqueza y abundancia

La riqueza de especies varió significativamente entre las zonas ($H = 7,04$; $p = 0,02^1$). La zona A se caracterizó por tener una significativamente menor riqueza de especies ($1,5 \pm 0,4$

¹ H hace referencia al estadístico de la prueba Kruskal-Wallis y el valor p es la probabilidad que dió el test estadístico. Técnicamente, es la probabilidad de que la hipótesis testeada ocurra (en este caso, la hipótesis estadística es que las medias de los datos provenientes de las zonas A, B y C son iguales). Valores de Así, valores p menores a 0,05 son considerados significativos estadísticamente y probabilísticamente se rechaza la hipótesis.

especies/parcela) que la zona B ($3,7 \pm 0,5$ especies/parcela). La zona C no difirió de las otras dos ($2,3 \pm 0,4$ especies/parcela) (Figura 7). La abundancia de individuos no varió estadísticamente entre las zonas ($H = 5,59$; $p = 0,06$). La zona A presentó el menor promedio de abundancia ($22,5 \pm 6,4$ individuos/parcela), seguido de la zona C ($35,2 \pm 8,9$ individuos/parcela) y finalmente la zona B ($54,8 \pm 10,6$ individuos/parcela) (Figura 8).

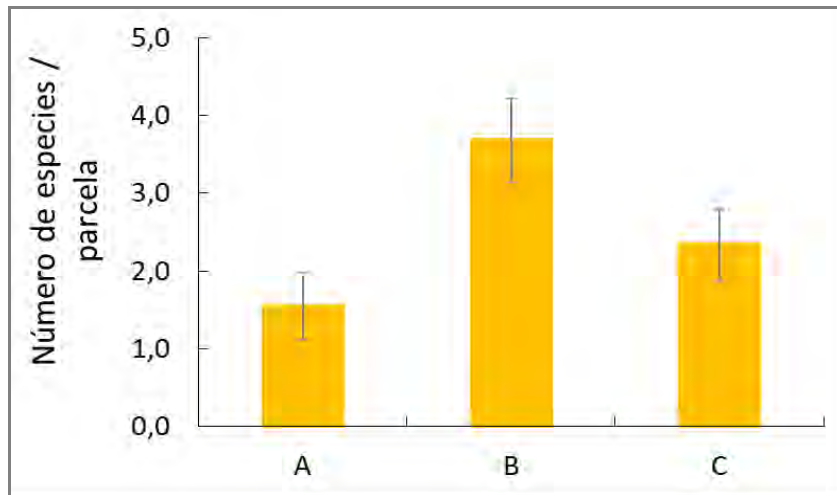


Figura 7. Riqueza de especies por parcelas de cada zona en el área de estudio.
Fuente. Elaboración propia.

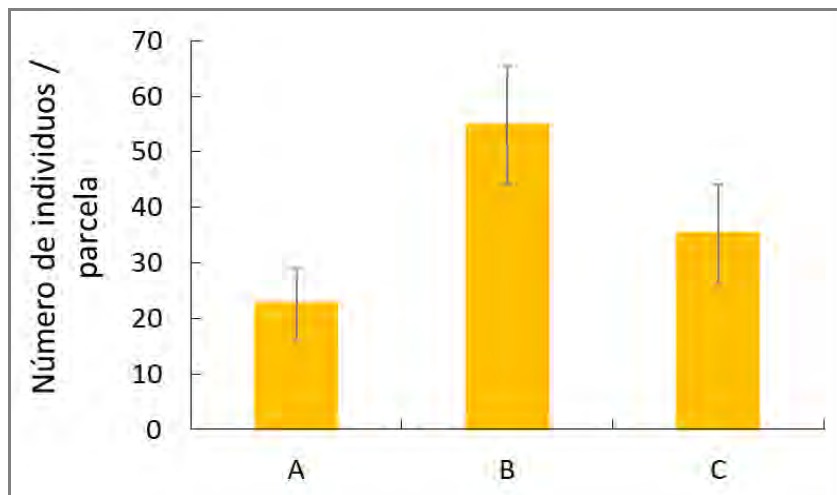


Figura 8. Abundancia de individuos por parcela de cada zona en el área de estudio.
Fuente. Elaboración propia.

Respecto a los individuos muertos presentes en el área de estudio, la abundancia de individuos muertos difirió significativamente entre zonas ($H = 6,22$; $p = 0,04$; Figura 9). La zona A presentó el mayor número de individuos muertos ($2,1 \pm 0,8$ individuos muertos/parcela), seguido de la zona C ($1,2 \pm 1,1$ individuos muertos/parcela) y finalmente la zona B ($0,3 \pm 0,1$ individuos muertos/parcela).

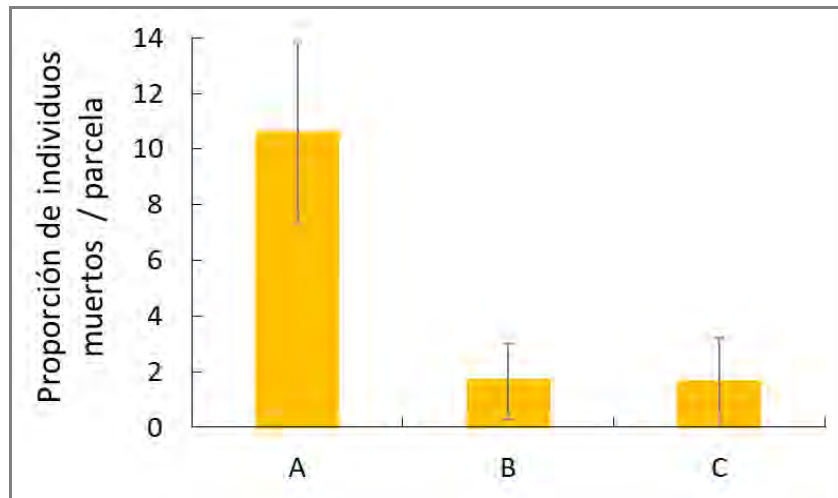


Figura 9. Proporción de individuos muertos de cada zona en el área de estudio.
Fuente. Elaboración propia.

4.3.1.3 Cobertura vegetal

Respecto a la cobertura vegetal, se encontró una diferencia marginalmente significativa entre zonas ($H = 5,65$; $p = 0,05$). La zona C presentó una mayor cobertura vegetal, aunque también una gran variación entre las parcelas dentro de esta zona ($52,5 \pm 39,7 \text{ m}^2/\text{parcela}$). La zona B presentó una cobertura menor al igual que una menor variación entre las parcelas de esta zona ($9,5 \pm 2,0 \text{ m}^2/\text{parcela}$). La zona A registró la menor cobertura vegetal del área de estudio ($4,5 \pm 1,3 \text{ m}^2/\text{parcela}$) (Figura 10).

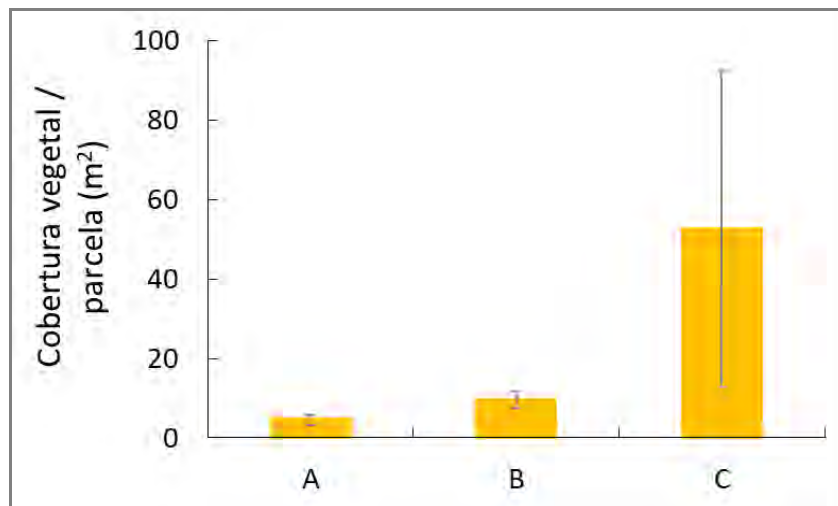


Figura 10. Cobertura vegetal de cada zona en el área de estudio.
Fuente. Elaboración propia.

4.4 Flora

En el área de estudio se encontró un total de 20 familias y 42 especies de flora vascular. De éstas, 20% es de origen introducido y 80% es nativa, de estas últimas, 25% corresponden a especies endémicas de Chile. Dentro de la zona A se encontró un total de 7 familias y 8 especies (100% nativas). En la zona B fueron detectadas 13 familias y 26 especies (4% introducidas vs 96% nativas). En la zona C se encontró un total de 15 familias y 24 especies (30% introducidas vs 70% nativas) (Tabla 5). Todas las especies presentes en la zona A están también en la zona B. Sin embargo, la zona B presenta 3,3 veces mayor riqueza de especies que la zona A, lo que se ve traducido en un bajo índice de similitud entre ambas zonas (índice de Jaccard = 0,31). La zona A y C aún son más disimiles en la composición de especies (índice de Jaccard = 0,10). La zona B y C comparten ocho especies, con un índice de Jaccard de 0,19.

De acuerdo a la ley vigente, cinco especies presentes en el área de estudio se encuentran en alguna categoría de conservación (ver Tabla 5 para detalle taxonómico del listado florístico). Cabe destacar que existen 11 especies que aún no han sido evaluadas por el actual proceso de clasificación de especies.

Tabla 5. Composición taxonómica de la flora terrestre presente en el área de estudio. Se reporta la presencia en cada una de las zonas identificadas, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Zona			Origen ^a	E° de conservación ^b
			A	B	C		
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i>	--		1	1	N	NE
	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca			1	N	NE
	<i>Baccharis scandens</i>	Suncho		1	1	N	NE
	<i>Baccharis tola</i>	Chachakoma del burro	1	1	1	N	NE
	<i>Chuquiraga kuscheii</i>	--	1	1		E	NE
	<i>Lophopappus tarapacanus</i>	Cari		1		N	NE
	<i>Ophryosporus pinifolius</i>	--		1		N	NE
	<i>Senecio sp</i>	--		1		--	NE
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea			1	N	NE
	<i>Viguiera weberbaueri</i>	--			1	N	NE
Brassicaceae	<i>Brassica sp</i>	--		1		I	NE
	<i>Descurainia</i>	--		1		N	NE

Familia	Nombre científico	Nombre común	Zona			Origen ^a	E° de conservación ^b
			A	B	C		
	<i>myriophylla</i>						
Cactaceae	<i>Cumulopuntia Sphaerica</i>	Gatito		1	1	N	LC (DS 19/2012 MMA)
	<i>Neowerdermannia chilensis</i>	Achacana		1		N	EN (DS 19/2012 MMA)
	<i>Oreocereus hempelianus</i>	Achakaño		1		E	LC (DS 13/2013 MMA)
	<i>Trichocereus atacamensis</i>	Cardo grande		1	1	N	NT (DS 41/2011 MMA)
Chenopodiaceae	<i>Atriplex glaucescens</i>	Piyaya	1	1	1	N	NE
Compositae	<i>Coreopsis fasciculata</i>	--			1	I	NE
Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	Pingo pingo		1		N	NE
Escalloniaceae	<i>Escallonia angustifolia</i>	--			1	N	NE
Fabaceae	<i>Adesmia atacamensis</i>	Allaval		1		E	NE
	<i>Adesmia spinosissima</i>	--		1		N	NE
	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa			1	I	NE
Juncaceae	<i>Juncus arcticus</i>	Junco			1	I	NE
Krameriaceae	<i>Krameria lappacea</i>	Pumacuchu		1		N	NE
Ledocarpaceae	<i>Balbisia microphylla</i>	--		1	1	E	NE
Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i>	--	1	1		N	NE
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto			1	I	NE
Poaceae	<i>Bromus cf berteroanus</i>	--	1	1		N	NE
	<i>Cortaderia atacamensis</i>	Cola de zorro			1	N	NE
	<i>Zea Maiz</i>	Maíz			1	I	NE
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia fruticulosa</i>	--			1	N	NE
Portulacaceae	<i>Cistanthe amaranthoides</i>	--	1	1		E	NE
Rosaceae	<i>Malus Communis</i>	manzano			1	I	NE
	<i>Polylepis rugulosa</i>	Queñoa			1	E	EN (DS 51/2008)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Zona			Origen ^a	E° de conservación ^b
			A	B	C		
							MINSEGPRES)
Salicaceae	<i>Populus nigra</i>	Alamo			1	I	NE
Solanaceae	<i>Fabiana stephanii</i>	--		1		N	NE
	<i>Lycium sp</i>	--			1	--	NE
	<i>Lycopersicon chilense</i>	Tomatillo	1	1	1	N	NE
Verbenaceae	<i>Acantholippia tarapacana</i>	Rica Rica	1	1		E	NE
	<i>Junellia bryoides</i>	--			1	E	NE
	<i>Mulguraea arequipensis</i>	--		1		N	NE

^a Fuente: Cavieres et al., 2001; Flores y Watson, 2009; García, 2010; Marticorena et al., 2010; Decreto N°68/2009. ^b Fuente: Reglamento de Clasificación de Especies. EN: peligro de extinción, VU: vulnerable, IC: insuficientemente conocida, LC: preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro, NE: no evaluada.

4.5 Fauna

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se identificó como fauna potencial del área de estudio, a 5 anfibios, 10 reptiles, 30 mamíferos y 77 aves (Tabla 6). La presencia de estas especies potenciales responderá a las características específicas del área de estudio (e.g. composición florística, estructura vegetal, humedales presentes, recurso alimenticio, entre otros). Las especies potenciales encontradas por revisión se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Especies potenciales en el área de estudio. Se describen las especies por Clase, indicando su estado de conservación.

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Estado de Conservación
Amphibia	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	LC (DS 41/2011 MMA)
Amphibia	<i>Telmatobius marmoratus</i>	--	VU (DS 42/2011 MMA)
Amphibia	<i>Telmatobius pefauri</i>	Sapo de Pefaur	EN (DS 50/2008 MINSEGPRES)
Amphibia	<i>Telmatobius peruvianus</i>	Sapo Peruano	EN (DS 50/2008 MINSEGPRES)
Amphibia	<i>Telmatobius zapahuirensis</i>	Sapo de Zapahuira	EN (DS 50/2008 MINSEGPRES)
Reptilia	<i>Liolaemus alticolor</i>	Lagartija rayada nortina	NE
Reptilia	<i>Liolaemus jamesi</i>	Jaranco de James	R (DS 5/1998 MINAGRI)
Reptilia	<i>Liolaemus puna</i>	Lagartija de la Puna	NT (DS 16/2016 MMA)
Reptilia	<i>Liolaemus signifer</i>	Lagarto Rubricado	R (DS 5/1998 MINAGRI)

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Estado de Conservación
Reptilia	<i>Microlophus tarapacensis</i>	Corredor de Tarapacá	IC (DS 5/1998 MINAGRI)
Reptilia	<i>Microlophus yanezi</i>	Corredor de Arica	DD (DS 52/2014 MMA)
Reptilia	<i>Alsophis elegans</i>	--	R (DS 5/1998 MINAGRI)
Reptilia	<i>Philodryas simonsii</i>	Culebra de cola larga	DD (DS 52/2014 MMA)
Reptilia	<i>Phyllodactylus gerrhospygus</i>	Salamanqueja del norte grande	VU (DS 5/1998 MINAGRI)
Reptilia	<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra peruana	R (DS 5/1998 MINAGRI)
Mammalia	<i>Abrocoma cinerea</i>	Ratón chinchilla	LC (DS 19/2012 MMA)
Mammalia	<i>Abrothrix andinus</i>	Ratón andino	NE
Mammalia	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de vientre blanco	NE
Mammalia	<i>Akodon berlepschii</i>	Ratón de Berlepsch	NE
Mammalia	<i>Andinomys edax</i>	Chozchorito	NE
Mammalia	<i>Ausliscomys sublimis</i>	Ratón de la Puna	LC (DS 19/2012 MMA)
Mammalia	<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita peruana	NE
Mammalia	<i>Cavia tschudii</i>	Cuy Peruano	R (DS 5/1998 MINAGRI)
Mammalia	<i>Chinchilla chinchilla</i>	Chinchilla cordillerana	CR (DS 13/2013 MMA)
Mammalia	<i>Eligmodontia puerulus</i>	Lauchita de pie sedoso	LC (DS 13/2013 MMA)
Mammalia	<i>Galenomys garleppi</i>	Laucha nortina	NE
Mammalia	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha nortina	VU (DS 06/2017 MMA)
Mammalia	<i>Neotomys ebriosus</i>	Ratón de hocico anaranjado	NE
Mammalia	<i>Octodontomys gliroides</i>	Soco	NE
Mammalia	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejudo del Perú	NE
Mammalia	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón Orejudo Grande	NE
Mammalia	<i>Phyllotis osgoodi</i>	Ratón orejudo de Osgood	NE
Mammalia	<i>Thyllamys pallidior</i>	Yaca del norte	NE
Mammalia	<i>Amorphochilus schnabli</i>	Murciélago de Schnabel	VU (DS 06/2017 MMA)
Mammalia	<i>Histiotus macrotus</i>	Murciélago orejón	NE
Mammalia	<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo	LC (DS 06/2017 MMA)
Mammalia	<i>Mormopterus kalinowskii</i>	Murciélago cola de ratón	NE
Mammalia	<i>Myotis atacamensis</i>	Murciélago de Atacama	NT (DS 16/2016 MMA)

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Estado de Conservación
Mammalia	<i>Platalina genovensum</i>	Murciélago de nariz larga	NT (DS 06/2017 MMA)
Mammalia	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago común	LC (DS 06/2017 MMA)
Mammalia	<i>Galictis cuja</i>	Quique	LC (DS 16/2016 MMA)
Mammalia	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato Colo colo	NT (DS 42/2011 MMA)
Mammalia	<i>Leopardus jacobita</i>	Gato montés andino	EN (DS 151/2007 MINSEGPRES)
Mammalia	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	VU (DS 151/2007 MINSEGPRES)
Mammalia	<i>Puma concolor</i>	Puma	NT (DS 42/2011 MMA)
Aves	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo chico	NE
Aves	<i>Agriornis microptera</i>	Mero de Tarapacá	NE
Aves	<i>Agriornis montana</i>	Mero gaucho del norte	NE
Aves	<i>Anairetes flavirostris</i>	Cachudito del norte	NE
Aves	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	NE
Aves	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	NE
Aves	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero del norte	NE
Aves	<i>Athene cunicularia</i>	Pequén	NE
Aves	<i>Bubo magellanicus</i>	Tucúquere	NE
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	NE
Aves	<i>Caprimulgus longirostris</i>	Gallina ciega	NE
Aves	<i>Caracara plancus</i>	Traro	NE
Aves	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza colorada	NE
Aves	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete acanelado del norte	NE
Aves	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de alas blancas	NE
Aves	<i>Circus cinereus</i>	Vari	NE
Aves	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuclillo de pico negro	NE
Aves	<i>Colaptes rupicola</i>	Pitio del Norte	NE
Aves	<i>Columba livia</i>	Paloma	NE
Aves	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita Quiguagua	NE
Aves	<i>Conirostrum cinereum</i>	Comesebo chico	NE
Aves	<i>Conirostrum tamarugense</i>	Comesebo de los tamarugales	IC (DS 5/1998 MINAGRI)
Aves	<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	NE
Aves	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Matacaballos	NE
Aves	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	NE
Aves	<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-Fío	NE

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Estado de Conservación
Aves	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	NE
Aves	<i>Eulidia yarrellii</i>	Picaflor de Arica	EN (DS 151/2007 MINSEGPRES)
Aves	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	NE
Aves	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	VU (DS 5/1998 MINAGRI)
Aves	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	NE
Aves	<i>Geosita cunicularia</i>	Minero	NE
Aves	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna	NE
Aves	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	NE
Aves	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho común	NE
Aves	<i>Glaucidium peruanum</i>	Chuncho del norte	NE
Aves	<i>Haplochelidon andecola</i>	Golondrina de los riscos	NE
Aves	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	NE
Aves	<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral listado	NE
Aves	<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de la puna	NE
Aves	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolina boliviana	NE
Aves	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita cordillerana	NE
Aves	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona tontita	NE
Aves	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	NE
Aves	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Cazamoscas pico chato	NE
Aves	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	NE
Aves	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo gris	NE
Aves	<i>Oreotrochilus estella</i>	Picaflor de la puna	NE
Aves	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	NE
Aves	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	NE
Aves	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	--
Aves	<i>Patagioenas maculosa</i>	Paloma moteada	NE
Aves	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	NE
Aves	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	NE
Aves	<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo	NE
Aves	<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	NE
Aves	<i>Progne elegans</i>	Golondrina Negra	NE
Aves	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	NE
Aves	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Saca tu real	NE
Aves	<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte	NE
Aves	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	NE
Aves	<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirihue cordillerano	NE
Aves	<i>Spinus atrata</i>	Jilguero Negro	NE

Clase	Nombre Científico	Nombre común	Estado de Conservación
Aves	<i>Spinus crassirostris</i>	Jilguero grande	NE
Aves	<i>Spinus magellanica</i>	Jilguero Peruano	NE
Aves	<i>Sturnella bellicosa</i>	Loica Peruana	NE
Aves	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	NE
Aves	<i>Thraupis bonariensis</i>	Naranjero	NE
Aves	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	NE
Aves	<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal Negro	NE
Aves	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	NE
Aves	<i>Volatinia jacarina</i>	Negrillo	NE
Aves	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	VU (DS 5/1998 MINAGRI)
Aves	<i>Xenospingus concolor</i>	Pizarrita	NE
Aves	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	NE
Aves	<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	NE
Aves	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	NE

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta los resultados para cada una de las taxa.

4.5.1 Herpetofauna

4.5.1.1 Anfibios

Se detectó una especie de anfibios en el área (*Telmatobius zapahuirensis*), perteneciente a la familia Ceratophrydae y al orden Anura (Figura 11). Especie nativa y en peligro de extinción que se registró en la zona B y C (Tabla 7), y corresponde al 20% de las especies potenciales del área.

Tabla 7. Composición taxonómica de anfibios presentes en el área de estudio. Se describe la presencia en ambas formaciones vegetales, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Zona			Origen ^a	E° de conservación ^b
			A	B	C		
Ceratophrydae	<i>Telmatobius zapahuirensis</i>	Sapo de Zapahuira		1	1	E	EN (DS 50/2008 MINSEGPRES)

^a Fuente: Vidal y Labra, 2008. ^b Fuente: Reglamento de Clasificación de Especies y Reglamento de Ley de Caza. EN: peligro de extinción, VU: vulnerable, NT: casi amenazada, IC: insuficientemente conocida, LC: preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro, NE: no evaluada.



Figura 11. Individuo adulto y larvas de *Telmatobius zapahuirensis* registrado en la zona C.
Fuente imagen. Camila Bravo.

La riqueza promedio de especies en la zona C, única zona en la cual se realizaron los transectos por reunir las condiciones para el desarrollo de anfibios, fue de $0,5 \pm 0,2$ especies/transecto. La abundancia registrada fue de $1,8 \pm 0,6$ individuos/transecto (Figura 12).

Tabla 8. Abundancia absoluta y relativa de anfibios por transecto en la Zona C.

Nombre científico	Nombre común	Zona C					
		1	2	3	4	5	6
<i>Telmatobius zapahuirensis</i>	Sapo de Zapahuira	4 (1,00)	1 (1,00)	0	0	0	2 (1,00)

Fuente. Elaboración propia.

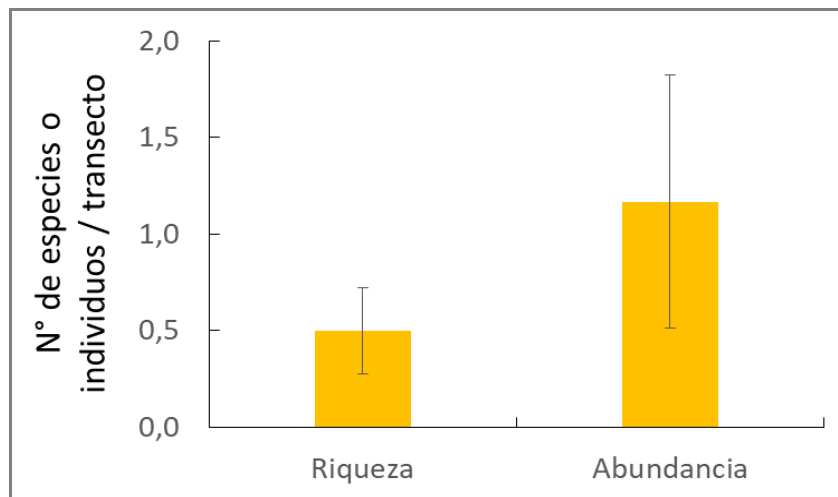


Figura 12. Riqueza y abundancia de anfibios en la zona C.
Fuente. Elaboración propia.

4.5.1.2 Reptiles

Se observó una baja diversidad taxonómica en el área de estudio, encontrando tres especies correspondientes a dos familias y un orden (Tabla 9, Figuras 13 y 14). La totalidad de éstas son de origen nativo. Estas especies correspondieron al 30% de las especies de reptiles potenciales en el área de estudio. La zona C no comparte ninguna especie con la zona A y B (índice de similitud de Jaccard = 0,00), mientras que la zona A y B mostraron un índice de similitud de Jaccard de 0,50. De acuerdo a la ley vigente, dos de las tres especies registradas se encuentran en alguna categoría de conservación (ver Tabla 9).

Tabla 9. Composición taxonómica de reptiles presentes en el área de estudio. Se describe la presencia en ambas formaciones vegetales, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Zona			Origen ^a	E° de conservación ^b
			A	B	C		
Liolaemidae	<i>Liolaemus alticolor</i>	Lagartija rayada nortina			1	N	NE
Liolaemidae	<i>Liolaemus jamesi</i>	Lagarto de James	1	1		N	R (DS 5/1998 MINAGRI)
Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra peruana		1		N	R (DS 5/1998 MINAGRI)

^a Fuente: Mella, 2005. ^b Fuente: Reglamento de Clasificación de Especies y Reglamento de Ley de Caza. EN: peligro de extinción, VU: vulnerable, NT: casi amenazada, IC: insuficientemente conocida, LC: preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro, NE: no evaluada.



Figura 13. Individuos de *Liolaemus jamesi* (A) y *Liolaemus alticolor* (B).
Fuente imagen. Camila Bravo.



Figura 14. Individuo de *Tachymenis peruviana* registrado en la zona B.
Fuente imagen. Paul Lorca.

Respecto a la riqueza de reptiles encontrados en el área del proyecto, se registró un promedio (\pm error estándar) de $0,2 \pm 0,2$ especies/transecto, de $0,7 \pm 0,2$ especies/transecto y de $0,5 \pm 0,2$ especies/transecto en la zona A, B y C respectivamente (Figura 13). La abundancia de reptiles en la zona A fue de $0,6 \pm 0,6$ individuos/transecto, en la zona B de $2,0 \pm 0,7$ individuos/transecto y en la zona C de $1,0 \pm 0,4$ individuos/transecto (Figura 14). Los resultados anteriores, tanto para riqueza como abundancia de reptiles, no mostraron diferencia estadística ($p > 0,05$). En la Tabla 10 se presentan las abundancias absolutas y relativas registradas en cada transecto por zona del área de estudio.

Tabla 10. Abundancia absoluta y relativa de reptiles por transecto en cada zona del área de estudio.

Nombre Científico	Nombre Común	Zona A				
		1	2	3	4	5
<i>Liolaemus alticolor</i>	Lagartija rayada nortina					
<i>Liolaemus jamesi</i>	Lagarto de James	3 (1,00)				

Tabla 10. Continuación.

Zona B									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 (1,00)	2 (1,00)		2 (1,00)		1 (1,00)	7 (1,00)	4 (1,00)	3 (1,00)	

Tabla 10. Continuación.

Zona C								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 (1,00)	2 (1,00)				1 (1,00)	2 (1,00)		3 (1,00)

Fuente. Elaboración propia.

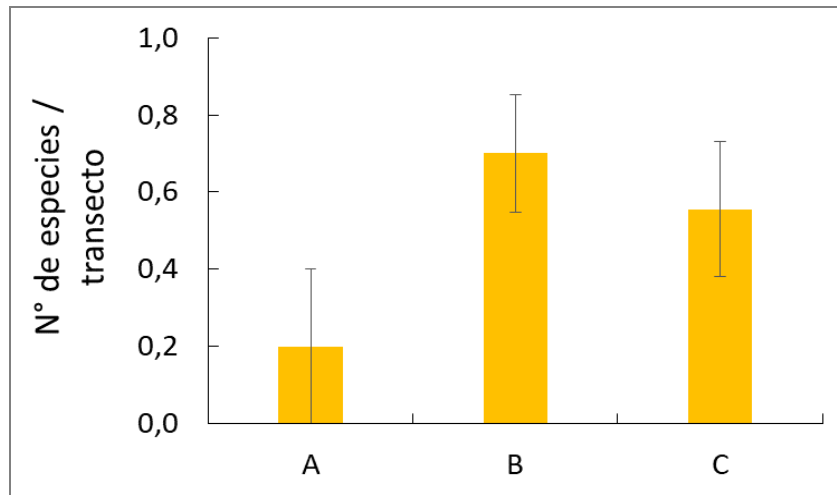


Figura 15. Riqueza de reptiles en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.
Fuente. Elaboración propia.

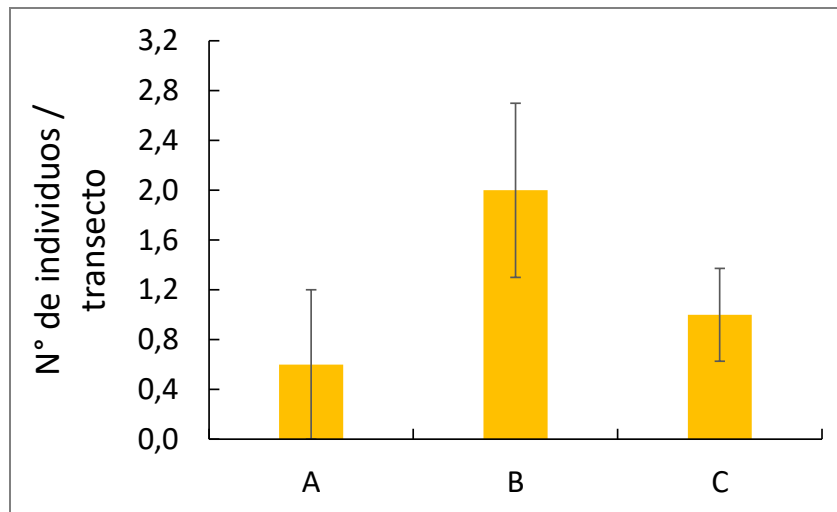


Figura 16. Abundancia de reptiles en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.
Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue bajo para el área de estudio ($H = 0,59$), considerando todas las zonas.

4.5.2 Mamíferos

Se observó un total de 10 especies de mamíferos, correspondientes a seis familias y tres órdenes (Tabla 11, Figuras 17, 18, 19, 20 y 21). La mayoría de las especies registradas son de origen nativo (9) y sólo una especie es introducida. Las especies nativas correspondieron al 30% de las especies de mamíferos potenciales del área. La zona C registró la totalidad de los

mamíferos registrados en el área, mientras las zonas A y B registraron las mismas dos especies (*Phyllotis limatus* y *Lycalopex culpaeus*, Tabla 11). Lo anterior se ve reflejado en un valor máximo de similitud entre las zonas A y B (índice de similitud de Jaccard = 1) y en una baja similitud estas zonas respecto a la zona C (índice de similitud de Jaccard = 0,2).

De acuerdo a la ley vigente, el 60% de las especies nativas registradas se encuentran en alguna categoría de conservación. *Lycalopex culpaeus* y *Lagidium peruanum* son las especies que se encuentran clasificadas en un mayor grado de amenaza (Vulnerable, ver Tabla 11 para detalle taxonómico).

Tabla 11. Composición taxonómica de mamíferos presentes en el área de estudio. Se describe la presencia en cada zona, el origen geográfico y el estado de conservación de cada especie.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Zona			Origen ^a	E° de conservación ^b
			A	B	C		
Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Laucha vientre blanco			1	N	NE
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón peruano	1	1	1	N	NE
Cricetidae	<i>Phyllotis osgoodi</i>	Lauchón orejudo de Osgood			1	N	NE
Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha nortina			1	N	VU (DS 06/2017 MMA)
Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén			1	I	--
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	1	1	1	N	VU (DS 151/2007 MINSEGPRES)
Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo			1	N	LC (DS 06/2017 MMA)
Vespertilionidae	<i>Myotis atacamensis</i>	Murciélago de Atacama			1	N	NT (DS 16/2016 MMA)
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago común			1	N	LC (DS 06/2017 MMA)
Molossidae	<i>Mormopterus kalinowskii</i>	Murciélago cola de ratón			1	N	NE

^a Fuente: Iriarte, 2008. ^b Fuente: Reglamento de Clasificación de Especies y Reglamento de Ley de Caza. EN: peligro de extinción, VU: vulnerable, NT: casi amenazada, IC: insuficientemente conocida, LC: preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro, NE: no evaluada.



Figura 17. Individuos capturados con trampas Sherman en el área de estudio. *Phyllotis osgoodi* (A) y *Phyllotis limatus* (B).

Fuente imagen. Camila Bravo.



Figura 18. Individuo de *Akodon albiventer* detectado en la zona C del área de estudio.

Fuente imagen. Camila Bravo.



Figura 19. Individuo de *Phyllotis osgoodi* capturado mediante trampas cámara en el área de estudio.
Fuente Imagen. Cámara trampa.



Figura 20. Individuo de *Lagidium peruanum* capturado mediante trampas cámara en el área de estudio.
Fuente Imagen. Cámara Trampa.



Figura 21. Fotos de *Lycalopex culpaeus* detectado mediante trampas cámara en el área de estudio.
Fuente Imagen. Cámara Trampa.

4.5.2.1 Micromamíferos

Respecto a la riqueza y abundancia de micromamíferos encontrados en el área de estudio, se registró un promedio (\pm desviación estándar) de $0,5 \pm 0,5$, $1,0 \pm 0,0$ y $4,0 \pm 0,0$ especies/noche en la zona A, B y C respectivamente (Figura 22). La riqueza no difirió significativamente entre las zonas ($p > 0,05$). La abundancia de micromamíferos fue significativamente mayor en la zona C ($18,0 \pm 4,0$ individuos/noche; $F = 13,63$; $p = 0,03$) que en la zona A ($0,5 \pm 0,5$ individuos/noche) y B ($4,5 \pm 1,5$ individuos/noche) (Figura 23). En la tabla 12 se presentan las abundancias absolutas y relativas registradas en cada transecto por formación vegetal.

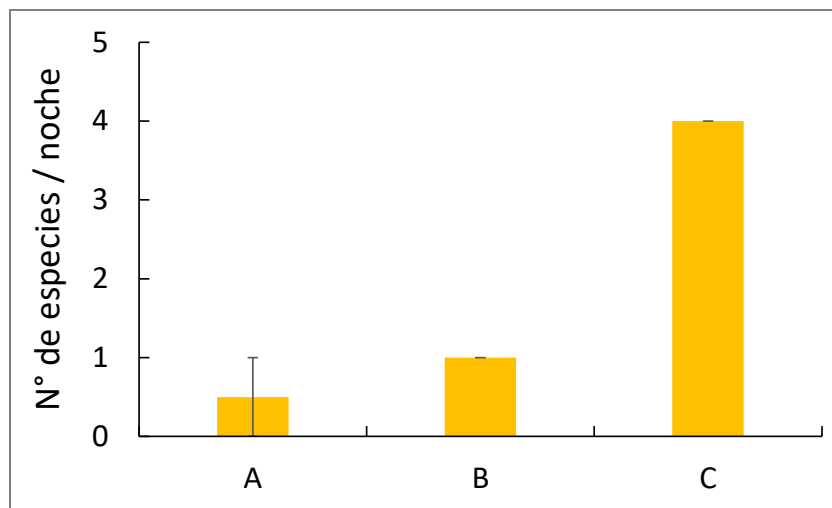


Figura 22. Riqueza de micromamíferos en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.

Fuente. Elaboración propia.

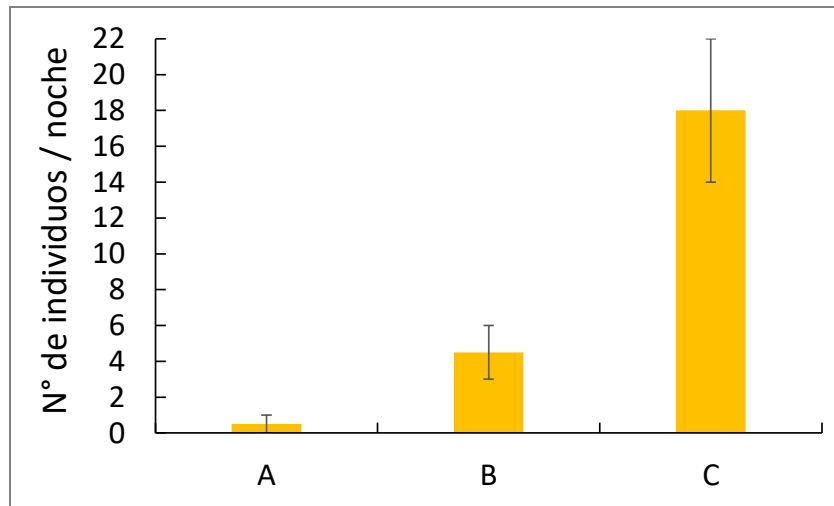


Figura 23. Abundancia de micromamíferos en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.
Fuente. Elaboración propia.

Tabla 12. Abundancia absoluta y relativa de micromamíferos por noche en cada zona del área de estudio.

Nombre Científico	Nombre Común	Zona A		Zona B		Zona C	
		1	2	1	2	1	2
<i>Akodon albiventer</i>	Laucha vientre blanco					3 (0,21)	5 (0,23)
<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón peruano		1 (1,00)	3 (1,00)	6 (1,00)	3 (0,21)	6 (0,27)
<i>Phyllotis osgoodi</i>	Lauchón orejudo de Osgood					5 (0,36)	4 (0,18)
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén					3 (0,21)	7 (0,32)

Fuente. Elaboración propia.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener para micromamíferos fue de 1,32 en el área de estudio, considerando todas las zonas.

4.5.2.2 Meso y macromamíferos

Se registró una riqueza promedio (\pm desviación estándar) de $0,5 \pm 0,5$, $0,25 \pm 0,25$ y $0,6 \pm 0,24$ especies/cámara trampa en las zonas A, B y C respectivamente (Figura 24). Debido a la alta movilidad de estas especies (e.g. *Lycalopex culpaeus*), y la imposibilidad de individualizarlos, no se obtuvieron abundancias, siendo muy probable que los individuos habiten todas las zonas dentro del área de estudio.

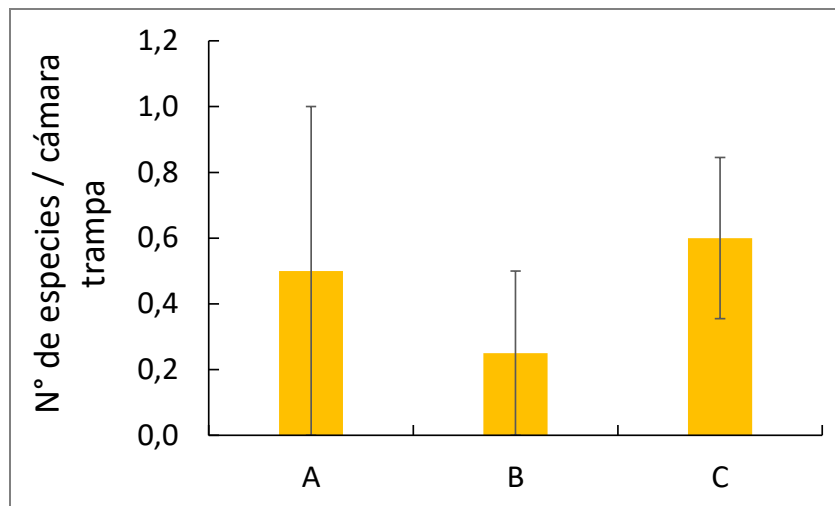


Figura 24. Riqueza de meso y macromamíferos en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.

Fuente. Elaboración propia.

4.5.2.3 Quirópteros

Se registraron cuatro especies de quirópteros, correspondientes a dos familias y 1 orden (ver Tabla 11, Figura 25) en la zona C. *Histiotus montanus* fue registrado en tres de las cuatro estaciones de detección, mientras que las otras tres especies fueron detectadas en una de las cuatro estaciones realizadas. Las Figuras 26, 27, 28 y 29 representan los sonogramas para cada especie detectada. El eje X corresponde a la duración de cada llamada en milisegundos, y el eje Y corresponde a la intensidad de cada llamada en Kilo Hertz.



Figura 25. Fotos de murciélagos detectados en el área de estudio. (A) *Histiotus montanus*, (B) *Myotis atacamensis*, (C) *Tadarida brasiliensis*, (D) *Mormopterus kalinowskii*.

Fuente Imágenes. Gonzalo Ossa (A y B), Jerry Laker (C), Joaquín Ugarte (D).

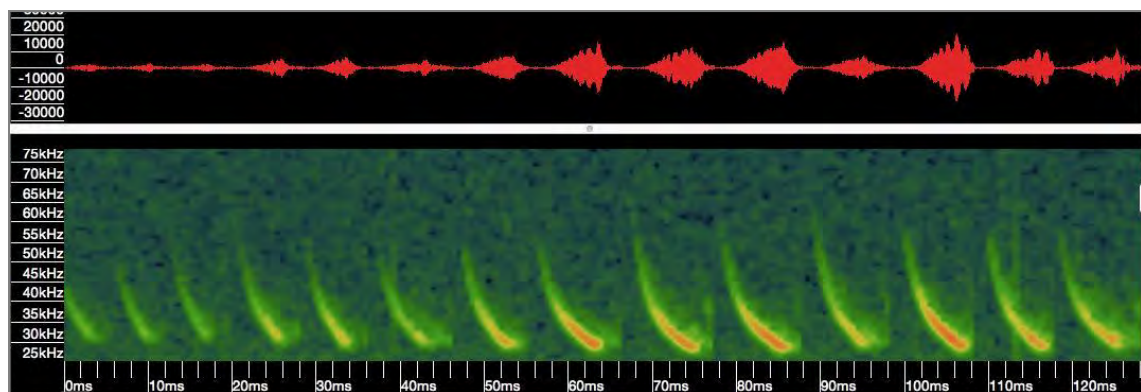


Figura 26. Sonograma de llamadas de ecolocación de *Histiotus montanus*.

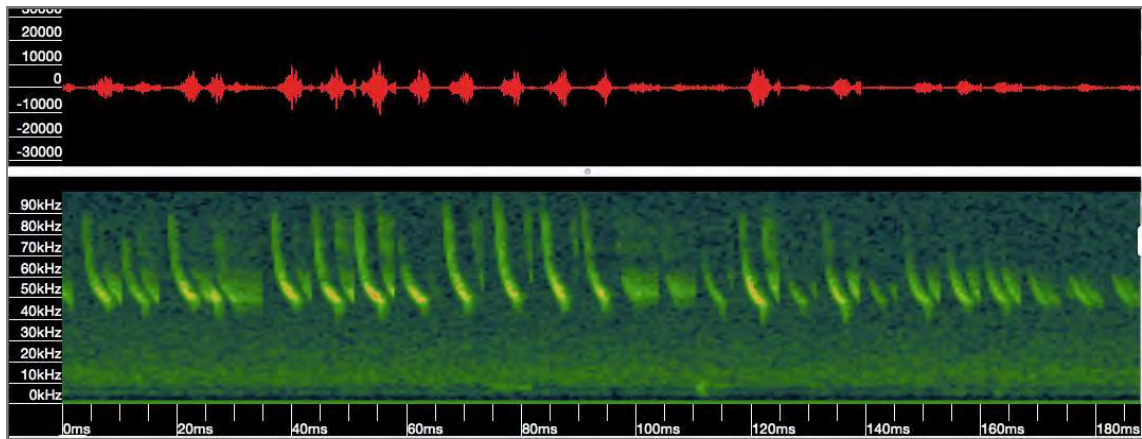


Figura 27. Sonograma de llamadas de ecolocación de *Myotis atacamensis*.

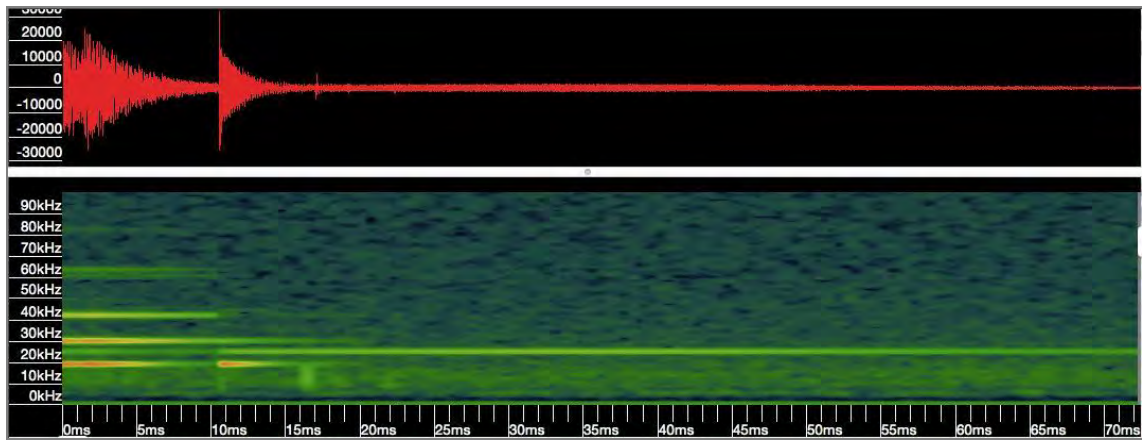


Figura 28. Sonograma de llamadas de ecolocación de *Tadarida brasiliensis*.

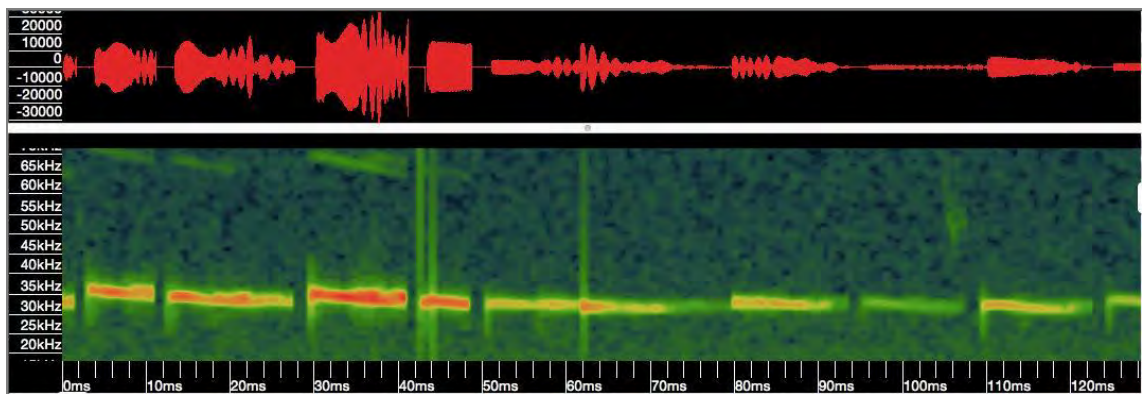


Figura 29. Sonograma de llamadas de ecolocación de *Mormopterus kalinowskii*.

4.5.3 Avifauna

En total, se registraron 25 especies de aves, pertenecientes a 12 familias y siete órdenes taxonómicos. Dentro de éstos, el orden Passeriformes es el más representado con 16 especies (64%), seguido de Columbiformes con cuatro especies (16%), y luego por Anseriformes, Cathartiformes, Accipitriformes, Strigiformes y Apodiformes, todos estos con una especie (4%). La familia más numerosa fue Thraupidae con cinco especies (20%), seguida de Columbidae y Furnariidae con cuatro especies cada una (16%), Tyrannidae con tres especies (12%) y Emberizidae con dos especies (8%). El resto de las familias (i.e. Anatidae, Cathartidae, Accipitridae, Tytonidae, Trochilidae, Turdidae, Fringilidae) sólo estuvieron representadas por una especie cada una (4%) (Tabla 13).

El 100% de las especies registradas es de origen nativo. Estas correspondieron al 32% de las especies de aves potenciales que podrían eventualmente estar presentes en el área de estudio. La gran mayoría de las aves registradas, tanto diurnas como nocturnas, son residentes del lugar (23 especies, 92%) y dos especies son categorizadas como migratorias (8%). Dentro de estas, *Muscisaxicola maculirostris* y *Phrygilus plebejus* se reproducen en el área pero migran en los meses de otoño e invierno (Martínez y González, 2004) (Tabla 13).

De acuerdo a la ley vigente, sólo una especie se encuentra en categoría de conservación. *Vultur gryphus* se encuentra Vulnerable (Figura 30). El resto de las aves observadas en el área de estudio no se han evaluado aún por el actual proceso de Clasificación de Especies (Tabla 13).

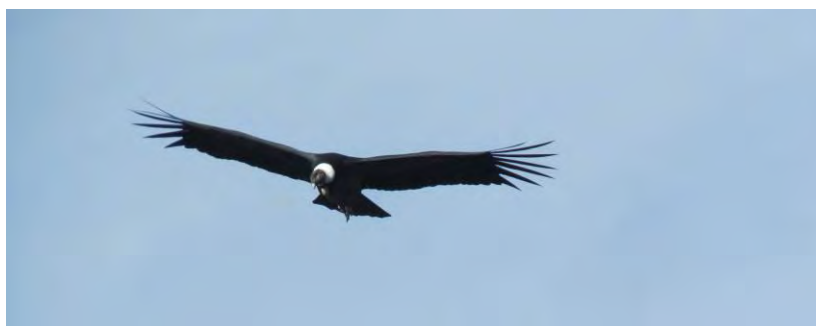


Figura 30. *Vultur gryphus*, única especie de ave catalogada en algún estado de conservación en el área de estudio.

Fuente Imagen. Camila Bravo.

La zona A presentó sólo seis especies de aves, mientras que la zona B registró 11 y la zona C 24. La totalidad de las especies presentes en la zona A también estuvo presente en la zona B y en la zona C. Así, el índice de similitud de Jaccard entre las zonas A y B es de 0,5, y entre las zonas A y C es de 0,3. Por otra parte, la zona C presentó casi todas las especies presentes en la zona B (índice de similitud de Jaccard de 0,4). *Turdus chiguanco* fue la única especie presente sólo en la zona B. Por el contrario, 14 especies de aves sólo estuvieron presentes en la zona C (Tabla 13).

Tabla 13. Composición taxonómica de avifauna presente en cada zona del área de estudio. Se describe el origen geográfico, status y el estado de conservación de cada especie.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Zona			Origen ^a	Status ^a	E° de conservación ^b
			A	B	C			
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico			1	N	R	NE
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor			1	N	R	VU (DS 5/1998 MINAGRI)
Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho			1	N	R	NE
Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de la puna			1	N	R	NE
Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolina boliviana			1	N	R	NE
Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita cordillerana			1	N	R	NE
Columbidae	<i>Patagioenas maculosa</i>	Paloma moteada			1	N	R	NE
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza			1	N	R	NE
Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Picaflor de la puna			1	N	R	NE
Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero del norte			1	N	R	NE
Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de alas blancas		1	1	N	R	NE
Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna		1	1	N	R	NE
Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral listado			1	N	R	NE
Tyrannidae	<i>Anairetes flavirostris</i>	Cachudito del norte	1	1	1	N	R	NE
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica			1	N	M	NE
Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo gris	1	1	1	N	R	NE
Turdidae	<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal negro		1		N	R	NE
Thraupidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal común			1	N	R	NE
Thraupidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo	1	1	1	N	M	NE
Thraupidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo	1	1	1	N	R	NE
Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	1	1	1	N	R	NE
Thraupidae	<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirihue cordillero			1	N	R	NE
Emberizidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	Comesebo chico		1	1	N	R	NE
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	1	1	1	N	R	NE
Fringilidae	<i>Spinus crassirostris</i>	Jilguero grande		1	1	N	R	NE

^a Fuente: Martínez y González (2004). ^b Fuente: Reglamento de Clasificación de Especies y Reglamento de Ley de Caza. EN: peligro de extinción, VU: vulnerable, NT: casi amenazada, IC: insuficientemente conocida, LC: preocupación menor, R: rara, FP: fuera de peligro, NE: no evaluada.

4.5.3.1 Aves diurnas

Sicalis olivascens (22%), *Sicalis uropygialis* (19%), *Phrygilus plebeyus* (9%), *Metriopelia ceciliae* (8%) y *Spinus crassirostris* (7%) fueron las especies más abundantes, al considerar los datos provenientes de las tres zonas en el área de estudio. Se especifica la composición, abundancia absoluta y abundancia relativa de aves por punto de conteo en la Tabla 14 (ver también Figuras 31, 32 y 33).

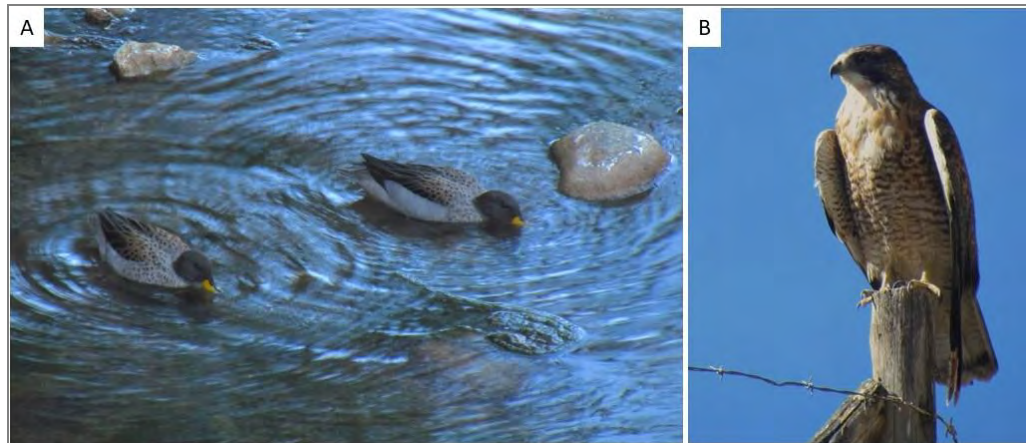


Figura 31. Anseriformes (*Anas flavirostris*, A) y Accipitriformes (*Geranoaetus polyosoma*, B) registrados en el área de estudio.

Fuente Imagen. Camila Bravo.



Figura 32. Apodiforme y Columbiformes registrados en el área de estudio. *Oreotrochilus estella* (A), *Metriopelia melanoptera* (B) y *Metriopelia ceciliae* (C).

Fuente Imagen. Camila Bravo.

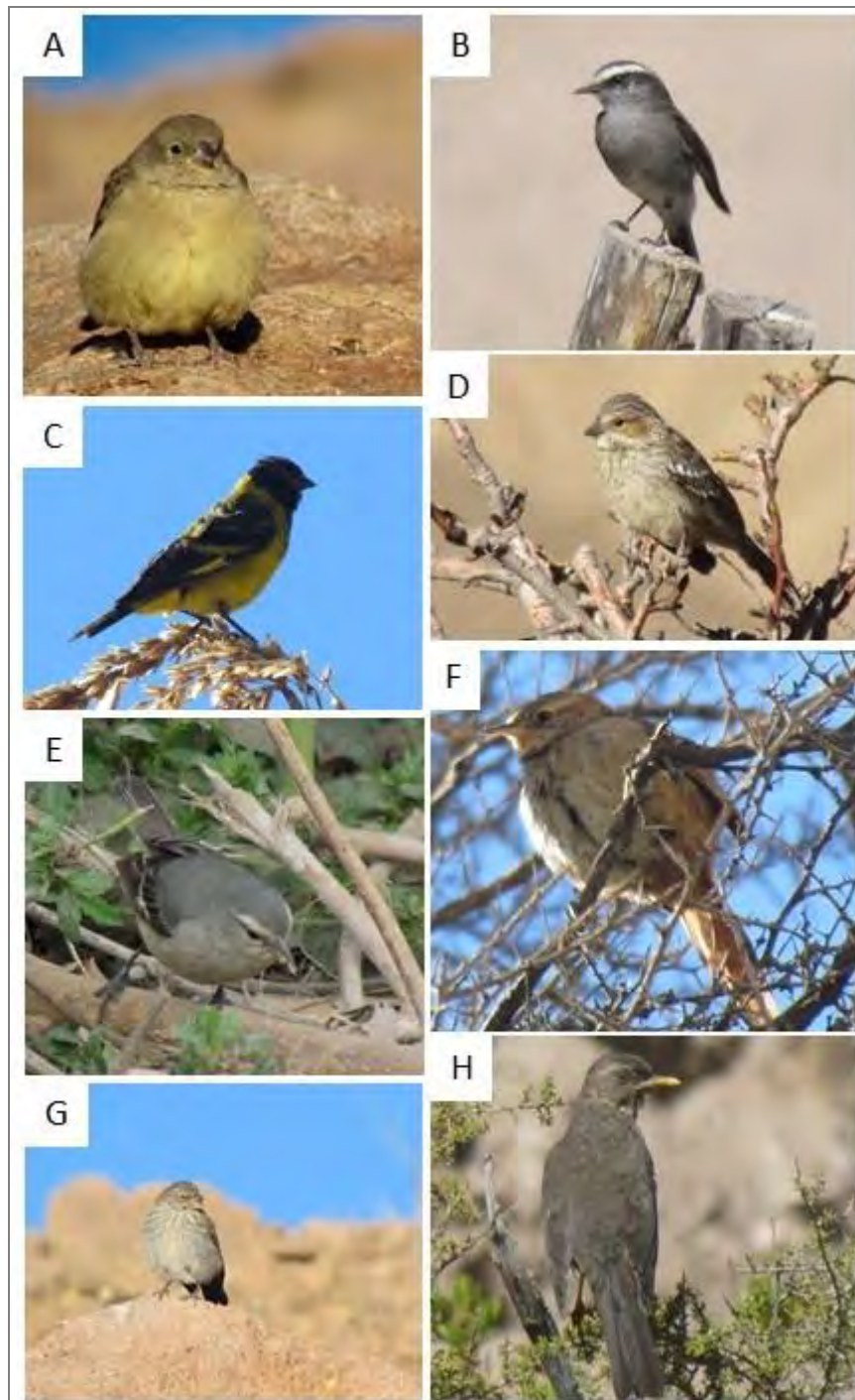


Figura 33. Algunos Passeriformes registrados en el área de estudio. *Sicalis uropygialis* (A), *Ochthoeca leucophrys* (B), *Spinus crassirostris* (C), *Phrygilus fruticeti* (D), *Conirostrum cinereum* (E), *Asthenes dorbignyi* (F), *Phrygilus plebejus* (G) y *Turdus chiguanco* (H).

Fuente Imagen. Camila Bravo.

Respecto a la riqueza y abundancia de aves diurnas en cada zona del área estudio, la zona C presentó una mayor riqueza de especies de aves ($6,4 \pm 0,9$ especies/punto de conteo; F =

13,41; $p < 0,001$) que las zonas A ($1,6 \pm 0,6$ especies/punto de conteo) y B ($2,3 \pm 0,5$ especies/punto de conteo) (Figura 34). La riqueza de especies de aves no difirió estadísticamente entre las zonas A y B. Por otro lado, la abundancia de aves diurnas fue estadísticamente mayor en la zona C ($20,1 \pm 2,8$ individuos/punto de conteo; $F = 5,15$; $p = 0,01$) que en la zona A ($4,8 \pm 2,2$ individuos/punto de conteo). La abundancia de aves en la zona B ($13,3 \pm 3,9$ individuos/punto de conteo) no difirió estadísticamente de las abundancias encontradas en la zona A y C (Figura 35).

Tabla 14. Abundancia absoluta y relativa de aves diurnas por punto de conteo y por zona en el área de estudio.

Nombre Científico	Nombre Común	Zona A				
		1	2	3	4	5
<i>Anas flavisrostris</i>	Pato jergón chico					
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor					
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho					
<i>Metriopelia aymara</i>	Tortolita de la puna					
<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolina boliviana					
<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita cordillerana					
<i>Patagioenas maculosa</i>	Paloma moteada					
<i>Oreotrochilus estella</i>	Picaflor de la puna					
<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero del norte					
<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de alas blancas					
<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna					
<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral listado					
<i>Anairetes flavirostris</i>	Cachudito del norte					
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	1 (0,11)				2 (0,18)
<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo gris					
<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal negro					
<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal común					
<i>Phrygilus plebejus</i>	Plebeyo					
<i>Phrygilus unicolor</i>	Pájaro plomo					
<i>Sicalis olivascens</i>	Chirihue verdoso	7 (0,78)				8 (0,73)
<i>Sicalis uropygialis</i>	Chirihue cordilllerano		2 (1,00)			
<i>Conirostrum cinereum</i>	Comesebo chico					
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	1 (0,11)		2 (1,00)		1 (0,09)
<i>Spinus crassirostris</i>	Jilguero grande					

Tabla 14. Continuación.

Nombre Científico	Zona B									
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<i>Anas flavisrostris</i>										
<i>Vultur gryphus</i>	2									

Nombre Científico	Zona B									
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	(0,14)									
<i>Geranoaetus polyosoma</i>										
<i>Metriopelia aymara</i>									4	
<i>Metriopelia ceciliae</i>								8 (0,31)		(0,18)
<i>Metriopelia melanoptera</i>		6 (0,43)	3 (1,00)							
<i>Patagioenas maculosa</i>										
<i>Oreotrochilus estella</i>										
<i>Asthenes dorbignyi</i>										
<i>Cinclodes atacamensis</i>										
<i>Geositta punensis</i>		3 (0,21)				1 (0,17)				
<i>Leptasthenura striata</i>										
<i>Anairetes flavirostris</i>										
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>										
<i>Ochthoeca leucophrys</i>										
<i>Turdus chiguanco</i>										
<i>Phrygilus fruticeti</i>										
<i>Phrygilus plebejus</i>	2 (0,14)					5 (0,83)				5 (0,23)
<i>Phrygilus unicolor</i>										
<i>Sicalis olivascens</i>	3 (0,21)	2 (0,14)		4 (1,00)			13 (0,42)			7 (0,32)
<i>Sicalis uropygialis</i>	7 (0,50)	3 (0,21)					18 (0,58)	16 (0,62)		6 (0,27)
<i>Conirostrum cinereum</i>										
<i>Zonotrichia capensis</i>								2 (0,08)		
<i>Spinus crassirostris</i>										

Tabla 14. Continuación.

Nombre Científico	Zona C									
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
			2 (0,08)							
<i>Anas flavisrostris</i>										
<i>Vultur gryphus</i>										
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	1 (0,04)					1 (0,10)		1 (0,06)		
<i>Metriopelia aymara</i>	2 (0,08)	4 (0,14)	6 (0,23)		4 (0,31)					
<i>Metriopelia ceciliae</i>				3 (0,30)	2 (0,15)	2 (0,20)	6 (0,19)			
<i>Metriopelia melanoptera</i>										5 (0,18)
<i>Patagioenas</i>	4									7 (0,25)

Nombre Científico	Zona C								
	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>maculosa</i>	(0,17)								
<i>Oreotrochilus estella</i>			1 (0,04)				2 (0,06)		
<i>Asthenes dorbignyi</i>			1 (0,04)						
<i>Cinclodes atacamensis</i>	1 (0,04)		2 (0,08)			2 (0,20)		2 (0,12)	
<i>Geositta punensis</i>						1 (0,10)			
<i>Leptasthenura striata</i>						1 (0,10)	2 (0,06)	1 (0,06)	
<i>Anairetes flavirostris</i>	1 (0,04)	2 (0,07)	3 (0,12)				3 (0,10)	1 (0,06)	
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>						1 (0,10)	4 (0,13)		3 (0,11)
<i>Ochthoeca leucophrys</i>			1 (0,04)						
<i>Turdus chiguanco</i>		1 (0,04)	2 (0,08)						
<i>Phrygilus fruticeti</i>		4 (0,14)							
<i>Phrygilus plebejus</i>				2 (0,20)	2 (0,15)		2 (0,06)	11 (0,65)	
<i>Phrygilus unicolor</i>	4 (0,17)								
<i>Sicalis olivascens</i>		12 (0,43)		5 (0,50)					13 (0,46)
<i>Sicalis uropygialis</i>	5 (0,21)				5 (0,38)				
<i>Conirostrum cinereum</i>			1 (0,04)				2 (0,06)		
<i>Zonotrichia capensis</i>			2 (0,08)			2 (0,20)	3 (0,10)	1 (0,06)	
<i>Spinus crassirostris</i>	6 (0,25)	5 (0,18)	5 (0,19)				7 (0,23)		

Fuente. Elaboración propia.

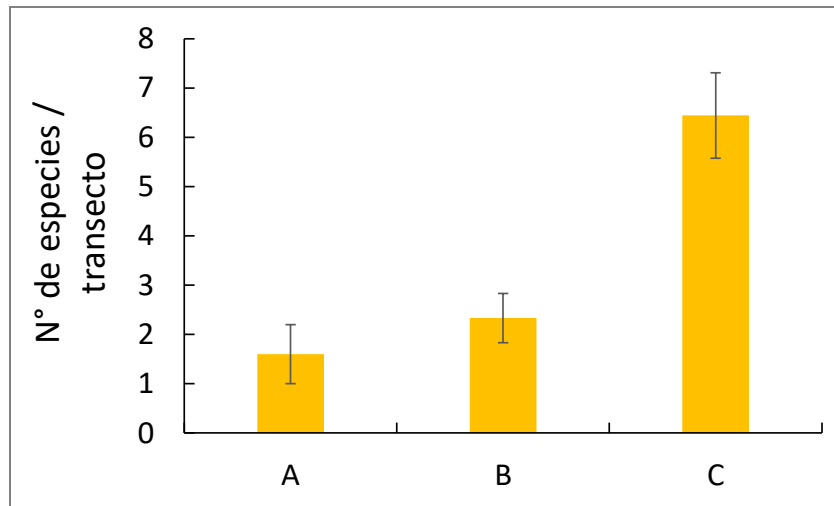


Figura 34. Riqueza de aves diurnas en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.

Fuente. Elaboración propia.

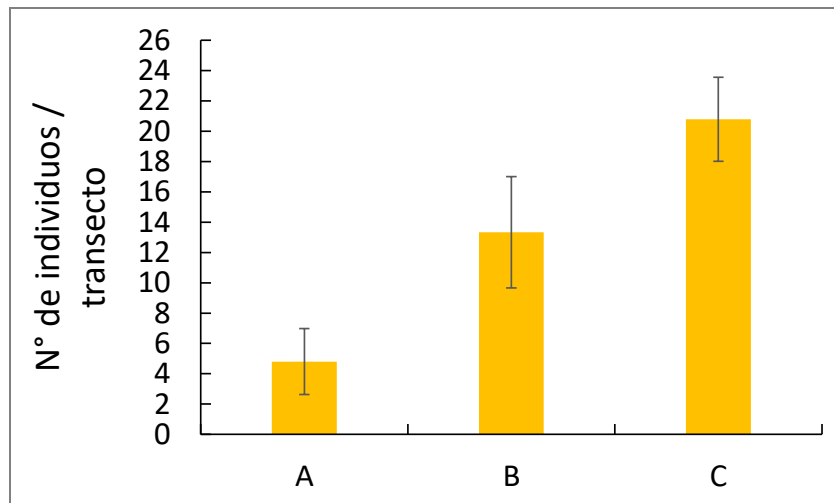


Figura 35. Abundancia de aves diurnas en cada zona del área de estudio. Barras de error representan el error estándar.

Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, el índice de diversidad de Shannon-Wiener mostró valores de bajos a medios en el área de estudio (general $H = 2,56$). En la zona A, el índice de diversidad de Shannon-Wiener fue de 1,06, en la zona B de 1,61 y en la zona C de 2,78.

4.5.3.2 Aves nocturnas

Dentro de las aves nocturnas muestreadas (i.e. familias Strigidae y Tytonidae), sólo se detectó la presencia de *Tyto alba*, perteneciente a la familia Tytonidae y el orden Strigiformes (Tabla 13). Especie que estuvo presente en la zona C.

Se encontró una riqueza de $0,33 \pm 0,33$ especies/señuelo acústico y una abundancia de $0,33 \pm 0,33$ individuos/señuelo acústico en la zona C (Tabla 15).

Tabla 15. Abundancia absoluta y relativa de aves nocturnas por señuelo acústico en la zona C del área de estudio.

Nombre Científico	Nombre Común	Zona C		
		1	2	3
<i>Tyto alba</i>	Lechuza	0	0	1 (1,00)

Fuente. Elaboración propia.

5 Conclusiones

A partir de los antecedentes y resultados del presente informe, es posible concluir respecto a los componentes vegetación, flora y fauna, lo siguiente:

- Como se esperaba, entre las zonas se encontró un bajo índice de similitud taxonómica en la flora, e importantes diferencias en la cobertura vegetal, lo que indica que la categorización de las unidades vegetales dentro del área de estudio fue realizada adecuadamente. Por ejemplo, de las 42 especies de flora registrada en el área de estudio, sólo ocho estuvieron presentes en la zona A. De la misma manera, la fauna pareciera utilizar diferencialmente cada zona del área de estudio, siendo el máximo índice de similitud encontrado un 0,5. La única excepción a lo anterior, se encontró en los mamíferos que habitan la zona A y B, siendo exactamente las mismas especies (índice de Jaccard = 1). Para esta última taxa, se sugiere que ambas zonas no generan un borde impermeable para el movimiento de estas especies.
- Se encontró una mayor proporción de individuos muertos en la zona A. Esto podría indicar un efecto físico negativo de los rípios sobre la flora y vegetación (tanto en la abundancia como en la proporción de individuos muertos). Los resultados también sugieren que no habría un efecto más allá de la presencia física del material (e.g. transporte de material contaminante por aire y/o agua), ya que se encontró una muy baja mortalidad en la zona adyacente y en la quebrada.
- El 16% de la flora nativa registrada se encontró clasificada en alguna categoría de conservación, incluyendo dos especies en peligro de extinción. Respecto a los mamíferos, reptiles y anfibios, un 60%, 66% y 100% de las especies nativas se encontraron clasificadas en alguna categoría de conservación respectivamente. Sólo las aves presentaron un bajo grado de amenaza en el área. Lo anterior resalta el

valor en conservación biológica que tiene el área de estudio, especialmente las zonas B y C.

- Se encontró 1 anfibio, 3 reptiles, 7 mamíferos y 25 especies de aves habitando el área de estudio. Todas las taxa, exceptuando los reptiles, fueron encontradas en mayor abundancia en la zona C. Lo anterior podría estar asociado a la mayor complejidad estructural en el hábitat para la fauna silvestre que presenta la zona C, con presencia de áreas abiertas, matorrales, cultivos y árboles.
- En resumen, el área de estudio presenta una amplia variedad de estructuras vegetales y hábitats para la fauna silvestre, con diversos grados de intervención humana. Así, esta heterogeneidad del paisaje sustenta una considerable biodiversidad de flora y fauna, muchas de estas especies con algún grado de amenaza. Lo anterior sólo excluye la zona A, la más homogénea de las zonas dentro del área de estudio, lo que se vio traducido en una muy baja riqueza y abundancia de flora (ocho especies) y fauna (un reptil, dos mamíferos y seis aves) registrada en el área de residuos mineros.

Tomás A. Altamirano
Ingeniero Forestal
Doctor en Ciencias

6 Bibliografía

- Acosta, G., Simonetti, J.A., 1999. Guía de huellas de once especies de mamíferos del bosque templado chileno. *Boletín del Mus. Nac. Hist. Nat.* 48, 19–27.
- Amigo, J., Ramírez, C., 1998. A bioclimatic classification of Chile: Woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecol.* 136, 9–26. doi:10.1023/A:1009714201917
- Benoit, I.L., 1989. Red book of Chilean terrestrial flora, CONAF. Santiago, Chile.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A., Mustoe, S., 2000. Bird census techniques, Second ed. Academic Press, London, UK.
- Cavieres, L.A., Mihoc, M., Marticorena, A., Marticorena, C., Matthei, O., Squeo, F.A., 2001. Determinación de áreas prioritarias para la conservación: análisis de parsimonia de endemismos (PAE) en la flora de la IV Región de Coquimbo, in: Squeo, F.A., Arancio, G., Gutiérrez, J.R. (Eds.), Libro Rojo de La Flora Nativa Y de Los Stios Prioritarios Para Su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, pp. 159–170.
- Cofre, H.L., Vilina, Y., 2008. Mamíferos terrestres, in: CONAMA (Ed.), Biodiversidad de Chile, Patrimonio Y Desafíos. Ocho Libros Editores, Santiago, Chile, pp. 226–233.
- CONAF, CONAMA, BIRF, 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile: informe nacional con variables ambientales.
- Decreto Supremo N°50, 2008. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación, Diario oficial de la república de Chile. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- Diaz-Paez, H., Ortiz, J.C., 2003. Assessment of the conservation status of amphibians in Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76, 509–525. doi:10.4067/S0716-078X2003000300014
- Egli, G., 2006. Voces de aves chilenas CD.
- Etienne, M., Prado, C., 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de la ocupación de tierras: conceptos y manual de uso práctico. *Rev. Ciencias Agrícolas. Univ. Chile.*
- Flores, A.R., Watson, J.M., 2009. Flora y fauna laguna Conchalí, volumen flora. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda, Santiago, Chile. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Gajardo, R., 1994. La Vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- García, N., 2010. Caracterización de la flora vascular de Altos de Chicauma, Chile (33o S). *Gayana Botánica* 67, 65–112. doi:10.4067/S0717-66432010000100007
- Hoffmann, A.E., 1979. Flora silvestre de Chile: Zona Central. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.
- Iriarte, A., 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Editions, Barcelona, España.

doi:10.1017/CBO9781107415324.004

- IUCN, 2016. www.iucnredlist.org [WWW Document]. IUCN Red List Threat. Species. URL www.iucnredlist.org
- Jiménez, J.E., 2000. Effect of sample size, plot size, and counting time on estimates of avian diversity and Abundance in a Chilean Rainforest. *J. F. Ornithol.* 71, 66–87.
- Luebert, F., Pliscoff, P., 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Marticorena, A., Alarcón, D., Abello, L., Atala, C., 2010. Plantas trepadoras, epífitas y parásitas nativas de Chile, guía de campo. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.
- Marticorena, C., Quezada, M., 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana botánica* 42, 85–113.
- Martínez, D., González, G., 2004. Las aves de Chile, nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile.
- Mella, J., 2005. Guía de campo reptiles de Chile: zona central. Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda, Santiago, Chile.
- MINAGRI, 2012. La ley de caza y su reglamento, XIII. ed. Santiago, Chile.
- Moreno, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad, Primera ed. ed. M&T - manuales y tesis SEA, vol. 1, Zaragoza, España.
- N°13, D.S., 2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°151, D.S., 2007. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°19, D.S., 2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°23, D.S., 2009. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°33, D.S., 2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°41, D.S., 2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies, según su estado de conservación, sexto proceso. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°42, D.S., 2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°51, D.S., 2008. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- N°52, D.S., 2014. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso, Diario Oficial de la Republica de Chile. Diario Oficial de la

República de Chile, Chile.

- N°68, D., 2009. Establece, aprueba y oficializa nómina de especies originarias del país. Diario Oficial de la República de Chile, Chile.
- O'Connell, A.F., Nichols, J.D., Karanth, K.U., 2011. Camera traps in animal ecology: methods and analyses, First edit. ed. Springer, New York, United States.
- Ossa, G., Díaz, F., O'hrens, O., Laker, J., Bonacic, C., 2010. Conociendo los murciélagos a través de sus ultrasonidos. La Chiricoca 11, 26–31.
- Quinn, G., Keough, M., 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Remsen, J. V, Cadena, C.D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J.F., Pérez-Emán, J., Robbins, M.B., Stiles, F.G., Stotz, D.F., Zimmer, K.J., 2014. A classification of the bird species of South America, A classification of the bird species of South America.
- SEA, 2015. Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA.
- Skewes, O., 2009. Manual de huellas de mamíferos silvestres de Chile. La Discusión, Chillán, Chile.
- Sutherland, W.J., 2006. Ecological census techniques: a handbook, Second edi. ed, Trends in Ecology & Evolution. Cambridge University Press, Cambridge, UK. doi:10.1016/S0169-5347(97)82688-2
- Teillier, S., 2008. Flora vascular, in: CONAMA (Ed.), Biodiversidad de Chile, Patrimonio Y Desafíos. Ocho Libros Editores, Santiago, Chile, pp. 310–339.
- Vidal, M.A., Labra, A., 2008. Herpetología de Chile, Primera ed. ed. Science Verlag, Santiago, Chile.
- Vilina, Y., Cofré, H., 2008. Aves terrestres, in: CONAMA (Ed.), Biodiversidad de Chile, Patrimonio Y Desafíos. Ocho Libros Editores, Santiago, Chile, pp. 246–257.
- Zuloaga, F.O., Morroe, O., Belgrano, M.J., 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur: Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, USA.
- Zuñiga, F.B., Palacio, J.L., González, H.D., 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales, Segunda ed. ed, Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

7 Anexo I. Permiso de captura de animales de especies protegidas de fauna silvestre.

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocume...>



RESOLUCIÓN EXENTA N°:2772/2017

AUTORIZA A LA SRTA. CAMILA BRAVO LOBOS LA CAPTURA DE ANFIBIOS, REPTILES Y MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN.

Santiago, 10/ 05/ 2017

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha de 10 de abril del 2017; Ley N° 18.755, Orgánica de este Servicio Agrícola y Ganadero; Ley 4.601, de Caza, modificada por la Ley N° 19.473, de 1996; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura; Resolución N° 2433 del 27 de abril de 2012 del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero, modificada por la Resolución Exenta N° 437 del 21 de enero de 2013.

CONSIDERANDO:

1. Que para fines de investigación, la Señorita Camila Bravo Lobos, solicita permiso de captura de especies protegidas de la fauna silvestre.

RESUELVO:

1. Autorízase a la Srta. Camila Bravo Lobos, RUT N° 16.203.752-8, con domicilio en La Concepción 65, Of. 401, comuna de Providencia, Región Metropolitana, la captura de anfibios, reptiles y micromamíferos bajo las condiciones de la presente Resolución.
2. Se autoriza la captura de ejemplares de anfibios de forma manual, de reptiles con lazo de nudo corredizo y de forma manual y de micromamíferos a través de trampas Sherman, en los sectores de Pucará de Copaquilla, Trigo pampa, quebrada del Río Seco y Pampa del Muerto, comunas de Arica y Putre, región de Arica y Paríacota, desde la fecha de esta Resolución hasta el 31 de mayo de 2018.
3. Las trampas Sherman deberán ser revisadas con una frecuencia acorde a las condiciones de captura.
Los ejemplares capturados, una vez identificados y tomadas las medidas morfométricas, deberán ser liberados en los mismos sitios de captura, lo antes posibles, teniendo en consideración las condiciones de la especie, el estado del individuo y las condiciones de captura. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar, se deberá dar aviso al SAG de la región correspondiente al sitio de captura.
4. Para la manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, que aseguren la protección de la fauna y los investigadores. En el caso de los anfibios, se deberá tener especial precaución en evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y sitios de captura.
5. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del investigador responsable en terreno a Tomas Altamirano Oyarzún, Rut: 15.071.116-9, Gustavo Sull Silva, Rut: 15.431.409-1, Mauro Saez Baez, Rut: 15.070.064-7 y Catalina Rodríguez Vidal, Rut: 15.725.704-8.
Las capturas y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.
6. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios, en caso de realizarse fuera de ellas.
7. En forma previa a la colecta, con al menos 5 días hábiles de anticipación, el investigador deberá informar por escrito, a la Dirección Regional SAG Región de Arica y Paríacota, al mail del encargado R.N.R luis.toledo@sag.gob.cl y al subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos de las capturas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
8. Una vez concluidas las actividades de terreno, la Srta. Camila Bravo Lobos deberá enviar a la Dirección Regional SAG respectiva y a la División de Protección de Recursos Naturales Renovables del SAG Central, un informe donde señale la cantidad de ejemplares capturados según especie,

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocume...>

Indicando las localidades en forma georeferenciada, tanto de la captura, así como detalles del esfuerzo de captura empleado, a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas. En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido. En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho a la División de Protección de Recursos Naturales Renovables.

9. Toda infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

ANOTESE Y TRANSCRIBASE



JOSÉ ROBERTO ROJAS CORNEJO
JEFE DIVISIÓN PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

Anexos

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Solicitud de captura	Digital			
Solicitud de captura II	Digital			

CJL/AAS

Distribución:

- Marcela Soledad Cespedes Moya - Secretaria Departamento de Vida Silvestre - Or.OG
- Ricardo Enrique Porcel Rivera - Director Región de Arica y Pañacota Servicio Agrícola y Ganadero - Or.AyP

División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Paseo Bulnes N° 140



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799 (Sobre Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma), siendo válido de la misma manera y produciendo los mismos efectos que los expedidos por escrito y en soporte de papel con firma convencional.

El documento original está disponible en la siguiente dirección <http://firmaelectronica.sag.gob.cl/SignServer/Esign/visualizador/XML/85AEBF104B659BE2F25A580286C938CECE18AA68>

ANEXO Nº 9. V01
ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE
CALIDAD

Índice

1	Introducción.....	3
2	Aseguramiento de calidad para muestreo en terreno	3
2.1	Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad para suelos (ripios y sedimentos secos de quebradas)	3
2.2	Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad para aguas	3
2.3	Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad para aire.....	3
3	Evaluación de precisión para la toma de muestras (terreno)	4
4	Laboratorio	7
4.1	Métodos y acreditación.....	7
4.1.1	Residuos y sedimentos.....	7
4.1.2	Agua.....	8
4.1.3	Aire.....	8
4.2	Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad (laboratorio).....	9
5	Bibliografía	10

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados para las DPR calculadas	5
Tabla 2. Laboratorios contratados para el proyecto (residuos y sedimentos)	7
Tabla 3. Laboratorios contratados para el proyecto (aguas)	8
Tabla 4. Laboratorios contratados para el proyecto.....	8
Tabla 5. Evaluación de control de calidad de laboratorios.....	9

Documentos Adjuntos

ADJUNTO 1. CONTROLES DE CALIDAD HIDROLAB

ADJUNTO 2. CONTROLES DE CALIDAD CESMEC

1 Introducción

Los procedimientos para el aseguramiento y control de calidad (QA/QC por sus siglas en inglés) tanto para muestreo como para los análisis de laboratorio se describen en las siguientes secciones.

2 Aseguramiento de calidad para muestreo en terreno

El muestreo de campaña de rípios y sedimentos fue realizado por personal capacitado de Algoritmos bajo supervisión de Altoya entre los días 7 y 8 de febrero (primera campaña) y 04 y 06 de octubre de 2017 (segunda campaña).

2.1 Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad para suelos (rípios y sedimentos secos de quebradas)

Los procedimientos usados por Algoritmos durante el muestreo de suelos para asegurar y controlar la calidad de las muestras, y por ende la representatividad de estas, están basados en las normas NCh3400/1:2016 *Calidad del suelo – Muestreo – Parte 1: Directrices para el diseño de los programas de muestreo* (INN, 2016a) y NCh 3400/2:2016 *Calidad del suelo – Muestreo – Parte 2: Directrices sobre técnicas de muestreo* (INN, 2016b) .

2.2 Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad para aguas

En el caso de las muestras de agua, los procedimientos usados por Algoritmos durante el muestreo para asegurar y controlar la calidad de las muestras, y por ende la representatividad de estas, están basados en las siguientes normas:

- NCh 411/1 Of.96. *Guía para el diseño de programas de muestreo.*
- NCh 411/2 Of.96. *Guía sobre técnicas de muestreo.*
- NCh 411/3: 2014. *Guía sobre la preservación y manejo de muestras.*
- NCh-ISO 5667/6:2015. *Calidad del agua- Muestreo – Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de aguas.*

2.3 Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad para aire

El montaje, calibración y operación de los equipos en las estaciones de monitoreo fue efectuado por personal especializado de la División Medio Ambiente de CESMEC S.A. y de acuerdo a lo establecido por las metodologías de medición de cada una de las variables monitoreadas e instructivos y procedimientos pertenecientes a la División.

El muestreo de material particulado respirable MP₁₀ se realizó con un equipo discreto que opera bajo el principio gravimétrico. Se da cumplimiento además con lo señalado en el Artículo N°6 del Decreto N° 61 de 2008 “Reglamento de Estaciones de Medición de Contaminantes Atmosféricos del Ministerio de Salud”, sobre altura y condiciones de toma muestras.

Para medir las concentraciones de MPS se empleó un sistema de captación en base a recipientes de acero inoxidable, que captan y acumulan el material particulado sedimentable durante 21 días aproximadamente en forma continua. Para evitar la pérdida de particulado por la acción del viento, los recipientes se mantienen húmedos con agua destilada. La masa neta de MPS acumulado se determina mediante análisis gravimétrico.

3 Evaluación de precisión para la toma de muestras (terreno)

Adicionalmente a las muestras primarias recolectadas, duplicados de campo fueron recolectados durante el muestreo para evaluar la precisión del laboratorio de manera independiente y así asegurar la validez de los resultados entregados. La evaluación de la precisión del laboratorio se realiza calculando la diferencia relativa porcentual (DRP) entre la muestra primaria y su duplicado correspondiente por medio de la siguiente fórmula:

$$RPD = \frac{|D1 - D2|}{(D1 + D2)/2} \times 100$$

D1: muestra primaria

D2: duplicado de campo

Como no existe norma chilena para evaluar la DRP, se usará como referencia el estándar australiano AS 4482.1-2005 *Guide to the Investigation and Sampling of Sites with Potentially Contaminated Soil- Non-volatile and Semi-volatile Compounds* (Standards Australia, 2015) el cual indica que una DRP puede ser considerada como aceptable si es menor a 50%, si el resultado de la muestra primaria es por lo menos 10 veces el límite de detección.

Los resultados para las DPR calculadas se presentan en la Tabla 1. Notar que cuando un resultado es menor al límite de detección, el DRP no se puede determinar y se denota como "ND".

Tabla 1. Resultados para las DPR calculadas.

Analito (aguas 1^{era} campaña)	Unidad	A-4	XX (duplicado)	RPD%
pH	-	8,08	8,05	0
Temp.	°C	28	27,2	3
Cond.	µS/cm	490	482	2
Potencial Redox	mV	57	52	9
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,22	7,03	3
Arsénico	mg/L	0,0534	0,0536	0
As +3	mg/L	0,0038	<LD	NA
As+5	mg/L	0,0496	0,0522	5
Arsénico disuelto	mg/L	0,0462	0,0501	8
Cadmio	mg/L	<LD	<LD	NA
Cadmio disuelto	mg/L	<LD	<LD	NA
Cianuro	mg/L	<LD	<LD	NA
Cobre	mg/L	<LD	<LD	NA
Cobre disuelto	mg/L	<LD	<LD	NA
Cromo	mg/L	<LD	<LD	NA
Cromo disuelto	mg/L	<LD	<LD	NA
Plomo	mg/L	<LD	<LD	NA
Plomo disuelto	mg/L	<LD	<LD	NA
Zinc	mg/L	<LD	<LD	NA
Zinc disuelto	mg/L	<LD	<LD	NA
Analito (Sedimentos 1^{era} campaña)	Unidad	A-4	XX (duplicado)	RPD%
Arsénico	mg/kg	53,3	50,0	6
Cadmio	mg/kg	<LD	<LD	NA
Cianuro	mg/kg	<LD	<LD	NA
Cobre	mg/kg	99,9	103,3	3
Cromo	mg/kg	19,5	19,6	1
Plomo	mg/kg	9,8	9,3	5
Zinc	mg/kg	103,0	101,7	1
Analito (sedimento 2da campaña)	Unidad	DO-4	D1 (duplicado)	RPD%
Arsénico	mg/kg	2,7	2,9	7
Cadmio	mg/kg	BLD	BLD	NC
Zinc	mg/kg	BLD	8,76	NC
Cobre	mg/kg	7,1	8,7	20
Cromo	mg/kg	BLD	4,4	NC
Plomo	mg/kg	BLD	BLD	NC
Cianuro	mg/kg	1,5	BLD	NC
pH	-	8,3	8,5	2
Analito (sedimento 2da campaña)	Unidad	Background	D2 (duplicado)	RPD%
Arsénico	mg/kg	33,6	44,6	28
Cadmio	mg/kg	BLD	BLD	NC

Analito (aguas 1 ^{era} campaña)	Unidad	A-4	XX (duplicado)	RPD%
Zinc	mg/kg	13,8	22,4	48
Cobre	mg/kg	35,4	35,7	1
Cromo	mg/kg	BLD	BLD	NC
Plomo	mg/kg	7,8	8,3	6
Cianuro	mg/kg	BLD	BLD	NC
pH	mg/kg	6,7	5,7	16
Analito (agua 2 ^{da} campaña)	Unidad	Background (agua)	D2 (duplicado)	%DRP 3
Arsénico	mg/L	BLD	BLD	NC
Arsénico disuelto	mg/L	BLD	BLD	NC
Cadmio	mg/L	BLD	BLD	NC
Cadmio disuelto	mg/L	BLD	BLD	NC
Zinc	mg/L	BLD	BLD	NC
Zinc disuelto	mg/L	BLD	BLD	NC
Cobre	mg/L	BLD	BLD	NC
Cobre disuelto	mg/L	BLD	BLD	NC
Cromo	mg/L	BLD	BLD	NC
Cromo disuelto	mg/L	BLD	BLD	NC
Plomo	mg/L	BLD	BLD	NC
Plomo disuelto	mg/L	BLD	BLD	NC
Cianuro	mg/L	BLD	BLD	NC

Notas: BLD - Bajo limite detección laboratorio; NC – No calculable
Fuente. Elaboración propia.

De los resultados DRP calculables (entre muestras primarias y duplicados) ninguno tuvo un valor superior a 50% (el máximo fue 48% para zinc). Cabe notar que si bien para agua se determinaron solo resultados bajo el límite de detección, estos fueron constantes en la muestra primaria como en la duplicada por lo tanto sugiere un buen nivel de replicabilidad en cuanto a los resultados.

Tomando en cuenta lo anterior, se determina la validez de los datos obtenidos para este estudio.

4 Laboratorio

4.1 Métodos y acreditación

4.1.1 Residuos y sedimentos

Los análisis de residuos y sedimentos fueron realizados por los laboratorios indicados en la Tabla 2.

Tabla 2. Laboratorios contratados para el proyecto (residuos y sedimentos)

Laboratorio	Análisis	Número de muestras	Método	Acreditación N° Certificado
Algoritmos	Concentración total de arsénico	22 muestras residuos y sedimentos secos + 1 duplicado 7 muestras de sedimentos + 1 duplicado	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	NCh-ISO 17025. Of2005 LE 1080
Algoritmos	Concentración total de elementos (As, Zn, Cu, Cr y Pb)	22 muestras residuos y sedimentos secos + 1 duplicado 7 muestras de sedimentos + 1 duplicado	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B, EPA 3050-B 1996, SM 2012 3114-B	NCh-ISO 17025. Of2005 LE 1080
Algoritmos*	Concentración total de cadmio (límite de detección modificado)	22 muestras residuos y sedimentos secos + 1 duplicado 7 muestras de sedimentos + 1 duplicado	EPA 3050-B 1996, SM 2012 3111-B	No acreditado
Hidrolab	Cianuro	22 muestras residuos y sedimentos secos + 1 duplicado 7 muestras de sedimentos + 1 duplicado	EPA-9013(16)	No acreditado
Hidrolab	pH	22 muestras residuos y sedimentos secos + 1 duplicado 7 muestras de sedimentos + 1 duplicado	CNA-MET3.1(17)	No acreditado
AGQ	Concentración total de elementos (Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, V, Zn)	10 muestras	PE-4006 Minerals metals by ICP	ISO/IEC Standard 17025:2005 TL-513
AGQ	SPLP	8 muestras	PE-4412, Rev 1 y IT-501, Rev 7 Lixiviación por precipitación sintética, SPLP, basado en EPA 1312, SM Ed21, 3120B ICP-OES	ISO/IEC Standard 17025:2005 TL-513
AGQ	Test ABA (azufre total, sulfatos y sulfuros)	8 muestras	PE-4408, PE-4005, PE-4016,	ISO/IEC Standard 17025:2005 TL-513
AGQ	Test ABA (Fizz Rating, pH Pasta, Potencial de Acidez Máximo (MPA), Potencial Neutralización Lawrence)	8 muestras	PE-4409, PE-4416, PE-993 (cálculo solamente) y PE-4403	ISO/IEC Standard 17025:2005 TL-502

Fuente. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 3, todos los laboratorios usaron métodos acreditados salvo:

Algoritmos - Concentración total de cadmio (límite de detección modificado): Este análisis comprende un límite de detección más bajo que el acreditado por el laboratorio para el analito cadmio y se incluyó en el estudio para poder comparar los resultados con la norma canadiense de suelos. Cabe notar que el método usado solo incluyó una modificación para alcanzar la detección requerida, manteniendo los mismos estándares de calidad para el análisis acreditado.

Hidrolab – Cianuro y pH: Estos análisis se realizaron de manera no acreditada ya que no se encontraron laboratorios que tuvieran acreditación para estos parámetros en sedimentos, entendiendo que este era un requerimiento de las bases del estudio. Se adjunta estudio de validación para estos análisis.

Detalles de los métodos usados por todos los laboratorios para los análisis efectuados incluyendo sus certificados de acreditación (cuando aplicase) pueden ser puestos a disposición de las entidades relevantes si se requieren.

4.1.2 Agua

Los análisis de residuos y sedimentos fueron realizados por los laboratorios indicados en la Tabla 3.

Tabla 3. Laboratorios contratados para el proyecto (aguas)

Laboratorio	Análisis	Número de muestras	Método	Acreditación N° Certificado
Algoritmos	Concentración total y disuelta de arsénico	16 primarias + 2 duplicado	EPA 200.8 (1994)	NCh-ISO 17025. Of2005 LE 1078
Algoritmos	Concentración total y disuelta de elementos (Zn, Cu, Cr y Pb)	16 primarias + 2 duplicado	SM 3111-B 2012	NCh-ISO 17025. Of2005 LE 1078
ANAM	Cianuro	16 primarias + 2 duplicado	ISO 14403 (2012)	NCh-ISO 17025. Of2005 LE 112

4.1.3 Aire

Los análisis realizados a las muestras de material particulado del aire (MP₁₀ y MPS) fueron llevadas a cabo por los laboratorios indicados en la Tabla 4:

Tabla 4. Laboratorios contratados para el proyecto.

Laboratorio	Análisis	Número de muestras	Método	Acreditación N° Certificado
CESMEC	Gravimetría para filtros de MP ₁₀	10 muestras	Procedimiento Análisis Gravimétrico de Filtros MP _{2,5} Bajo Volumen "PCE 131/806-231" (Se utiliza el mismo procedimiento tanto para muestras de MP _{2,5} como para MP ₁₀).	No acreditado
CESMEC	Gravimetría para muestras de	2 muestras	Procedimiento Análisis	No acreditado

Laboratorio	Análisis	Número de muestras	Método	Acreditación N° Certificado
	material particulado sedimentable (MPS)		Gravimétrico de Muestras de Material Particulado Sedimentable (MPS) "PCE 131/806-204".	
DICTUC	Espectrofotometría de Absorción Atómica para: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Cobre (Cu).	12 muestras 2 blancos	IE-E.54-CHA, versión 10, basado en TMECC 04.14, 2001 y TMECC 04.12-B, 2002. Método ICP/OES.	NCh-ISO 17025 Of. 2005, Certificado INN Nº LE 742

Fuente. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4, todos los laboratorios usaron métodos acreditados salvo:

CESMEC – Gravimetría para muestras de MP₁₀ y MPS: Los equipos utilizados por el laboratorio de ensayo de CESMEC se encuentran debidamente calibrados y cuentan con los certificados vigentes que acreditan lo anterior. Los equipos contemplados para los análisis realizados en el laboratorio fueron los siguientes de los cuales se cuenta con sus certificados de calibración: Balanza de pesaje electrónico, Termohigómetro, Pesa patrón de 100 mg y Pesa patrón de 200 mg.

Este análisis de gravimetría se realizó de manera no acreditada debido a baja disponibilidad de laboratorios acreditados en esta técnica. Cabe mencionar que laboratorio de ensayo CESMEC se encuentra en proceso de acreditación por el Instituto Nacional de Normalización (INN). No obstante, los procedimientos de análisis gravimétrico se rigen por procedimientos e instructivos que se encuentran insertos en el sistema de gestión de calidad de la División de Medio Ambiente de CESMEC S.A, el cual se encuentra certificado por ISO 9001:2008.

4.2 Procedimientos para el aseguramiento y control de calidad (laboratorio)

Los procedimientos para el aseguramiento y control de calidad de los laboratorios incluyeron el uso de blancos, duplicados internos y muestras fortificadas o estándares certificados (según aplicase). La Tabla 5 incluye una evaluación de los laboratorios en cuanto a sus procedimientos de calidad. Información adicional sobre sus controles de calidad se encuentra en los documentos adjuntos cuando no se encontrasen acreditados.

Tabla 5. Evaluación de control de calidad de laboratorios.

Procedimiento	Algoritmos	Hidrolab	ANAM	AGQ	CESMEC	DICTUC
Blancos	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Duplicados (precisión)	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No aplica	No aplica
Muestras fortificadas (exactitud)	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No aplica	No aplica
Estándares (exactitud)	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No aplica	No aplica
Información adicional	No requerida (análisis acreditados)	Adjunto 1 controles de calidad y validación	No requerida (análisis acreditados)	No requerida (análisis acreditados)	Adjunto 2 cumplimiento procedimental y controles de calidad	No requerida (análisis de elementos relevantes acreditados)

Fuente. Elaboración propia.

Cabe notar que si bien CESMEC no entregó los resultados para los controles de calidad, el análisis realizado (pH) está acreditado bajo la norma NCh 17025.

5 Bibliografía

INN. (2016a). *NCh3400/1:2016 Calidad del suelo – Muestreo – Parte 1: Directrices para el diseño de los programas de muestreo.*

INN. (2016b). *NCh 3400/2:2016 Calidad del suelo – Muestreo – Parte 2: Directrices sobre técnicas de muestreo .*

Standards Australia. (2015). *AS 4482.1-2005 Guide to the Investigation and Sampling of Sites with Potentially Contaminated Soil- Non-volatile and Semi-volatile Compounds.*

ADJUNTOS 1 Y 2. INFORMACION ADICIONAL DE CALIDAD PARA LABORATORIOS – V01



CUMPLIMIENTO PROCEDIMENTAL PROCESAMIENTO DE MUESTRAS DE MATERIAL PARTICULADO.

Los procesos de análisis gravimétrico para muestras de Material Particulado Respirable Bajo 10 micrones (MP10), Material Particulado Fino 2,5 micrones (MP2,5) y Material Particulado Sedimentable (MPS) se rigen por procedimientos e instructivos insertos en el sistema de gestión de calidad de la División Medio Ambiente – Cesmec S.A.

Respecto al análisis gravimétrico de muestras de Material Particulado (MP10 y MP2.5), se utiliza ***“Procedimiento Análisis Gravimétrico de Filtros MP2,5 Bajo Volumen”***, codificado en el sistema de calidad de la División Medio Ambiente como ***“PCE 131/806-231”***, versión 02 del año 2016.

El citado procedimiento establece en su estructura los siguientes alcances:

- Objetivos.
- Alcances y definiciones.
- Responsabilidades.
- Equipos y materiales.
- Interferencias.
- Metodología (manipulación, inspección y pesaje inicial y fina).

Para el análisis gravimétrico se sigue la metodología establecida en el ***“Procedimiento Análisis de Muestras de Material de Polvo Sedimentable (MPS)”***, codificado en el sistema de calidad de la División Medio Ambiente como ***“PCE 131/806-204”***, versión 03 del año 2016.

El citado procedimiento establece en su estructura los siguientes alcances:

- Objetivos.
- Alcances y definiciones.
- Responsabilidades.
- Referencias.
- Equipos y materiales.
- Metodología.



El proceso gravimétrico considera la aplicación del documento ***“Instructivo Verificación de Balanzas División Medio Ambiente”***, codificado en el sistema de calidad de la División Medio Ambiente como ***“ICE 131/800-002”***, versión 02 del año 2016.

Cabe destacar que el instrumental utilizado durante el proceso se encuentra con calibración vigente, trazable a patrones nacionales; a saber:

- Microbalanza marca Radwag, modelo MYA5F, N° de serie 313401/11, sello de calibración A14576.
- Termohigrómetro Marca Lutron, modelo MHB 382-SD.
- Masas patrones de 100 mg y 200 mg.

Se adjunta certificados correspondientes.

DIVISION
Medio Ambiente
CESMEC S.A.

Felipe Gallardo P.

Supervisor de Proyectos.

División Medio Ambiente – Cesmec S.A.



ANEXO I
PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS.



CESMEC



PROCEDIMIENTO
ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO DE FILTROS MP2,5 BAJO VOLUMEN

Preparado por	::	División Medio Ambiente
Revisión N°	::	02
Fecha de Emisión	::	09/04/2016
Código Documento	::	PCE-131/806-231
Copia Controlada	::	<u> X </u> Si <u> </u> No
Copia N°	::	
Pertenece a	::	DMA

Este documento pertenece a CESMEC SA. Queda prohibida su copia parcial o total, y su retiro de las instalaciones de CESMEC SA. Sin la expresa autorización del emisor.



CESMEC



PROCEDIMIENTO
DE ANALISIS DE MUESTRAS DE POLVO SEDIMENTABLE

Preparado por	: División Medio Ambiente
Revisión N°	: 02
Fecha de Emisión	: 01/04/2016
Código Documento	: PCE-131/806-204
Copia Controlada	: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Copia N°	:
Pertenece a	: DMA

Este documento pertenece a CESMEC SA. Queda prohibida su copia parcial o total, y su retiro de las instalaciones de CESMEC SA. Sin la expresa autorización del emisor.



CESMEC



INSTRUCTIVO VERIFICACIÓN DE BALANZAS
DIVISIÓN MEDIO AMBIENTE

Preparado por	: División Medio Ambiente
Revisión N°	: 02
Fecha de Emisión	: 07/04/2016
Código Documento	: ICE- 131/800-002
Copia Controlada	: <input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Copia N°	:
Pertenece a	: DMA

Este documento pertenece a CESMEC SA. Queda prohibida su copia parcial o total, y su retiro de las instalaciones de CESMEC SA. Sin la expresa autorización del emisor.



ANEXO I
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN INSTRUMENTAL.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SML- 9506

Solicitante: **CESMEC S.A.**
Dirección: Av. Marathon # 2595, Macul.

Orden de Trabajo: 450610
Fecha de emisión: 2017.01.16

Acreditado por INN, Acreditación LC 002.

IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Descripción : Instrumento de pesaje electrónico
Ubicación : Laboratorio Gravimetría
Lugar : Av Marathon # 2595, Macul.
Propietario : **CESMEC S.A. - DIVISIÓN MEDIO AMBIENTE.**
Fabricante : RADWAG
Modelo : MYA 5/F
Número de serie : 313401/11
Número interno : N/I
Sello de calibración : A14576

FECHA DE CALIBRACIÓN : 11 de enero de 2017

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS

Capacidad Máxima / mg : 5000
Intervalo de división de escala (d, dd) / mg : 0,001
Intervalo de verificación de escala (e) / mg : 0,001
Clase de Exactitud : N/A

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN

Temperatura : 22,8 ± 1 °C
Humedad Relativa : 13 ± 3 %

TRAZABILIDAD DE LA MEDICIÓN Y CALIBRACIÓN

Procedimiento : PCE/131/700-103
Trazabilidad : **Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Masa de Chile.**
Patrón Utilizado : MR1-16 Certificado : NLM-312

Servicio de Tercera Parte: Independencia de Juicio

SML- 9506

Fecha de emisión: 2017.01.16

RESULTADOS (mg)

Ensayo de Excentricidad N/A

Posición	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	Diferencia	Error Máximo Permissible
Indicación inicial	--	--	--	--	--	--	--
Indicación Final	--	--	--	--	--	--	--

Ensayo de Pesaje con carga distribuida (linealidad)

Valor Nominal	Error Inicial	Error Final	Incertidumbre k=2	Error Máximo Permissible
1	-0,007	--	0,003	± --
5	-0,004	--	0,002	± --
10	-0,001	--	0,001	± --
20	-0,003	--	0,001	± --
50	-0,004	--	0,001	± --
100	-0,001	--	0,001	± --
200	-0,008	--	0,003	± --
500	0,005	--	0,002	± --
1000	-0,016	--	0,005	± --
2000	0,013	--	0,003	± --

Ensayo de Repetibilidad

Valores obtenidos					Diferencia	Error Máximo Permissible
0,997	0,991	0,990	0,996	0,993	0,007	--
150,000	150,000	150,000	150,000	150,001	0,000	--

Ensayo de Discriminación - Sensibilidad

Carga	Sobrecarga	Indicación	Mínimo Permissible
--	--	--	--

Ensayo de Restitución de Cero

Indicación	Error Máximo Permissible
0,000	± --

Supervisor División Metrología

El presente certificado de calibración corresponde a un documento oficial y original, emitido por la División de Metrología de CESMEC S.A. Para verificar su autenticidad, visite el sitio web <http://www.cesmec.cl/cgi-bin/verificar.cgi>

Red Nacional de Metrología

www.metrologia.cl

cesmec

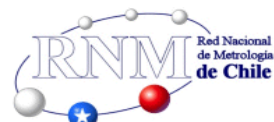
Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Masa

Acreditado por / Accredited by

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Como laboratorio de calibración / as calibration laboratory in the

Deutschen Kalibrierdienst **DKD**



Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Sello de Calibración

Calibration mark

4033

D-K-15091-

01-00

2017-09

Objeto: <i>Object</i>	Pesa individual de 100 mg <i>100 mg individual weight</i>
Fabricante: <i>Manufacturer</i>	N.A.
Tipo: <i>Type</i>	N.A.
Nº de Serie: <i>Serial number</i>	N.A.
Cliente: <i>Customer</i>	CESMEC S.A. DIVISION MEDIO AMBIENTE Av. Marathon N° 2595 , Macul.
Orden de Trabajo: <i>Order number</i>	450610
Número de Páginas: <i>Number of pages of the certificate</i>	4
Fecha de Calibración: <i>Date of calibration</i>	2017-09-05

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que materializan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El DAKKS es firmante de los acuerdos multilaterales de la European co-operation for Accreditation (EA) y la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) para el reconocimiento mutuo de los certificados de calibración.

El usuario debe re-calibrar el instrumento en intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The DAKKS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) for the mutual recognition of calibration certificates and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriated intervals.

Este Certificado de Calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito tanto del organismo de acreditación alemán como del laboratorio emisor. Los Certificados de Calibración sin firma no son válidos.

This calibration certificate can not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Fecha

Date

Jefe del Laboratorio de Calibración

Head of the Calibration Laboratory

Persona a cargo

Person in charge

2017-09-07

Fernando García G.

Patricio Godoy C.

Centro de Estudios, Medición y Certificación de Calidad, CESMEC S.A., Av. Marathon 2595, Macul. Código postal 781-0552. Chile. Fono: (56-2) 3502100
Fax: (56-2) 3502183 E-Mail: metrologia@cesmec.cl URL: www.metrologia.cl/laboratorios/masa/masa.act

Objeto calibrando**Calibration object**

Valor nominal <i>Nominal Value</i>	Forma <i>Shape</i>	Material <i>Material</i>
100 mg	Lámina poligonal <i>Polygonal sheet weighth</i>	Acero inoxidable <i>Stainless steel</i>

El calibrando es almacenado en una caja sobre la cual el sello ha sido dispuesto

The calibration object is kept in a box, on wich the calibration mark is affixed

Lugar de calibración**Calibration place**

Laboratorio

Laboratory

Procedimiento de Calibración**Calibration Procedure**

La calibración fue desarrollada en el laboratorio de acuerdo a las recomendaciones de la OIML R 111-1 Edition 2004 (E). El valor de masa convencional fue determinado por comparación directa contra una pesa de referencia del mismo valor nominal. Las correcciones por el empuje del aire fueron aplicadas.

The calibration work was carried out in the calibration laboratory according to OIML R 111-1 Edition 2004 (E) recomendations. The conventional mass value was determined by direct comparison with one standard weight of the same nominal value. Buoyancy corrections were applied.

Condiciones ambientales**Ambient conditions**

Temperatura del Aire <i>Air temperature</i>	Humedad relativa <i>Relative humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Air Pressure</i>
Promedio = 20,5 °C	Promedio = 40 %	Promedio = 95269 Pa
U (k=2) = 0,2 °C	U (k=2) = 3 %	U (k=2) = 100 Pa

Trazabilidad**Traceability**

Patrón utilizado <i>Standard used</i>	Certificado <i>Certificate</i>	Institución emisora <i>Issuing institute</i>
122141/98	PTB 11133 16	Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Resultados Results

Valores de masa convencional y errores máximos permisibles para la clase E₂ especificados en OIML R 111-1 Edition 2004 (E)

Conventional mass and maximum permissible error for class E₂ corresponding to OIML R 111-1 Edition 2004 (E)

Marca Marking	Valor de masa convencional Conventional mass value	Incertidumbre (k = 2) Uncertainty (k = 2)	Error máximo permisible Maximum permissible error
Triángulo Triangle	100 mg - 0,004 mg	0,005 mg	0,016 mg

Los resultados informados son válidos en el momento de la calibración.
The measurement results are valid at the time of calibration.

Incertidumbre de Medición Uncertainty of Measurement

La incertumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre estándar de medida fue determinada en conformidad con el documento DAkkS-DKD-3. El valor del mensurando se encuentra dentro del intervalo indicado de valores con una probabilidad de 95%. Para evaluar la incertidumbre estándar de medida, se consideró las incertidumbres aportadas por las pesadas, los patrones referencia y la corrección de empuje. Una estimación para cambios a futuro no ha sido incluida.

The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k = 2. It has been determined in accordance with DAkkS-DKD-3. The value of the measurand is lies within the assigned range of values with a probability of 95%. For this purpose the uncertainty contribution of the reference standard, the weighings and the air buoyancy correction were taken on account. An estimate of long-term variations is not included.

Conformidad Conformity

El valor de masa convencional concuerda con los requerimientos de la clase de exactitud E2 de acuerdo a la Recomendación Internacional 111 de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML R 111), edición 2004.

The conventional mass value is in accordance with the requirements of accuracy class E2 according to the International Recommendation 111 of the International Organization of Legal Metrology (OIML R 111), 2004 edition.

4033
D-K-15091-
01-00
2017-09

Reconocimientos mutuos

Mutual recognitions

El Deutsche Akkreditierungsstelle es firmante de los acuerdos multilaterales de la European co-operation for Accreditation (EA) y de la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) para el reconocimiento mutuo de los certificados de calibración. Los otros firmantes, europeos y no europeos, se pueden encontrar en el sitio web de EA (www.european-accreditation.org) e ILAC (www.ilac.org).

The Deutsche Akkreditierungsstelle is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The other signatories in and outside Europe can be seen on the Website of EA (www.european-accreditation.org) and ILAC (www.ilac.org).

Fin del certificado de calibración

End of the calibration certificate

Red Nacional de Metrología

www.metrologia.cl

cesmec

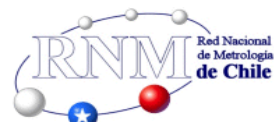
Laboratorio Custodio de los Patrones Nacionales de Masa

Acreditado por / Accredited by

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Como laboratorio de calibración / as calibration laboratory in the

Deutschen Kalibrierdienst **DKD**



Certificado de Calibración

Calibration Certificate

Sello de Calibración

Calibration mark

4034

D-K-15091-

01-00

2017-09

Objeto: <i>Object</i>	Pesa individual de 200 mg <i>200 mg individual weight</i>
Fabricante: <i>Manufacturer</i>	N.A.
Tipo: <i>Type</i>	N.A.
Nº de Serie: <i>Serial number</i>	N.A.
Cliente: <i>Customer</i>	CESMEC S.A. DIVISION MEDIO AMBIENTE Av. Marathon N° 2595 , Macul.
Orden de Trabajo: <i>Order number</i>	450610
Número de Páginas: <i>Number of pages of the certificate</i>	4
Fecha de Calibración: <i>Date of calibration</i>	2017-09-05

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que materializan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El DAKKS es firmante de los acuerdos multilaterales de la European co-operation for Accreditation (EA) y la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) para el reconocimiento mutuo de los certificados de calibración.

El usuario debe re-calibrar el instrumento en intervalos apropiados.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The DAKKS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) for the mutual recognition of calibration certificates and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriated intervals.

Este Certificado de Calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito tanto del organismo de acreditación alemán como del laboratorio emisor. Los Certificados de Calibración sin firma no son válidos.

This calibration certificate can not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Fecha

Date

Jefe del Laboratorio de Calibración

Head of the Calibration Laboratory

Persona a cargo

Person in charge

2017-09-07

Fernando García G.

Patricio Godoy C.

Objeto calibrando**Calibration object**

Valor nominal <i>Nominal Value</i>	Forma <i>Shape</i>	Material <i>Material</i>
200 mg	Lámina poligonal <i>Polygonal sheet weighth</i>	Acero inoxidable <i>Stainless steel</i>

El calibrando es almacenado en una caja sobre la cual el sello ha sido dispuesto

The calibration object is kept in a box, on wich the calibration mark is affixed

Lugar de calibración**Calibration place**

Laboratorio

Laboratory

Procedimiento de Calibración**Calibration Procedure**

La calibración fue desarrollada en el laboratorio de acuerdo a las recomendaciones de la OIML R 111-1 Edition 2004 (E). El valor de masa convencional fue determinado por comparación directa contra una pesa de referencia del mismo valor nominal. Las correcciones por el empuje del aire fueron aplicadas.

The calibration work was carried out in the calibration laboratory according to OIML R 111-1 Edition 2004 (E) recomendations. The conventional mass value was determined by direct comparison with one standard weight of the same nominal value. Buoyancy corrections were applied.

Condiciones ambientales**Ambient conditions**

Temperatura del Aire <i>Air temperature</i>	Humedad relativa <i>Relative humidity</i>	Presión Atmosférica <i>Air Pressure</i>
Promedio = 20,5 °C	Promedio = 40 %	Promedio = 95280 Pa
U (k=2) = 0,2 °C	U (k=2) = 3 %	U (k=2) = 101 Pa

Trazabilidad**Traceability**

Patrón utilizado <i>Standard used</i>	Certificado <i>Certificate</i>	Institución emisora <i>Issuing institute</i>
122141/98	PTB 11133 16	Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Resultados Results

Valores de masa convencional y errores máximos permisibles para la clase E₂ especificados en OIML R 111-1 Edition 2004 (E)

Conventional mass and maximum permissible error for class E₂ corresponding to OIML R 111-1 Edition 2004 (E)

Marca Marking	Valor de masa convencional Conventional mass value	Incertidumbre (k = 2) Uncertainty (k = 2)	Error máximo permisible Maximum permissible error
Cuadrado Square	200 mg - 0,005 mg	0,006 mg	0,020 mg

Los resultados informados son válidos en el momento de la calibración.
The measurement results are valid at the time of calibration.

Incertidumbre de Medición Uncertainty of Measurement

La incertidumbre expandida de medida informada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medida por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre estándar de medida fue determinada en conformidad con el documento DAkkS-DKD-3. El valor del mensurando se encuentra dentro del intervalo indicado de valores con una probabilidad de 95%. Para evaluar la incertidumbre estándar de medida, se consideró las incertidumbres aportadas por las pesadas, los patrones referencia y la corrección de empuje. Una estimación para cambios a futuro no ha sido incluida.

The expanded uncertainty assigned to the measurement results is obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k = 2. It has been determined in accordance with DAkkS-DKD-3. The value of the measurand is lies within the assigned range of values with a probability of 95%. For this purpose the uncertainty contribution of the reference standard, the weighings and the air buoyancy correction were taken on account. An estimate of long-term variations is not included.

Conformidad Conformity

El valor de masa convencional concuerda con los requerimientos de la clase de exactitud E2 de acuerdo a la Recomendación Internacional 111 de la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML R 111), edición 2004.

The conventional mass value is in accordance with the requirements of accuracy class E2 according to the International Recommendation 111 of the International Organization of Legal Metrology (OIML R 111), 2004 edition.

4034
D-K-15091-
01-00
2017-09

Reconocimientos mutuos

Mutual recognitions

El Deutsche Akkreditierungsstelle es firmante de los acuerdos multilaterales de la European co-operation for Accreditation (EA) y de la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) para el reconocimiento mutuo de los certificados de calibración. Los otros firmantes, europeos y no europeos, se pueden encontrar en el sitio web de EA (www.european-accreditation.org) e ILAC (www.ilac.org).

The Deutsche Akkreditierungsstelle is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The other signatories in and outside Europe can be seen on the Website of EA (www.european-accreditation.org) and ILAC (www.ilac.org).

Fin del certificado de calibración

End of the calibration certificate

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SMD - 55857

Solicitante: **CESMEC S.A. - DIVISION MEDIO AMBIENTE**

Orden de Trabajo: 437098

Dirección: Av Marathon #2595 - Macul

Fecha de Emisión: 2017-01-09

Acreditado por INN, Acreditación LC 006

División Metrología - Laboratorio de Calibración Magnitud Temperatura - Santiago

IDENTIFICACIÓN

Descripción : Termohigrómetro
Marca, Modelo : LUTRON MHB - 382SD
Nº de Serie : S/N
Rango de Medida : 0 °C a 50 °C / 10 %HR a 90 %HR
Mínima División : 0,1 °C / 0,1 %HR
Identificación Cliente : N/A
Ubicación : N/A

CONDICIONES Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Metodo : Comparación Directa con Patrón Trazable
Norma de Referencia : N/A
Procedimiento de Calibración : PCE 131 / 700 - 310
Fecha de Calibración : **2017-01-09**
Próxima Calibración : **N/A**
Sello de Calibración : B21160

CONDICIONES AMBIENTALES

Lugar de Calibración : Cesmec S.A. - Laboratorio de Temperatura
Temperatura : (20 ± 5) °C
Humedad : (49 ± 5) %HR

TRAZABILIDAD PATRON

Descripción : Sistema Termométrico Digital
Codigo Interno : TR-27_TR-5
Certificado N° : DAkKS 00277
Vigencia : 2017-07-14
Trazabilidad : LCPN - Temperatura, Chile

Humedad

Termohigrómetro Vaisala
TR-24_TR-23
DAkKS H00021
2017-09-14
ENAER, Chile

RESULTADOS TEMPERATURA (°C)

Calibrando	Patrón	Error	U (k = 2)
10,1	10,0	0,1	0,5
20,2	20,0	0,2	0,5
30,0	30,0	0,0	0,5

RESULTADOS HUMEDAD (%HR)

Calibrando	Patrón	Error	U (k = 2)
36,0	36,0	0,0	5,0
54,4	51,9	2,5	5,0
69,4	71,5	-2,1	5,0



Miguel Marianjel G.
Supervisor Jefe LC - Temperatura

El presente certificado de calibración corresponde a un documento oficial y original, emitido por la División de Metrología de CESMEC S.A. Para verificar su autenticidad, visite el sitio web <http://www.cesmec.cl/cgi-bin/verificar.cgi>

CERTIFICATE

Management system as per
DIN EN ISO 9001 : 2008

In accordance with TÜV NORD CERT procedures, it is hereby certified that

Bureau Veritas
67/71, Boulevard du Château
92200 Neuilly-sur-Seine
France

with the locations / sites according to the annex 2

applies a management system in line with the above standard for the following scope

Please see scope annex 1

Certificate Registration No. 44 100 160145
Audit Report No. 3500 0000

Valid until 2018-09-14
(until 2019-01-31 in case of Upgrade to ISO 9001:2015)
Initial certification 1996


Certification Body
at TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2016-02-10

This certification was conducted in accordance with the TÜV NORD CERT auditing and certification procedures and is subject to regular surveillance audits.

TÜV NORD CERT GmbH

Langemarckstraße 20

45141 Essen

www.tuev-nord-cert.com



ANNEX 1

to Certificate Registration No. 44 100 160145
DIN EN ISO 9001 : 2008

Bureau Veritas
67/71, Boulevard du Château
92200 Neuilly-sur-Seine
France

Scope

- INDUSTRY & FACILITIES

INDUSTRY

Conformity assessment of industrial equipment and installations to regulatory or client specifications from feasibility stage to de-commissioning.

Services include design review, shop inspection, site inspection, asset integrity management, product certification, training and related testing services such as non-destructive testing, verification, analysis, monitoring, assessment, supervision.

Advanced & Conventional Non Destructive Testing Services(Onshore & Offshore), Third Party Vendor Inspection Services, NDT Training & Certification Services, Risk Based Inspection, Quality Assurance and Quality Control Services such as Inspection, Assessment & Surveys of Materials, Equipment, Plants, Pipeline During and After Construction. Allied Engineering Services such as Heat Treatment, Hardness Testing and Supply of Qualified Personnel for carrying out specific engineering & Inspection activities.

INSPECTION & IN-SERVICE VERIFICATIONS (IVS)

Periodic inspection of equipment and installations to assess conformity with regulations or client-specific requirements as well as related training. Services apply to electrical installations, fire safety systems, lifts, pressure and lifting equipment, machinery, gas and HVAC installations.

CONSTRUCTION

Conformity assessment of construction projects, including infrastructures, to local regulations, contractual requirements and construction standards, from design stage to completion, construction, commissioning, operation, and decommissioning.

Services include design review, code compliance, technical control, work management, technical assistance on-site health and safety coordination, testing of construction materials, geotechnics, asset management, technical due diligence services and training, assessment and audit.

TÜV NORD CERT GmbH

Langemarckstraße 20

45141 Essen

www.tuev-nord-cert.com



ANNEX 1

to Certificate Registration No. 44 100 160145
DIN EN ISO 9001 : 2008

Scope

HEALTH, SAFETY AND ENVIRONMENT (HSE)

Inspection, audit, measurement, compliance and testing services in the areas of environment and health and safety.

Technical assistance services and training to help companies define their HSE management strategy and organization, review, assessment.

- CONSUMER PRODUCTS SERVICES (CPS)

Testing, inspection and certification of consumer goods including textile, hardlines, toys, electrical and electronics.

Factory audits, social responsibility audits and training services.

Testing of food Including water, Environmental Air Pollutant, Industrial Hygiene, Raw and Treated Effluents, Hazardous Wastes, Soil. Analytical and PPE.

- GOVERNMENT SERVICES AND INTERNATIONAL TRADE (GSIT)

Government Services: Pre-shipment inspection, Community single windows, X-Ray scanning, verification of conformity (VoC). Consignment Based Conformity Assessment (CBCA).

International Trade: Weight, quantity, quality inspection of commodities for government contract (agricultural, mineral, oil) including inspection of transport means and issuance of LCI (LOAD COMPARTMENT INSPECTION), automotive services, post shipment inspections, automotive damage prevention, food laboratory testing, pre-shipment inspection, network conformity assessment, government services defined in the International Federation of Inspection Agencies (IFIA) Preshipment Inspection (PSI) Code of Practice, Network Conformity Assessment and Mystery Shopping.

- COMMODITIES

Commodities inspections and testing for Oil & Petrochemicals, Metals & Minerals, Solid Fuels (including Coal, Coke and Biomass), Agri-food & Fertilizers.

ANNEX 1

to Certificate Registration No. 44 100 160145
DIN EN ISO 9001 : 2008

Scope

- OIL & PETROCHEMICALS

Trade inspections of cargoes, Laboratory testing of products, Blending and cargo treatment, Calibration, Strapping, Proving and Verification Services for Tanks, Vessels and Prover Pipes.

- METALS & MINERALS FOR NON-FERROUS METALS, STEEL RAW MATERIALS, PRECIOUS METALS :

Independent Supervision of weighing, Sampling, Pre-shipment inspections, Load and discharge inspections, Testing of samples, Grade control, Mineral processing testing, Outsourcing of mine-site laboratories, Data assurance.

- SOLID FUELS (INCLUDING COAL, COKE & BIOMASS):

Independent Supervision of weighing, Sampling, Pre-shipment inspections, Load and discharge inspections, Testing of samples, Outsourcing of mine-site laboratories.

- AGRI-FOOD & FERTILIZERS:

Independent Agri-commodities inspections & testing, Food safety testing, Quality and quantity determination for fertilizers, Supervision of weighing, Sampling, Pre-shipment inspections, Load and discharge inspections.

ANNEX 1

to Certificate Registration No. 44 100 160145
DIN EN ISO 9001 : 2008

Scope

- MARINE & OFFSHORE DIVISION

Offshore: Conformity assessment of offshore equipment. In-Service surveys and verifications. R&D, Project & asset integrity management. Certification, Training. Risk and Safety Assessments.

Kaas
Certification Body
at TÜV NORD CERT GmbH

TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2016-02-10




Muestra	PARAMETRO	Resultado HIDROLAB	Metodo	Lote	Blanco	Precision %RPD	Limite de Control	Exactitud %R	Limite de Control
415977-01	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-02	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-03	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-04	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-05	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-06	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-07	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-08	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	806128	<0,2	0,00%	15	-	-
415978-01	Cianuro Total	1.49	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415978-02	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808259	<0,2	0,00%	15	-	-
415978-03	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415978-04	Cianuro Total	1.59	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415979-01	Cianuro Total	209	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415979-02	Cianuro Total	269	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415980-01	Cianuro Total	99.2	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415981-01	Cianuro Total	160	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415981-02	Cianuro Total	235	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415982-01	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415982-02	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415982-03	Cianuro Total	80.2	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-01	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808259	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-02	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-03	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-04	Cianuro Total	2.0	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-05	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808259	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-06	Cianuro Total	0.438	EPA 9013	808831	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-07	Cianuro Total	5.02	EPA 9013	808836	<0,2	0,00%	15	-	-
415983-08	Cianuro Total	59.3	EPA 9013	808836	<0,2	0,00%	15	-	-
415984-01	Cianuro Total	48.5	EPA 9013	808259	<0,2	0,00%	15	-	-
415984-02	Cianuro Total	1.02	EPA 9013	808836	<0,2	0,00%	15	-	-
415984-03	Cianuro Total	<0,2	EPA 9013	808259	<0,2	0,00%	15	-	-

415985-01	Cianuro Total	99.6	EPA 9013	808836	<0,2	0,00%	15	-	-
415985-02	Cianuro Total	76.2	EPA 9013	808836	<0,2	0,00%	15	-	-
415986-01	Cianuro Total	239	EPA 9013	808836	<0,2	0,00%	15	-	-
415986-02	Cianuro Total	114	EPA 9013	808836	<0,2	0,00%	15	-	-
415977-01	pH	8.2	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415977-02	pH	7.6	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415977-03	pH	7.8	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415977-04	pH	7.3	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415977-05	pH	7.5	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415977-06	pH	7.5	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415977-07	pH	5.7	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415977-08	pH	6.7	EPA 9040	806177	-	0,15%	10	100,00%	90-110
415978-01	pH	8.3	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415978-02	pH	8.5	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415978-03	pH	8.0	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415978-04	pH	8.7	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415979-01	pH	8.5	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415979-02	pH	8.9	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415980-01	pH	8.8	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415981-01	pH	9.6	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415981-02	pH	9.6	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415982-01	pH	7.9	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415982-02	pH	8.7	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415982-03	pH	9.2	Met 3.1 CNA	806184	-	0,11%	10	100,00%	90-110
415983-01	pH	8.4	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415983-02	pH	8.0	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415983-03	pH	8.1	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415983-04	pH	8.4	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415983-05	pH	8.0	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415983-06	pH	8.7	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415983-07	pH	9.0	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415983-08	pH	9.1	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415984-01	pH	8.8	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110

415984-02	pH	9.2	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415984-03	pH	8.5	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415985-01	pH	9.6	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415985-02	pH	9.6	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415986-01	pH	9.5	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415986-02	pH	9.1	Met 3.1 CNA	806187	-	0.11%	10	100.00%	90-110
415977-01	Porcentaje de humedad	34.6	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415977-02	Porcentaje de humedad	43.9	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415977-03	Porcentaje de humedad	37.0	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415977-04	Porcentaje de humedad	46.4	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415977-05	Porcentaje de humedad	17.1	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415977-06	Porcentaje de humedad	13.1	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415977-07	Porcentaje de humedad	21.0	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415977-08	Porcentaje de humedad	14.5	SM 2540G	805362	-	5,67%	10	-	
415978-01	Porcentaje de humedad	0.2	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415978-02	Porcentaje de humedad	0.2	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415978-03	Porcentaje de humedad	0.1	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415978-04	Porcentaje de humedad	1.3	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415979-01	Porcentaje de humedad	1.2	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415979-02	Porcentaje de humedad	1.2	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415980-01	Porcentaje de humedad	0.1	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415981-01	Porcentaje de humedad	1.3	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415981-02	Porcentaje de humedad	1.3	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415982-01	Porcentaje de humedad	0.1	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415982-02	Porcentaje de humedad	0.1	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415982-03	Porcentaje de humedad	0.0	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415983-01	Porcentaje de humedad	0.1	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415983-02	Porcentaje de humedad	0.0	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415983-03	Porcentaje de humedad	0.1	SM 2540G	805363	-	0,00%	10	-	
415983-04	Porcentaje de humedad	0.0	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-	
415983-05	Porcentaje de humedad	0.0	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-	
415983-06	Porcentaje de humedad	0.0	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-	
415983-07	Porcentaje de humedad	0.0	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-	

415983-08	Porcentaje de humedad	0.3	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-
415984-01	Porcentaje de humedad	0.4	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-
415984-02	Porcentaje de humedad	0.0	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-
415984-03	Porcentaje de humedad	0.1	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-
415985-01	Porcentaje de humedad	1.2	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-
415985-02	Porcentaje de humedad	1.3	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-
415986-01	Porcentaje de humedad	1.1	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-
415986-02	Porcentaje de humedad	1.0	SM 2540G	805364	-	7,69%	10	-

6	
7	Parámetro a que se aplica: Cianuro Total
8	Técnicas analíticas empleadas: Colorimetría
9	Referencia normativa o estandarizada que sustenta: EPA 3013 / EPA 3014
10	Nombre completo del método: Método Espectrofotométrico
11	
12	
13	Desarrollo de las experiencias para verificación de desempeño
14	
15	Fecha de ejecución (periodo): 02-01-2017 al 06-01-2017
16	Nombre de analistas involucrados: Manuel Valdivia ; Paz Ortiz
17	Marcas y modelo de equipos involucrados: BALA-3G; EFAM-5G
18	Origen de las muestras utilizadas: Suelos
19	Material de referencia MR (proveedor del patrón, marcas, código identificación, concentración teórica): Merck, Merck, Tierra silicea , TA2082010 645
20	
21	Material de referencia MRC (proveedor , marcas, código identificación, concentración , incertidumbre)
22	
23	
24	Resultados de las pruebas experimentales
25	
26	Limite de detección del método LDM 0,08 mg/Kg
27	Limite de cuantificación del método LQM 0,24 mg/Kg
28	Precisión (Repetitividad) del método ± RSD 2,54 20% cumple
29	Precisión (Reproducibilidad) del método ± RSD 1,37 F calc < F tab cumple
30	Exactitud del método ± R 101,45 80 - 120% cumple
31	Recuperación del método ± R 102,82 80 - 120% cumple
32	sesgo mg/Kg
33	trazabilidad no aplica
34	
35	
36	
37	Conclusiones de la verificación de desempeño
38	
39	ACEPTADA O RECHAZADA Aceptada
40	Nombre responsable evaluación: Ximea Cuadros M.
41	Fecha de conclusión: 06-01-2017
42	Firma responsable:
43	
44	

Identificación del método de ensayo verificado

Parámetro a que se aplica: pH
Técnica analítica empleada: Electrometría
Referencia normativa o estandarizada que sustenta: Método CNA 3.1
Nombre completo del método: Suspensión y Determinación Potenciométrica

Desarrollo de las experiencias para verificación de desempeño

Fecha de ejecución (periodo): 11-10-2016
Nombre de analistas involucrados: Marisol Godoy, Patricia Valdivia
Marca y modelo de equipos involucrados: PHCH-8Q PHCH-6Q
Origen de las muestras utilizadas: Muestras Reales, Suelo
Material de referencia MR (proveedor del patrón, marca, código identificación, concentración teórica): Merck, Merck, Buffer pH 4,00 Lot HC 682032; Buffer pH 7,00 Lot HC43097; Buffer pH 10 Lot 676940
Material de referencia MPC (proveedor, marca, código identificación, concentración, incertidumbre):

Página 1

Resultados de las pruebas experimentales		Valor obtenido	Requerimiento exigido	LDM HB
Limite de detección del método	LDM	NA uS/cm	-	-
Limite de cuantificación del método	LQM	NA uS/cm		
Precisión del método (Repetitividad)	% RSD	0,43	10%	cumple
Precisión del método (Reproducibilidad)	% RSD 1	1,44	F calc < F tab	cumple
Exactitud del método	% R	100,0	90 - 110%	cumple
	sesgo	uS/cm		
	trazabilidad			no aplica

Conclusión de la verificación de desempeño

ACEPTADA O RECHAZADA	Aceptada
Nombre responsable evaluación:	Ximena Cuadros M.
Fecha de conclusión:	12-10-2016
Firma responsable:	

Identificación del método de ensayo verificado

Parámetro a que se aplica:	Porcentaje de Humedad
Técnica analítica empleada:	Gravimetría
Referencia normativa o estandarizada que sustenta:	Standard Methods 22ND Ed 2012, 2540.G; CNA 2.1
Nombre completo del método:	Porcentaje de Humedad

Desarrollo de las experiencias para verificación de desempeño

Fecha de ejecución (periodo):	08-10-2016 al 11-10-2016
Nombre de analistas involucrados:	Gabriel Ordoñez; Veronica Villanueva
Marca y modelo de equipos involucrados:	BALA-3Q; ESSE-5Q
Origen de las muestras utilizadas:	Muestras Reales
Material de referencia MR (proveedor del patrón, marca, código identificación, concentración teórica):	
Material de referencia MRC (proveedor, marca, código identificación, concentración, incertidumbre):	

Resultados de las pruebas experimentales		Valor obtenido	Requerimiento exigido	LDM HB
Limite de detección del método	LDM	#DIV/0! ‰	-	0%
Limite de cuantificación del método	LQM	#DIV/0! ‰		
Precisión del método (Repetitividad)	‰ RSD	1,49	10%	cumple
Exactitud del método (Reproducibilidad)	‰ RSD 1	1,198	F calc < F tab	cumple
Exactitud del método	‰ R	NA	95 - 105%	# VALOR
	sesgo	‰		
	trazabilidad			# REF

Conclusión de la verificación de desempeño

ACEPTADA O RECHAZADA	Aceptada
Nombre responsable evaluación:	Ximena Cuadros M.
Fecha de conclusión:	05-10-2016
Firma responsable:	

