



Plan de Gestión de Calidad del Aire de Calama

**ANTOFAGASTA
02 DE FEBRERO DE 2011**

1. INTRODUCCIÓN.

El día 30 de mayo de 2009 fue publicado en el Diario Oficial, el Decreto Supremo que declara Zona Saturada a la ciudad de Calama y área circundante por superación de la norma anual, posteriormente se inicia el proceso de elaboración del Plan de Descontaminación Atmosférico (conforme lo dicta Resolución Exenta N° 4002 del 10 de julio de 2009) y se conforman los Comités: Operativo y Ampliado que apoyan su preparación.

Los días 1 y 2 de julio del 2010, se realizaron la Octava Reunión del Comité Operativo y la Quinta del Comité Ampliado, respectivamente. En la última reunión de ambos Comités, se informa a sus integrantes de que existe un cambio en el enfoque general de la gestión de calidad del aire a nivel nacional. Este nuevo enfoque considera priorizar el control del MP2.5 por su mayor impacto sobre la salud, por lo cual se espera que sea publicada prontamente la norma de MP2.5 (diaria y anual). Además se está revisando la Norma MP10, siendo muy probable como resultado de esta revisión que se mantenga la norma diaria de MP10 en 150 µg/m³ y se derogue la norma anual.

Con este nuevo escenario, es necesario modificar el trabajo desarrollado mediante la elaboración de un Plan de Descontaminación Atmosférico, a otra herramienta de gestión de la calidad del aire, más flexible y con la cual se logren resultados en el menor tiempo posible. Adicionalmente, se ha constatado un mejoramiento en la calidad del aire de Calama, específicamente en la estación “Hospital del Cobre” (Tabla 2). Por lo anterior, se decidió seguir trabajando en acciones para mejorar la calidad del aire de la ciudad de Calama, pero a través de un Plan de Gestión de Calidad del Aire.

La elaboración de este Plan de Gestión será apoyado por la unión de los Comités Operativo y Ampliado, señalados anteriormente, que pasarán a denominarse Comité Ejecutivo.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

La ciudad de Calama y su área circundante fue declarada zona saturada por Material Particulado Respirable (MP10), en su valor de norma anual, según consta en el Decreto Supremo (D.S.) N° 57 de 2009 del Ministerio Secretaría General de la República, del 20 de abril de 2009 (publicado en el Diario Oficial el día 30 de mayo del 2009). El decreto delimita una zona de 1.440 km² (ver tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas delimitación de la zona saturada por MP10 anual para Calama.

Vertices	WGS-84 Huso 19	
	UTM Este (metros)	UTM Norte (metros)
Punto 1	500000	7505000
Punto 2	532000	7505000
Punto 3	532000	7550000
Punto 4	500000	7550000

2.1. EFECTOS DEL MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE (MP10) EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), los efectos adversos del Material Particulado (MP) sobre la salud de la población son diversos. En particular, producen efectos sobre el sistema respiratorio y cardiovascular, y afectan a toda la población, especialmente a aquellos grupos susceptibles, considerando su edad y condiciones de salud.

Las pruebas epidemiológicas han puesto de manifiesto que los efectos crónicos del MP pueden presentarse tras exposiciones prolongadas, existiendo pocas pruebas que indiquen un umbral por debajo del cual tales efectos no se produzcan.

Los factores determinantes del MP sobre la salud consisten en el tamaño de las partículas, debido al grado de penetración y permanencia que ellas tienen en el sistema respiratorio, su composición química y toxicidad. El MP10 representa aquella masa de partículas que ingresa en el sistema respiratorio, e incluye tanto las partículas gruesas (de un tamaño comprendido entre 2,5 y 10 μm) como las finas (inferiores a 2,5 μm), siendo éstas últimas aquellas que contribuyen mayormente a la producción de efectos adversos sobre la salud.

En cuanto a su composición química, la fracción gruesa del MP10 está compuesta, en su mayoría, por partículas de pH básico producto de combustión no controlada y de procesos de desintegración mecánica. Por su parte, la fracción fina de MP10 es, generalmente, ácida, e incluye hollín y otros derivados de las emisiones vehiculares e industriales.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS, GEOGRÁFICAS Y METEOROLÓGICAS DE CALAMA.

• **Demografía.**

La ciudad de Calama se ubica en la Segunda Región de Antofagasta y posee una superficie de 18,21 km². Es la capital de la provincia El Loa, ubicada a 215 kilómetros de Antofagasta, según Memoria de "Modificación Plan Regulador Comuna de Calama Creación Nueva Zona ZU-9 Equipamiento Salud" cuenta con una población provincial de 143.689 habitantes, y en la ciudad de Calama se concentra el 96% de ella. Su población flotante, dada sus características productivas es cercana a los 30.000 habitantes.

• **Geografía.**

El territorio de la comuna está conformado como un gran plano que asciende hacia la Cordillera de Domeyko, interrumpido por algunos "cerros islas" desprendidos de la Cordillera de la Costa, y recorrido por quebradas que no alcanzan a atravesarlo, salvo la del río Loa. En este territorio es posible identificar 4 unidades topográficas:

- a. Planicie al sur-orienté del Loa: corresponde al área comprendida entre la Ruta 25, de acceso a la ciudad desde Antofagasta y la Ruta 23 a San Pedro de Atacama.
- b. Cauce del Loa y planicie del oasis: área de desarrollo privilegiado de vegetación e indicador de los procesos que determinan el oasis.
- c. Planicie del área urbana de CALAMA: área donde se asienta la ciudad.
- d. Cerros: al poniente y otros, aproximadamente a 16 Kms. al norte de la ciudad.

• **Meteorología.**

En la Zona Saturada de Calama se presenta un clima desértico marginal de altura, este clima se ubica principalmente en el centro de la Región, entre los 2.000 y 3.000 m de altura. En este clima, el régimen de precipitaciones se presenta mezclado, observándose precipitaciones estivales y también de origen ciclónico, aunque escasas en ambos casos. Las precipitaciones de origen ciclónico, se presentan con intervalos de varios años, cuando suceden inviernos pluviométricamente rigurosos en la zona central del país. En estos casos, suelen ser mayores a las del verano.

Respecto del régimen térmico, éste si se presenta bien marcado, caracterizado por periodos cálidos de mayor temperatura (15 °C en promedio) entre los meses de Octubre a Marzo y periodos fríos con temperaturas promedio de 10 °C en los meses de Abril a Septiembre. La amplitud térmica de la zona es de aproximadamente 20 °C, presentándose la mayor diferencia en el periodo comprendido entre fines de invierno y comienzos de primavera con 22 °C, mientras que la menor amplitud se presenta en los meses de Enero a Marzo con 18 °C.

La humedad relativa del aire, tiene un patrón marcado por el aumento en la época estival, alcanzado aproximadamente 45% y bajando a 25% durante los meses más fríos. La humedad relativa media en la zona de Calama tiene un valor de 33%.

Los vientos tienen un patrón bastante marcado en este sector de la cuenca del río Loa. De acuerdo a los datos provistos por la Dirección Meteorológica de Chile para el Aeropuerto de El Loa, los vientos se comportan en forma relativamente homogénea con circulación predominante del Este (E) durante la mañana (viento que soplan desde la cordillera al valle) con magnitudes de 4,7 m/s (17 km/h), cambiando a Oeste (W) durante medio día y comienzo de tarde, con un 97% de ocurrencia. A esta hora del día, la velocidad media alcanza los 5 m/s (18 km/h). Por otra parte, los vientos correspondientes a las 8 pm (inicio periodo nocturno) tienen una dirección predominante Oeste (W) con un 67% de frecuencia, en segundo lugar sur- Oeste (SW) con 24% de frecuencia. Finalmente, las direcciones con menor frecuencia son Sur (S) con un 8% y Este con 2%. Respecto de la magnitud del viento a esta hora, se observa una disminución progresiva de la velocidad en el cambio del rumbo Oeste (W) hasta el Este (E) desde un promedio de 13 km/h hasta 6,6 km/h.

Este régimen de vientos, se modifican con cierta frecuencia debido a cambios de tipo sinóptico, influencias por centros de baja presión en altura, que cambian el régimen normal a un régimen con flujos zonales en superficie desde el Noroeste (NW), en un intervalo entre las 11 am y las 8 pm principalmente. Este fenómeno está asociado a fuertes vientos que alcanzan promedios desde 8 m/s (29 km/h) hasta 22 m/s (80 km/h), según los registros de los últimos cinco años.

2.3. EVOLUCIÓN CALIDAD DEL AIRE PARA MP10.

Desde que la estación Hospital El Cobre adquirió representatividad poblacional el año 2002¹, la evolución de la calidad del aire en Calama ha indicado un aumento en los índices de calidad del aire durante los tres primeros periodos trianuales medidos, posteriormente los valores de estos índices mostraron un mejoramiento de la calidad del aire de la ciudad, registrando en el último periodo un valor bajo los niveles de saturación de la norma anual de MP10 (49 µg/m³ N), como se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Concentración Anual MP10, promedio 3 años Estación Hospital el Cobre, Calama, Región de Antofagasta

Estación	Concentración Trianual de MP10 [µg/m ³ N]					
	2003-2005	2004-2006	2005-2007	2006-2008	2007-2009	2008-2010
Hospital El Cobre	57	59	60	56	49	44
Norma Anual	50 [µg/m ³ N]					

Fuente: Elaboración propia

2.4. PRINCIPALES FUENTES EMISORAS DE MATERIAL PARTICULADO EN LA ZONA SATURADA DE CALAMA.

La Zona Saturada de Calama se caracteriza por la presencia de una gran actividad minera (Chuquicamata, Extracción Norte Mina Sur, RT, etc.), lo que se ve reflejado en el inventario de emisiones del año 2006 para material particulado respirable (MP10), según se expone en la Tabla 3.

¹ La Estación Hospital el Cobre adquiere representatividad poblacional en Abril del año 2002, por lo cual desde el año 2003 sus datos ya no son referenciales y se pueden comparar con la norma.

Tabla 3. Resumen Inventario de Emisiones de Material Particulado 2006

Fuentes Emisoras	Emisión MP10 (ton/año)	Porcentaje del Total de Emisión MP10 (%)
Industrias Otras	81	0,1
Industria del Cobre	29.537	42,7
Otras Residenciales	1	0,0
Quemas Agrícolas	3	0,0
Incendios Forestales	1	0,0
Otras Areales	2	0,0
Buses Rurales e Interurbanos	2	0,0
Otros Buses	9	0,0
Camiones	6	0,0
Vehículos Livianos	16	0,0
Vehículos Fuera de Ruta	5	0,0
Polvo Resuspendido Faenas Mineras	25.676	37,1
Polvo Resuspendido Calles SP	669	1,0
Polvo Resuspendido Calles Pavimentadas	961	1,4
Polvo Resuspendido Otros	243	0,4
Transporte de Áridos	23	0,0
Tranque Talabre (erosión eólica)	11.997	17,3
Total Emisiones	69.233	100

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la información entregada en la tabla anterior, se puede agrupar por tipos de fuentes emisoras, según se expresa en la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4. Resumen de inventario de emisiones escenario 2006, fuentes fijas y móviles.

Categoría de Fuente	MP10 (ton/año)
Industria (Otras)	80
Industria Cobre	29.537
Otras residenciales	1
Quemas Agrícolas	3
Incendios Forestales	1
Otras Areales	2
Total Estacionarias	29.625
Buses Rurales e Interurbanos	2
Otros Buses	9
Camiones	6
Vehículos Livianos	16
Fuera de Ruta	5
Total Móviles	39
Total Móviles y Estacionarias	29.664

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Resumen de inventario de emisiones escenario 2006, fuentes fugitivas.

Categoría de Fuente	MP10 (ton/año)
Polvo Resuspendido Faenas mineras	25.676
Polvo Resuspendido Calles Sin Pavimentar	669
Polvo Resuspendido Calles Pavimentadas	961
Polvo Resuspendido Otros	243
Transporte de Áridos	23
Tranque Talabre	11.997
Total Polvo Fugitivo	39.569

Fuente: Elaboración propia.

Las fuentes emisoras más relevantes en términos de participación en las emisiones, corresponden a las empresas Codelco Chile, División Codelco Norte, en adelante División Chuquicamata (Actividades productivas y polvo resuspendido desde el Tranque Talabre), RAM Ltda., ENAEX Servicios S.A., polvo resuspendido, empresas de áridos y otras fuentes emisoras en menor magnitud, ya que cada una de ellas tiene una participación importante dentro las sub-categorías de fuentes emisoras (ver Anexo I), tal como se señala a continuación:

- a. Fuentes estacionarias: dentro de estas fuentes existen dos categorías principales: Industria Cobre e Industria Otras. La primera categoría son emisiones provenientes de fuentes estacionarias de la actividad minera presente en la Zona Saturada (Codelco Chile, División Chuquicamata), en el caso de las emisiones de Industrias otras se refiere principalmente a emisiones de fuentes estacionarias ubicadas dentro de Calama (exceptuando las calderas y grupos electrógenos de Codelco Chile, División Chuquicamata), como por ejemplo ENAEX, RAM Ltda., actividad de extracción de áridos (ver Anexo I).
- b. Fuentes polvo resuspendido: las principales categorías dentro de este tipo de fuentes son: polvo resuspendido provenientes de faenas mineras, erosión eólica desde el Tranque Talabre (ambas fuentes pertenecientes a Codelco Chile, División Chuquicamata), y las emisiones de polvo resuspendido de calles sin pavimentar y pavimentadas (ver Anexo I).

3. MEDIDAS DE CONTROL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR TIPO DE FUENTES.

Se decidió trabajar en la definición de medidas, utilizando las categorías que propone el inventario para Calama, año 2006, según lo siguiente:

- Fuentes estacionarias, se solicitó a las propias fuentes emisoras que establecieran las medidas a implementar para reducir sus emisiones.
- Fuentes móviles, dado su bajo aporte, sólo se mencionan las medidas que se desarrollarán a nivel nacional.
- Polvo resuspendido, se realiza un análisis más detallado con medidas específicas, según se indica en los capítulos siguientes.

3.1. MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE EMISIONES A FUENTES ESTACIONARIAS.

3.1.1. CODELCO CHILE.

3.1.1.1 División Chuquicamata.

Se solicitó a la empresa Codelco Chile, División Codelco Norte, en adelante División Chuquicamata, a través del ORD N° 202/2010, del 30 de marzo de 2010, una propuesta de medidas para disminuir sus emisiones, esta solicitud fue respondida a través de los documentos GS N° 304/2010 y GS N° 448/2010, del 13 de mayo de 2010 y 06 de Julio de 2010 respectivamente, y complementada con una presentación sostenida en una reunión, realizada el 09 de Agosto de 2010, carta GS N° 046/2011, del 17 de enero de 2011 y carta GS N° 110/2011, del 28 de febrero de 2011.

Cabe señalar que la medida comprometida en los informes anteriores, sobre la pavimentación de 56.000 m² de calles en la ciudad de Calama, fue retirada de la División Chuquicamata e incluida en los compromisos de la División Ministro Hales, quién estará a cargo de implementar dicha medida.

Las medidas que realizará la empresa serán en el corto plazo (Año 2010-2011), mediano plazo (2012-2013) y largo plazo (2014-2016).² Dichas medidas se presentan a continuación:

a. MEDIDAS DE CONTROL DE EMISIONES DE MP10 PARA IMPLEMENTAR EN LA CIUDAD DE CALAMA.

Tabla 6. Medidas de reducción de emisiones a implementar la División Chuquicamata, en la ciudad de Calama, en el corto plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Programa de Arborización Urbana	En el marco del convenio de cooperación CODELCO-CONAF, CONAF entrega 5.000 árboles en zona urbana y rural de la ciudad de Calama, a través de procesos participativos de la comunidad (Juntas de Vecinos, y organizaciones educacionales de la ciudad). Esta en preparación conjunta con CONAF el Convenio 2011, que considera los nuevos objetivos ambientales para la ciudad de Calama.	Septiembre - Diciembre 2010
2	Construcción Primera Etapa Plaza Educativa Colegio Río Loa	Mejora de condiciones ambientales al interior del Colegio (400 m ² de plaza)	Enero - Diciembre 2010
3	Sistema de Bombeo aguas servidas tratadas	Apoyo en la construcción del empalme eléctrico que una al tendido eléctrico público, los sistemas de bombeo y filtrado de aguas servidas tratadas, para uso en el riego agrícola. Convenio de Cooperación realizado con INDAP.	Agosto 2010- Diciembre 2011
4	Mejoramiento caminos rurales con Bischofita Primera Etapa	Estabilización de 7,3 kilómetros de caminos no pavimentados en el	2009-2010

² Las medidas que comienzan el año 2010 o 2011, se consideran de corto plazo.
 Las medidas que comienzan el año 2012 o 2013, se consideran de mediano plazo.
 Las medidas que comienzan el año 2014 en adelante, se consideran de largo plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
4	Mejoramiento caminos rurales con Bischofita Primera Etapa	sector poniente. Se considera el mejoramiento de las siguientes calles en el sector poniente de Calama: calle Yarú, calle Aconcagua, Cobija y calle General Salvo.	2009-2010
5	Mejoramiento caminos rurales con Bischofita Segunda Etapa	Estabilización de caminos no pavimentados en el sector poniente. Se considera el mejoramiento de las siguientes vías en el sector poniente de Calama: calle Yaru, calle Verdes Campiñas, pasaje Verdes Campiñas, calle Tocopilla y pasaje Vecinal (prolongación Pje. Tarapacá Norte).	2011
6	Apoyo en la prevención y combate de incendios de pastizales	Proyecto bomberil "Preparados y equipados para combatir los incendios de pastizales en el Oasis de Calama", el aporte de Codelco tiene por objeto la compra del equipamiento personal, materiales y vehículos necesarios para combatir estos incendios, así como la realización de eventos y campañas de prevención con la comunidad. El monto de aporte se encuentra detallado en el Convenio de Cooperación entre Cuerpo de Bomberos de Calama y Codelco.	Junio-Diciembre 2010
7	Vertedero de residuos de Construcción RESCON	Vertedero de residuos de Construcción, permite la disminución de vertederos clandestinos y el tránsito de vehículos por caminos no pavimentados, además de disminuir la ocurrencia de quema de basuras. Convenio de Cooperación entre la Ilustre Municipalidad de Calama y División Chuquicamata de Codelco Chile.	2010-2012
8	Barrido y aspirado mecanizado en Calles de Calama	Transferencia de recursos (\$70.000.000) a la Ilustre Municipalidad de Calama para la adquisición de una barredora.	2010-2011
9	Aguas grises para regadío de especies arbóreas	Recuperación de 35 m ³ /mes de aguas grises tratadas en establecimientos educacionales, con el fin de irrigar la primera etapa de arborización acordada entre la SEREMI del Medio Ambiente y la Ilustre Municipalidad de Calama. CODELCO impulsará un Convenio de Cooperación con la Municipalidad de Calama, y otras instituciones involucradas que corresponda, para implementar el proyecto en el establecimiento educacional que este organismo identifique, a través de su COMDES.	Septiembre 2011

Fuente: Codelco Chile, División Chuquicamata.

Los tramos de las calles y pasajes a los cuales se les aplicarán Bischofita, se encuentran en el Anexo III.

b. MEDIDAS A IMPLEMENTAR EN LOS PROCESOS DE LA ACTIVIDAD MINERA DE LA DIVISIÓN CHUQUICAMATA.

A continuación se presentan la medida propuesta por la División Chuquicamata relacionada con el tranque de relaves Talabre, en el corto plazo.

Tabla 7. Medida a implementar asociada al tranque de relaves Talabre, en el corto plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Desarrollar estudios para identificar tecnologías de mitigación de efectos ambientales	Ejecutar el estudio "Desarrollo de tecnologías para la estabilización estructural y mitigación de efectos ambientales derivados de tranques de relaves. Proyecto FONDEF, patrocinado por la Universidad de Santiago, Universidad Católica de Valparaíso, CODELCO y respaldado por SERNAGEOMÍN.	2010

Fuente: Codelco Chile, División Chuquicamata.

A continuación se presentan las medidas propuestas por la División Chuquicamata en la actividad relacionada con proceso de chancado de material y utilización de botaderos, en el corto plazo.

Tabla 8. Medidas de control de emisiones de MP10 a implementar en las actividades asociadas al proceso de chancado y utilización de botaderos ⁽¹⁾, en el corto plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Control de derrames de polvo en Chancado	Retiro habitual de material derramado mediante el servicio de aspirado industrial, vigente por 4 años, que provee 2 camiones aspiradores.	Septiembre 2010
2	Tolvas	Levantamiento y habilitación de sistema de colectores de polvo en Chancado 1, 2 y 3 (generación plan de normalización y mantención de equipos).	Febrero 2011
		Trabajos adicionales (sellos encapsulamientos de tolva).	Enero-Febrero 2011
		Contrato mantención de equipos colectores y supresores de polvo.	Marzo 2011
3	Control de emisión por polvo de transporte	Utilizar botaderos N° 57, 68, 71, 81, 95 ⁽²⁾	2011-2012

Fuente: Codelco Chile, División Chuquicamata.

⁽¹⁾ Los proyectos indicados son de alcance operacional con efecto ambiental positivo, que deberán obtener las autorizaciones sectoriales pertinentes.

⁽²⁾ Las fechas de uso efectivo de los botaderos de material estéril están sujetas a los ajustes que implican la planificación minera de corto plazo.

A continuación se presentan las medidas propuestas por la División Chuquicamata para la actividad relacionada con el chancador primario y la utilización de botaderos, en el mediano plazo.

Tabla 9. Medidas de Control de emisiones de MP10 a implementar a mediano plazo, asociada a chancador primario y utilización de botaderos⁽¹⁾

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Control de emisión por polvo de transporte	Utilizar botaderos N° 57, 68, 71, 81, 95 ⁽²⁾	2013
2	Control de emisión fugitiva en sistema de chancado primario	Puesta en marcha de confinamiento y captación de material particulado generado en el chancado primario M-1 y correa M-2 ubicados en el rajo de la mina Chuquicamata. Esta en proceso la solicitud de fondos para la inversión, de acuerdo con normativa interna y externa vigente.	2013

Fuente: Codelco Chile, División Chuquicamata.

⁽¹⁾ Los proyectos indicados son de alcance operacional con efecto ambiental positivo, que deberán obtener las autorizaciones sectoriales pertinentes.

⁽²⁾ Las fechas de uso efectivo de los botaderos de material estéril están sujetas a los ajustes que implican la planificación minera de corto plazo.

A continuación se presentan las medidas propuestas por la División Chuquicamata en sus actividades, principalmente relacionadas con la utilización de botaderos, a largo plazo.

Tabla 10. Medidas de Control de emisiones de MP10 a implementar en el largo plazo, relacionadas con la utilización de botaderos^{(1) y (2)}

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Control de emisión por polvo de transporte	Utilizar botaderos N° 57, 71, 81, 95	2014
		Se utiliza una pequeña porción del rajo ENMS.	2015
		Utilizar el botadero 95 y ENMS	2016

Fuente: Codelco Chile, División Chuquicamata.

⁽¹⁾ Los proyectos indicados son de alcance operacional con efecto ambiental positivo, que deberán obtener las autorizaciones sectoriales pertinentes.

⁽²⁾ Las fechas de uso efectivo de los botaderos de material estéril están sujetos a los ajustes que implican la planificación minera de corto plazo.

3.1.2. División Ministro Hales

Se solicitó a la empresa Codelco Chile, División Ministro Hales, a través del ORD N° 0044/2011, del 31 de enero de 2011, una propuesta de medidas orientadas a reducir las emisiones de MP10, esta solicitud fue respondida a través de correo electrónico el día 02 de febrero de 2011, con la finalidad de incluir compromisos que forman parte de la compensación de emisiones por el proyecto Mansa Mina, División Mina Ministro Hales, así como también medidas voluntarias.

Las medidas comprometidas se señalan en la Tabla N° 11.

Tabla 11. Medidas de compensación de emisiones a implementar por la División Ministro Hales de CODELCO Chile, en la ciudad de Calama, en el corto plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma													
1	Pavimentación de calles de la ciudad de Calama	Levantamiento Topográfico de calles y pasajes	Agosto-Septiembre 2010													
		Ingeniería de proyecto de pavimentación de las siguientes villas y Av. Bilbao:	Noviembre 2010 a Febrero de 2011													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Villa/Avda.</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Villa Tucnar Huasi</td> <td>6.046</td> </tr> <tr> <td>Villa Ayquina</td> <td>7.341</td> </tr> <tr> <td>Villa Huaytiquina</td> <td>20.759</td> </tr> <tr> <td>Villa Exótica</td> <td>13.117</td> </tr> <tr> <td>Av. Bilbao</td> <td>8.711</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>55.974</td> </tr> </tbody> </table>		Villa/Avda.	m ²	Villa Tucnar Huasi	6.046	Villa Ayquina	7.341	Villa Huaytiquina	20.759	Villa Exótica	13.117	Av. Bilbao	8.711	TOTAL
		Villa/Avda.	m ²													
		Villa Tucnar Huasi	6.046													
		Villa Ayquina	7.341													
		Villa Huaytiquina	20.759													
		Villa Exótica	13.117													
Av. Bilbao	8.711															
TOTAL	55.974															
Licitación de construcción del proyecto de pavimentación.	Marzo-Abril 2011															
Construcción pavimentación Villa Tucnar Huasi	Mayo-Junio 2011															
Construcción pavimentación Villa Huaytiquina	Mayo-Agosto 2011															
Construcción pavimentación Villa Ayquina	Junio-Agosto 2011															
Construcción pavimentación Villa Exótica	Junio-Agosto 2011															
Construcción pavimentación Av. Bilbao	Junio-Agosto 2011															

El detalle de calles, pasajes y avenidas que se pavimentarán (55.974m²), se adjunta en el **Anexo III**.

Tabla 12. Medidas de reducción de emisiones a implementar por la División Ministro Hales de CODELCO Chile, en la ciudad de Calama, en el corto plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma							
1	Ingeniería de las calles de la ciudad de Calama	Ingeniería de proyecto de pavimentación de calles y pasajes para las siguientes villas:	Marzo 2011							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Villa</th> <th>m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Villa Ayquina</td> <td>60.603</td> </tr> <tr> <td>Villa Exótica</td> <td>23.282</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>83.885</td> </tr> </tbody> </table>		Villa	m ²	Villa Ayquina	60.603	Villa Exótica	23.282	TOTAL
Villa	m ²									
Villa Ayquina	60.603									
Villa Exótica	23.282									
TOTAL	83.885									

El detalle de calles y pasajes de las villas a las cuales se les realizará la ingeniería (83.885m²) se enviará a la SEREMI del Medio Ambiente, una vez finalizada la actividad.

3.1.3. ENAEX Servicios S.A.

Las medidas necesarias para disminuir las emisiones de MP10 producidas por esta empresa en la zona de Calama, consideran ejecutar acciones en dos actividades emisoras: caldera industrial y tránsito de vehículos por caminos no pavimentados.

En virtud de lo anterior, se solicitó a la empresa ENAEX a través del ORD N°201/2010, del 30 de marzo de 2010, una propuesta de medidas para disminuir sus emisiones, esta solicitud fue respondida a través de la Carta N° DPR&MA – 32/10, del 10 de mayo de 2010, y complementada con estado de Avance contenido en Carta N°DPR&MA – 67/10, de fecha 01 de septiembre de 2010 y correo electrónico de fecha 18 de enero de 2011. Las medidas propuestas por la empresa se presentan a continuación, las cuales según la empresa fueron implementadas a fines de septiembre de 2010.

Tabla 13. Medidas de control de emisiones para ENAEX Servicios S.A. en el corto plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Calderas Industriales	Instalación de una Nueva Caldera cuyo consumo es mucho menor que la caldera que operaba anteriormente (se espera una reducción de 192 ton/año de consumo de combustible).	Septiembre 2010.
		Puesta en marcha de la Caldera	Febrero 2011
2	Instalación estanque Diesel	Se modifica la utilización del combustible denominado IFO-80, que es una mezcla de 80% de Petróleo N° 6 y 20 % Petróleo Diesel, por la utilización de un combustible 100% Diesel), para lo cual se instalará un estanque de almacenaje de Diesel	Noviembre 2010
3	Caminos sin pavimentar dentro de la Planta	Elaboración de un Programa de Humectación de los caminos al interior de la Planta que comprenden a 1.521 metros. El programa comprende la humidificación y compactación con bischofita, en un tiempo estimado de 3 días: <ul style="list-style-type: none"> • 1°Día: Humidificación y aplicación de bischofita en la ruta de acceso central, comprende un total de 417 metros. Finalmente se compactará el camino. • 2°Día: Humidificación y aplicación de bischofita en la ruta de acceso Bodegas y Explosivos, comprende un total de 277 metros. Finalmente se compactará el camino. • 3°Día: Humidificación y aplicación de bischofita en la ruta de acceso a emulsiones y patio salvataje, comprende un total de 828 metros • Finalmente se compactará el camino. 	Septiembre 2010.
		<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución completa del Programa de Humectación 	Noviembre 2010

Fuente: ENAEX Servicio S.A.

3.1.4. RAM Ltda.

Las emisiones de MP10 provenientes de la actividad de RAM Ltda., se focalizan en los siguientes procesos:

- **Horno rotatorio** (cuenta con sistema de captación de gases) y **Campana de extracción**.
- **Refinación térmica en ollas** (cuenta con sistema de captación de gases).
- **Sala de mezcla**.

Se solicitó a esta empresa a través del ORD N° 203/2010, del 30 de marzo de 2010, una propuesta de medidas para disminuir sus emisiones. Esta solicitud fue respondida a través de carta MAPR 0026/2010, del 5 de mayo de 2010 y complementada con carta MAPR 0051/2010, del 31 de agosto de 2010 y correo electrónico, de fecha 18 de enero de 2011. Las medidas propuestas se presentan a continuación, las cuales ya han sido implementadas:

Tabla 14. Medidas de control de emisiones para RAM Ltda., en el corto plazo.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Cambios tecnológicos y de Infraestructura de la fundición.	<ul style="list-style-type: none"> • Cámara de Post-combustión: Reemplazo de Cámara Post-combustión por una de iguales características, mejorándose sólo la infraestructura y primera captación de sólidos. • Con el objetivo de mejorar el proceso productivo, se construyeron dos grupos de equipos denominados A y B, cada uno integrado por los siguientes equipos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ducto hacia Preseparadores: sólo se instaló un segundo equipo idéntico al existente con anterioridad. 2. Preseparadores: sólo se instaló un segundo equipo idéntico al existente con anterioridad. 3. Filtro Mangas para Horno: se instaló un segundo equipo idéntico al existente con anterioridad, es decir, un filtro con 400 mangas de alta temperatura, donde su superficie de captación corresponde a 934.12 m² y cuenta con un sistema full Yet – aire comprimido para sacudir cada manga. El funcionamiento de estos grupos de equipos es stand by, en caso de falla de uno ellos funciona el otro. • Construcción de un nuevo grupo de filtros de Manga para Campanas de Extracción: para capturar el material particulado o fugitivo proveniente de la campana de extracción del horno, se instaló un filtro con 300 mangas de baja temperatura y cuya superficie de captación corresponde a 430.68 m² • Construcción de un nuevo grupo de filtros de Manga para ollas y sala de mezcla: para capturar el material particulado o fugitivo proveniente de las ollas de Refino y Sala de Mezcla, se instaló un filtro con 300 mangas de 	Agosto 2010

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Cambios tecnológicos y de Infraestructura de la fundición.	<p>baja temperatura y cuya superficie de captación corresponde a 430.68 m²</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sala de Mezcla: construcción de ductos de extracción, conectados a los sistemas de filtro de mangas señalados anteriormente. • Instalación de un Sistema de Control de Gases: a través de sistema de pantalla, se puede controlar y visualizar en tiempo real la operación de todo el sistema de control de gases. 	Agosto 2010
2	Cambios de Procesos para reducir emisiones	<ul style="list-style-type: none"> • Se cambio el formato de dos insumos (carbón y hierro), donde se aumento la granulometría del carbón y el fierro en pequeño recortes. • Se optimizaron los tiempos de carguío de materiales dentro del horno, mejorando la eficiencia al 70% de obtención del metal. 	Noviembre de 2010.

Fuente: RAM Ltda.

3.1.5. MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE EMISIONES APLICABLES A ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.

En el caso de las actividades de construcción, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción estipula una serie de medidas para el control de emisiones de material particulado respirable, cuya fiscalización es responsabilidad de la Ilustre Municipalidad de Calama (IMC), según se indica en el siguiente artículo.

“Artículo 5.8.3. *En todo proyecto de construcción, reparación, modificación, alteración, reconstrucción o demolición, el responsable de la ejecución de dichas obras deberá implementar las siguientes medidas:*

1. *Con el objeto de mitigar el impacto de las emisiones de polvo y material:*
 - a) *Regar el terreno en forma oportuna, y suficiente durante un periodo en que se realicen faenas de demolición, relleno y excavaciones.*
 - b) *Disponer de accesos a las faenas que cuenten con pavimentos estables, pudiendo optar por alguna de las alternativas contempladas en el artículo 3.2.6.*
 - c) *Transportar los materiales en camiones con la carga cubierta.*
 - d) *Lavado del lodo de las ruedas de los vehículos que abandonen la faena.*
 - e) *Mantener la obra aseada y sin desperdicios mediante la colocación de recipientes recolectores, convenientemente identificados y ubicados.*
 - f) *Evacuar escombros desde los pisos altos mediante un sistema que contemple las precauciones necesarias para evitar las emanaciones de polvo y ruidos molestos.*
 - g) *La instalación de tela en la fachada de la obra, total o parcialmente, u otros revestimientos, para minimizar la dispersión e impedir la caída de material hacia el exterior.*
 - h) *Hacer uso de procesos húmedos en caso de requerir faenas de molienda y mezcla.*

*El Director de Obras Municipales podrá excepcionalmente eximir del cumplimiento de las medidas contempladas en las letras a), d) y h), cuando exista déficit en la disponibilidad de agua en la zona que se emplace la obra. **No obstante, estas***

medidas serán siempre obligatorias respecto de las obras ubicadas en zonas declaradas latentes o saturadas por polvo o material particulado, en conformidad a la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.”

Con la finalidad de informar a las distintas empresas de construcción sobre su impacto en la calidad del aire, se sostuvo una reunión el día 30 de septiembre con los representantes de la Cámara Chilena de la Construcción de Calama, quienes expresaron que las construcciones dentro de la ciudad de Calama son mínimas, situación contraria sucede fuera de la ciudad de Calama, donde existen varias actividades de construcción a cargo de empresas que prestan servicios a la minería.

Según estos representantes para reducir emisiones de las actividades de construcción, las empresas mineras podrían estipular dentro de las bases técnicas para la licitación de proyectos de construcción, las medidas de mitigación de emisiones de material particulado.

A continuación se presentan las medidas a realizar para este rubro.

Tabla 15. Medidas para las actividades de construcción.

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Gestión con los proyectos de construcción dentro y fuera del radio urbano de la ciudad de Calama	Propender a que en las bases de licitación, contratos y/o subcontratos, las empresas mandantes incorporen las medidas de control de emisiones de material particulado que deben cumplir las empresas contratistas, con sus respectivos medios de verificación. La SEREMI del Medio Ambiente coordinará reuniones con empresas mandantes.	Abril 2011
2	Acuerdo de Producción Limpia	La Secretaría Ejecutiva Regional del Consejo Nacional de Producción Limpia, a través de sus representantes, definirá si realizará un Acuerdo de Producción Limpia con la Cámara Chilena de la Construcción, Delegación El Loa o con la Asociación Gremial de Empresarios de El Loa.	Enero 2011

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE EMISIONES APLICABLES A ACTIVIDADES DE EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS.

Dado la diversidad de empresas en este rubro, se realizará una propuesta de medidas para todo el sector de extracción de áridos.

Las emisiones generadas por las actividades de extracción de áridos, generalmente provienen de acciones mecánicas, por lo tanto su aporte es predominantemente la fracción gruesa del MP10 y no la fina (bajo 2.5 micrones).

Se genera material particulado (MP) durante todas las fases de explotación y procesamiento, por ejemplo: trabajos con pala, escarificado, perforación, tronaduras, transporte, trituración, molienda, tamizado y almacenamiento. Las principales fuentes de emisiones de MP incluyen la trituración-molienda, la perforación, las tronaduras y el transporte.

Con el objetivo de disminuir las emisiones de las actividades de extracción de áridos se deberán cumplir con las siguientes medidas:

Tabla 16. Medidas a implementar por las actividades de extracción de áridos en la Zona Saturada de Calama.

Nº	Fuente Emisora	Descripción de Medida
1	Tronaduras y Perforaciones.	<ul style="list-style-type: none"> a. Humectación previa del suelo a tronar o perforar. b. En el caso de las perforaciones, preferir la utilización de maquinaria con inyección de agua o captación de polvo u otro sistema que controle las emisiones a la atmósfera.
2	Tránsito de vehículos y maquinarias en caminos internos no pavimentados.	<ul style="list-style-type: none"> a. Estabilizar los caminos. b. Humedecer vías (2 veces al día). c. Controlar la velocidad de los vehículos (20 Km/h, dentro de las faenas). d. Implementar sistema de lavado de ruedas de transporte de carga, antes de salir del yacimiento de extracción. e. Lavado de compuertas de descarga de los vehículos de transportes de cargas, antes de salir del yacimiento de extracción. f. Incluir la instalación de carpas o similar sobre los vehículos de transportes cuando se trasladen de un punto a otro.
3	Movimientos de materiales, tierra y/o excavaciones, por correas transportadoras y trasvasijos entre correas y/o de correas a depósitos o acopios	<ul style="list-style-type: none"> a. Humedecer todas las fuentes emisoras, en particular, el material transportado, previo a su descarga. b. Usar permanentemente sistemas de supresión y colección de polvo en puntos de traspaso y chancadores o molienda de graneles (minerales u otros), tales como campanas de polvo, filtros tipo húmedo o seco con ventiladores de extracción y/o aspersores húmedos. c. Encapsular las correas de transporte de materiales y puntos de traspaso de material entre correas, de correas a chutes de descarga y otras transferencias de material. d. Realizar preferentemente aquellas actividades que generen mayor cantidad de emisiones de polvo en horarios en que la dirección del viento sea contraria a los sectores donde habita la población.
4	Manejo de acopios de materiales estériles a granel al aire libre o en canchas de almacenamiento.	Contar con sistemas de mallas cortaviento de una altura superior a la altura de las pilas de almacenamiento.
5	Manejo de graneles en recintos cerrados.	Contar con presión negativa y sistemas de captación para los polvos capturados por el sistema de ventilación

Fuente: Elaboración propia

Todas las medidas propuestas para reducir las emisiones de extracción de áridos fueron validadas por la Seremi de Salud. Posteriormente, se enviaron a la Seremi de Bienes Nacionales, mediante ORD N° 076 de fecha 21 de septiembre de 2010.

La SEREMI de Bienes Nacionales, informó mediante ORD N°SE02 4577/2010, de fecha 28 de diciembre, que las medidas serán incorporadas a partir del mes de enero del 2011, en todos aquellos contratos de arriendo de terrenos fiscales, donde la principal actividad a desarrollar en ellos sea la explotación de áridos y estén dentro de la zona saturada de la ciudad de Calama.

Tabla 17. Compromiso SEREMI Bienes Nacionales.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Actividades de extracción de áridos	La Seremi de Bienes Nacionales incorporará las medidas establecidas en la Tabla 16, en las solicitudes de arriendo de terrenos fiscales para dichas actividades.	Enero 2011

Fuente: elaboración propia

3.2. MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE EMISIONES APLICABLES A FUENTES MÓVILES.

Estas fuentes representan el 0,05 % de las emisiones de MP10 del inventario año 2006, dado su bajo aporte, no se incorporan medidas de control de emisiones para este tipo de fuentes.

A pesar de lo anteriormente señalado, se puede indicar que desde enero del 2010, se dispone en la zona de Calama un combustible de muy bajo contenido de azufre, variable importante a la hora de determinar las emisiones por el uso de estos combustibles. Específicamente para el Petróleo Diesel Grado B, el contenido de azufre disminuye de 350 ppm a 50 ppm.

Cabe señalar, que en el proceso de elaboración de este Plan, la ciudadanía señaló que el transporte urbano presente en Calama tiene una antigüedad superior a los 20 años. La Seremi de Transporte y Telecomunicaciones indicó que la vida útil de los microbuses se fija a través de un decreto. Se realizó un catastro de los microbuses que circulan en Calama, y sólo un 7% tiene 20 años o más de antigüedad, sin embargo, se está ejecutando un Diagnóstico sobre la situación actual del Sistema de Transporte Urbano (Generación de viajes dentro de la ciudad) y en virtud de esta información se podría modificar el decreto nombrado con anterioridad. El Diagnóstico sobre la situación actual del Sistema de Transporte Urbano podría finalizar en unos 3 meses.

Tabla 18. Compromiso SEREMI de Transportes y Telecomunicaciones.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Transporte Urbano	La SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones analizará la factibilidad de modificar el decreto supremo que define la vida útil de los microbuses, en virtud de los resultados del "Diagnóstico sobre la situación actual del Sistema de Transporte Urbano"	Abril 2011.

3.3. MEDIDAS DE CONTROL Y REDUCCIÓN DE EMISIONES APLICABLES A FUENTES DE POLVO RESUSPENDIDO (CALLES SIN PAVIMENTAR, PAVIMENTADAS Y SITIOS ERIAZOS).

Entre las actividades relevantes que generan polvo resuspendido se encuentran las siguientes: tránsito de vehículos por calles pavimentadas y no pavimentadas y la resuspensión de polvo por erosión eólica en sitios eriazos.

3.3.1. CALLES SIN PAVIMENTAR

Respecto a las calles sin pavimentar, se ha establecido una metodología para determinar en que sectores se debería priorizar la pavimentación. A continuación se detalla la metodología aplicada para la elección de calles que deberían ser pavimentadas, y posteriormente, se mencionan los instrumentos disponibles para implementar dicha pavimentación.

a. IDENTIFICACIÓN DE LAS CALLES NO PAVIMENTADAS

Se realizó un catastro de todas las calles no pavimentadas dentro de la ciudad de Calama, conforme a la información obtenida de los servicios públicos (Seremi Minvu, Ilustre Municipalidad de Calama).

Posteriormente, se definió una metodología para priorizar las calles no pavimentadas, ésta se basó principalmente en jerarquizar las calles correspondientes a las zonas con mayor flujo vehicular, utilizando la información de estudio Sistema de Transporte Urbano (STU) de Calama, obtenidos del “Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Calama, SECTRA 2001” ejecutado por Fernandez & De Cea. Lo anterior, permitió priorizar las calles de mayor impacto en la calidad del aire de Calama.

Los resultados obtenidos se indican en el **Anexo II**.

b. INSTRUMENTOS DISPONIBLES PARA LA PAVIMENTACIÓN.

Existen dos mecanismos de financiamiento que permiten la pavimentación de las calles, el primero consiste la postulación al Programa de Pavimentación Participativa y el segundo a Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). La elección del método de financiamiento de la pavimentación dependerá, entre otras variables, del tipo de vía a pavimentar, si es una calle o una vía estructurante.

Las calles que ingresan al programa de pavimentación participativa deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- La calle o pasaje debe carecer de pavimento, cuando postula a uno nuevo, o debe estar altamente deteriorado para postular a repavimentación.
- El programa construye obras nuevas en calles y pasajes que se encuentran en tierra, dando prioridad a los sectores residenciales con menos recursos. Para lograr dichos objetivos, este programa del MINVU necesita la activa participación y aporte de los vecinos y del Municipio.
- Contar con infraestructura pública de agua potable y alcantarillado de aguas servidas, debidamente acreditada. Si no existe, para postular se puede certificar que el alcantarillado no se construirá en al menos 10 años.
- Las calles deben ser de carácter vecinal, es decir vías de categoría locales.
- Tener un ancho de espacio público de entre 6 y 15 m. (excepcionalmente hasta 20 m.) y una longitud a pavimentar de 100 a 1000 m.
- La vía debe ser bien nacional de uso público, salvo si se localiza en un Condominio de Vivienda Social.³

La postulación a este programa debe ser realizada por los vecinos a través de un Comité de Pavimentación, con representación jurídica, pudiendo usarse para estos efectos la de la Junta de Vecinos correspondiente. Se debe reunir un aporte mínimo por parte de los vecinos para postular a dicho programa.

En el caso, de los fondos otorgados por el F.N.D.R. están dirigidos a vías estructurantes o principales de la ciudad, es decir, gran parte de las vías que no pueden ingresar al Programa de Pavimentación Participativa.

³ <http://www.minvu.cl> ; http://www.minvu.cl/opensite_20070308155628.aspx

c. CALLES PRIORIZADAS A PAVIMENTAR

En función de los resultados obtenidos (literal a), se solicitó a la Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo e Ilustre Municipalidad de Calama, lo siguiente:

- Analizar si las calles priorizadas podrían participar en el programa de participación participativa o a través de postulación FNDR.
- Verificar que las calles priorizadas no estuviesen incorporadas en el Programa de Participación Participativa N°20.

Cabe señalar, que además se incorporaron calles que no estaban en el diagnóstico, pero sí en las áreas priorizadas, según información proporcionada por servicios señalados anteriormente. Del análisis anterior, se obtuvo la priorización de las calles que deben pavimentarse, localizadas en los siguientes sectores urbanos de la ciudad de Calama, ordenados de acuerdo a su prioridad:

- Sector Norponiente
- Sector Centro Histórico
- Sector Poniente
- Sector Surponiente

c.1. Norponiente

c.1.1. Calles a pavimentar

A continuación se presentan las calles priorizadas en el sector Norponiente:

Tabla 19. Calles priorizadas a pavimentar ubicadas en el sector Norponiente de Calama.

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta	Aplica Programa Pavimentación Participativa	Cuenta con Ingeniería
1	Calle Italia	Canada	Arturo Prat	SI	NO
2	Psje. Frankfurt	Independencia	Arturo Prat	SI	NO
3	Psje. los Minerales	Hamburgo	Frei Bohn	SI	NO
4	Psje. Petrohue	Rupanco	Rupanco Poniente	SI	NO
5	Av. Circunvalación	Granaderos	Inacaliri	SI	NO
6	Los Vilos	Laguna Legía	Arica	SI	NO
7	Psje. Frei Bohn Oriente	Psje. los Minerales	Psje. Las Rocas	SI	NO
8	Calle Escocia	Italia	Hamburgo	SI	NO
9	Calle Huaytiquina – Mejillones	Avda. Argentina	Colchagua Oriente	SI	NO

Fuente: Elaboración propia.

c.2. Centro Histórico.

c.2.1. Calles a pavimentar

En la Tabla 20, se presentan las calles propuestas a pavimentar para este sector.

Tabla 20. Calles priorizadas a pavimentar sector Centro Histórico de Calama.

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta	Aplica Programa Pavimentación Participativa	Cuenta con Ingeniería
1	Pasaje bandera	Diego Portales	Carlos Cisterna	SI	NO
2	Calle Nueva (poniente finca San Juan)	Hurtado de Mendoza	Antofagasta	NO ¹	NO
3	Tarapacá	Calle nueva	Vivar	SI	NO
4	Félix Hoyos	Balmaceda	Vivar	SI	NO
5	Vivar	Hurtado de Mendoza	Tarapacá	SI	NO

Fuente: Elaboración propia.

¹ Calle incluida en el programa "Urbanización – EX Finca San Juan", fue gestionado por la Ilustre Municipalidad de Calama, financiada con fondos FNDR, y mandatada como unidad técnica al SERVIU, las obras civiles comienzan el 2º trimestre de 2011.

c.3. Poniente

c.3.1. Calles a pavimentar

En la Tabla 21, se presentan las calles propuestas a pavimentar para este sector.

Tabla 21. Calles priorizadas a pavimentar sector Poniente de Calama.

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta	Aplica Programa Pavimentación Participativa	Cuenta con Ingeniería
1	Calafquén	Rupanco	Rupanco Poniente	SI	NO
2	Pedro de Valdivia	Las Vegas	Llantén	SI	NO
3	Calle Tocopilla ¹	Rupanco	Ralún	SI	SI
4	Ralún ¹	Sotomayor	Tocopilla	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

¹ Esta calle posee financiamiento para su ejecución, sólo falta que se concreten las obras civiles por parte del MINVU, de acuerdo a lo informado por profesionales de la Ilustre Municipalidad de Calama.

c.4. Oriente

c.4.1. Calles a pavimentar

En la Tabla 22, se presentan las calles propuestas a pavimentar para este sector.

Tabla 22. Calles priorizadas por pavimentar sector Sur-Poniente

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta	Aplica Programa Pavimentación Participativa	Cuenta con Diseño
1	Bilbao	Malaquías Concha	Limite Oriente	SI ¹	NO

Fuente: Elaboración propia.

¹ Aplica participación participativa, sin embargo está considerada en la compensación de emisiones del proyecto "Mansa Mina" y "Modificaciones Mina Ministro Hales", de la División Ministro Hales, de CODELCO Chile. (Pavimentación de los 8 km. de calles en Calama).

A continuación se presentan los compromisos en relación con a las calles por pavimentar.

Tabla 23. Compromiso Ilustre Municipalidad de Calama, calles por pavimentar.

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Pavimentación de Calles	La Ilustre Municipalidad de Calama, gestionará los recursos para obtener la ingeniería de las calles a las cuales les aplica el Programa de Pavimentación Participativa señaladas en las tablas 19, 20 y 21 y contará con el diseño aprobado por el SERVIU.	Septiembre 2011
		La Ilustre Municipalidad gestionará la postulación para obtener recursos para la pavimentación de las calles a las cuales les aplica el Programa de Pavimentación Participativa a la SEREMI de Vivienda y Urbanismo	Septiembre 2011
		La Ilustre Municipalidad de Calama gestionará con la División Ministro Hales de Codelco Chile, el financiamiento de la ingeniería de detalle de calles de la Villa Ayquina y Exótica. Total 83.885 m ² .	Abril 2011
		La Ilustre Municipalidad de Calama postulará a Pavimentación Participativa o al fondo nacional de desarrollo regional (FNDR), para obtener recursos para la pavimentación de calles de las villas Ayquina y Exótica, que cuentan con ingeniería comprometida por División Ministro Hales de Codelco Chile (83.885 m ²).	Diciembre 2011
		El SEREMI del Medio Ambiente, gestionará con la SEREMI de Planificación y Coordinación y la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, la factibilidad de asignación de recursos para la pavimentación de las calles que postularán al Programa de Pavimentación Participativa y al Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).	Marzo-Diciembre 2011

3.3.2. CALLES PAVIMENTADAS

Respecto a las calles pavimentadas, otra medida para reducir las emisiones de polvo fugitivo es el barrido y aspirado de calles. Para cumplir con esta medida la Ilustre Municipalidad de Calama deberá presentar en el corto plazo el programa de limpieza de calles a ejecutar en la ciudad de Calama.

Dicho programa deberá contener como mínimo: el trazado o recorrido de la máquina, especificando las calles intervenidas, periodicidad del aspirado, punto de inicio y de término de cada trayecto. Para determinar las calles para barrer y aspirar debe considerarse como criterio principal las calles pavimentadas de mayor flujo de vehículos.

Tabla 24. Compromiso Ilustre Municipalidad de Calama, calles pavimentadas.

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Barrido y aspirado de calle	<p>a. La adquisición de barredoras para la limpieza de calles de la ciudad se llevara a efecto mediante una licitación que se realizará entre los meses de enero y febrero, para realizar la compra en el mes de marzo.</p> <p>b. Elaboración y puesta en marcha un programa de limpieza de calles en la ciudad de Calama.</p>	Marzo 2011

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. SITIOS ERIAZOS.

Se realizó un catastro de los sitios eriazos en sector periurbano y dentro de la ciudad de Calama, conforme a la información obtenida de los servicios públicos (Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, Codelco Chile, División Chuquicamata y Ilustre Municipalidad de Calama). Este catastro se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla 25. Sitios eriazos localizados en la ciudad de Calama.

Nº	Sitio	Ubicación del polígono del Sitio Eriazo			
1	Ex-finca San Juan	Balmaceda	Almirante Latorre	Antofagasta	Diego Portales
2	Sitio Eriazo1	Aconcagua	Avda. Grecia	Cobija	Oasis Toconce
3	Sitio Eriazo2	Ernesto Riquelme	Av. Granaderos	Arturo Prat	Canada
4	Sector Sur-Oriente	Camino Aeródromo	Camino San Pedro de Atacama		Circunvalación

Fuente: Elaboración propia.

De los sitios eriazos definidos en la tabla anterior, no será considerado dentro los sitios a priorizar el sector denominado Ex-finca San Juan, debido a que en este sitio se proyecta un programa de urbanización gestionado por la Ilustre Municipalidad de Calama, financiada con fondos FNDR, y mandatada como unidad técnica al SERVIU. Dicho programa iniciará sus obras durante el 2º trimestre del 2011, que corresp onde a 30.638 m² de calzada asfáltica, los 15.433 m² de veredas de hormigón, los 9.300 m de soleras, 4.000 m de redes de servicios, por un monto de M\$ 3.874.491, incluidos gastos administrativos, consultorías, obras civiles y expropiaciones.

Cabe señalar, que la tabla 25, no incorpora los sectores sin construcción ubicados en el borde del límite urbano del sector Norponiente, ya que no cumple con la definición de sitio eriazo, que establece la normativa vigente.

El detalle de los cálculos y metodología para priorizar los sitios eriazos, se indican en el Anexo IV de este Informe. A continuación se presenta los resultados obtenidos.

Tabla 26. Sitios Eriazos priorizados.

Lugar de Priorización de Medida	Sitios Eriazos
1	Sitio Eriazo 1
2	Sector Sur-Oriente

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar, que el sitio eriazo 2 tampoco será considerado, debido a que en este sector se construirá un supermercado, las obras comenzarán en el mes de febrero de 2011, de acuerdo a lo informado por profesionales de la Ilustre Municipalidad de Calama.

Tabla 27. Compromisos de la Ilustre Municipalidad de Calama, respecto a los sitios eriazos.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Sitio Eriazo 1	La Ilustre Municipalidad de Calama deberá solicitar a los propietarios de los sitios eriazos el cierre perimetral.	Primer semestre 2011
2	Sector Sur-Oriente	La Ilustre Municipalidad de Calama analizará la pertenencia de los terrenos de este sitio eriazo y definirá las medidas que se implementarán.	Diciembre 2011

3.4. MEDIDAS APLICABLES A NUEVAS FUENTES EMISORAS QUE SE UBIQUEN DENTRO DE LA ZONA SATURADA.

Se debe analizar la factibilidad de exigir medidas de control de emisiones a las nuevas fuentes emisoras que se sitúen en la ciudad de Calama y sus alrededores, para que en el futuro el Inventario de Emisiones de la Zona Saturada no aumenten en magnitud de emisiones.

En este sentido, la Secretaría Regional Ministerial del Medio ambiente trabajará con la Ilustre Municipalidad de Calama a través de su Ordenanza Ambiental, para exigir medidas a los proyectos que se ejecuten dentro de la Zona Saturada, el cumplimiento de las medidas contempladas dentro del Plan de Gestión de Calama, si les aplica.

Tabla 28. Compromisos de la SEREMI del Medio Ambiente

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Análisis Jurídico	La Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente analizará la factibilidad legal de exigir medidas a los proyectos que se ejecuten dentro de la zona saturada, en la Ordenanza Ambiental de la Ilustre Municipalidad de Calama.	Diciembre 2010

4. PLAN DE ARBORIZACIÓN DE CALAMA.

Una de las medidas a implementar para mitigar las emisiones de material particulado respirable (MP10) provenientes de fuentes de polvo resuspendido, ubicadas al interior y en las zonas periurbana de Calama, es desarrollar un Plan de Arborización, que considere no sólo la plantación de vegetación sino también involucre las actividades de mantención (como la factibilidad de riego, entre otras) y educación de la comunidad, para asegurar la protección de estas especies.

Cabe señalar, que la Corporación Nacional Forestal (CONAF) ejecuta en la ciudad de Calama el “**Programa de Forestación Urbana**” desde el año 1999, cuyo objetivo es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la ciudadanía, por medio del fomento al arbolado urbano, incorporando a todos los actores presentes en la ciudad, sean personas naturales u organizaciones ciudadana, tales como: juntas de vecinos, colegios, entre otras.

Por lo tanto, este Plan generará acciones para complementar dicho Programa, que permitirá transformarlo en un Plan de Arborización, y así apoyar el cumplimiento de los objetivos establecidos por CONAF como también contribuir al mejoramiento de la calidad del aire de Calama.

4.1. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA DE ARBORIZACIÓN URBANA

El Programa en el Oasis de Calama desarrollado por CONAF, tiene una data de más de 10 años en los cuales se han entregado 71.263 especies arbóreas y arbustivas, dentro de las cuales se destacan las especies nativas: Chañar, Algarrobo, Tamarugo y Atriplex que poseen los mayores porcentajes de sobrevivencia, y las especies exóticas: Acacia, Pimiento y Mioporo, entre las principales.

En el año 2009, se pusieron a disposición cerca 10.000 unidades de árboles y arbustos, los que se plantaron entre los meses de septiembre a diciembre (temporada adecuada de plantación). Las entregas de estas especies, se efectuaron en base a la generación de capacidades en los vecinos, en relación al manejo y cuidados básicos de las especies entregadas.

Asimismo, se han suscrito convenios complementarios, entre los que destacan el suscrito con CODELCO y la Ilustre Municipalidad de Calama, el primero permite la producción de plantas, investigación de propagación, viverización y el desarrollo de actividades de educación ambiental relacionadas con el arbolado urbano. El segundo, aborda temáticas de planificación y ordenación de las áreas verdes, así como el manejo y mejoramiento de los espacios arbolados en la ciudad.

CONAF cuenta con una política de fomento del arbolado en la ciudad, la que entrega lineamientos que conllevan a generar un ordenamiento respecto al arbolado, apoyando y generando redes de trabajo para lograr la sustentabilidad de las especies en la ciudad y mejorando la calidad de vida de los vecinos y la del medio ambiente.

4.2. DIAGNÓSTICO DE AREAS VERDES DE CALAMA.

Conforme a la información remitida por CONAF, SEREMI de MINVU e Ilustre Municipalidad de Calama, se identificaron los siguientes sectores a arborizar dentro del sector urbano y periurbano e la ciudad de Calama:

- a. **Áreas verdes urbanas de Calama** (información aportada por la Corporación Nacional Forestal, conforme a diagnóstico realizado el año 2009). Estas superficies abarcan un área aproximada de 72 há⁴, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

⁴ Fueron descartadas las áreas verdes completamente implementadas, las que abarcan 6.74 ha o 13 sitios

Tabla 29. Datos Generales Diagnóstico Áreas Verdes (AV)

Situación	N	Superficie		% respecto AV
		m ²	hectáreas	
AV Implementada con porcentajes de implementación	282	432.258	43,23	59,74
AV No Implementada	110	288.862	28,89	39,92
AV No Definida	6	2.404	0,24	0,33
Totales	398	723.524	72	100

Fuente: CONAF 2009.

- b. **Sectores de Forestación:** Corresponden a dos zonas, la primera ubicada en el sector poniente de Calama, área definida para la implementación de una zona arbórea que funcionará como una barrera vegetal para capturar el material particulado que se genera en ese sector, y la segunda, un área que bordea la Av. Circunvalación del sector nororiente de la ciudad, con la función de servir como una columna que retenga el material particulado de la zona oeste, estas superficies abarcan un área aproximada de 20 há.
- c. **Sitios ubicados en los sectores periurbanos del Norponiente de Calama,** Estas superficies abarcan un área aproximada de 3,6 há, y cubren dos usos de suelos definidos en el Plan Regulador de Calama: ZR-4, definida como una zona restrictiva en la cual sólo se permite ser usada para fines agrícolas, forestales o canchas deportivas y la Zona ZE-4, destinada principalmente a vivienda, equipamiento comunal y vecinal o programas de vivienda social.

4.3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA PRIORIZACIÓN DE ÁREAS VERDES

Respecto a los sectores definidos en el punto a), en el Anexo V, se presenta la metodología para priorizar la arborización en dicha área.

Los resultados son los siguientes:

Tabla 30. Áreas verdes priorizadas según el menor grado de implementación.

Categoría	Grado de Implementación	Superficie (há)	Población (hab)
e1	AV sin vegetación y con infraestructura	0,87	1.784
f1	AV sin implementación	1,77	19.806
d2	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	2,02	16.148
d1	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	1,29	11.156
c2	AV con 2/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	1,21	3.154
c1	AV con 2/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	0,18	2.455
b2	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	0,4	876

Categoría	Grado de Implementación	Superficie (há)	Población (hab)
b1	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	0,18	3.830
a1	AV con vegetación y sin infraestructura	0,2	928
Total	88	8,12	60.137

Fuente: CONAF 2009.

Con el objeto de iniciar una primera etapa de arborización, se tiene contemplado implementar 6 áreas verdes durante el año 2011, con una superficie total de 6.412 m², que corresponden a 3 áreas en el sector norponiente y 3 áreas en el sector nororiente. Se estima utilizar alrededor de 427 especies arbóreas y mantenerlas con aproximadamente 110 m³/mes de recurso hídrico. La cantidad exacta de árboles que se plantarán se definirá una vez que se genere el diseño para cada área verde.

Tabla 31. Áreas verdes priorizadas con respecto a la Estación Servicio Médico Legal, primera etapa.

Grado de Implementación	ID	Superficie (há)
e1	250	0.17
f1	284	0.12
f1	295	0.03

Fuente: CONAF 2009.

Tabla 32. Áreas verdes priorizadas con respecto a la Estación Hospital el Cobre, primera etapa.

Grado de Implementación	ID	Superficie (há)
e1	261	0.12
e1	115	0.10
f1	112	0.11

Fuente: CONAF 2009.

Tabla 33. Compromisos distintos actores en el plan de arborización primera etapa.

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Aprobar las áreas verdes priorizadas seleccionadas	La CONAF, en conjunto con la Ilustre Municipalidad de Calama entregarán su aprobación al respecto de la factibilidad de implementar las áreas verdes priorizadas para el año 2011, de acuerdo a lo constatado en visitas a terreno, en caso de no ser posible, se seleccionarán otras áreas verdes a priorizar.	Febrero de 2011
2	Diseño Áreas Verdes	La Ilustre Municipalidad de Calama elaborará los diseños de las áreas verdes priorizadas para el año 2011.	Marzo a Agosto 2011
3	Especie Arbóreas	La Corporación Nacional Forestal donará 427 especies arbóreas (dato estimado, se definirá la cantidad exacta de árboles una vez que se elabore el diseño de las áreas verdes).	Septiembre 2011

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
4	Plantación de Árboles	La SEREMI del Medio Ambiente gestionará con el Ejército o empresas u otra institución el apoyo para plantar los árboles para la primera etapa.	Agosto de 2011
5	Obtener el recurso hídrico para riego de áreas verdes	CODELCO Chile, División Chuquicamata, se compromete a la recuperación de 35 m ³ /mes de aguas grises tratadas en establecimientos educacionales, con el fin de irrigar la primera etapa de arborización acordada entre la SEREMI del medio Ambiente y la Ilustre Municipalidad de Calama. Codelco impulsará un Convenio de Cooperación con la Municipalidad de Calama, y otras instituciones involucradas que corresponda, para implementar el proyecto en el establecimiento educacional que este organismo identifique, a través de su COMDES	Septiembre de 2011
		La Gobernación Provincial de El Loa aportará 110 m ³ /mes de recurso hídrico.	Septiembre de 2011
6	Mantenimiento de Áreas Verdes	La Ilustre Municipalidad de Calama proveerá un camión aljibe para el retiro de aguas y se hará cargo de mantener todas las áreas verdes priorizadas del año 2011.	Septiembre de 2011
7	Acuerdo para la implementación de las futuras etapas de arborización	Se coordinarán reuniones de trabajo en donde se definirán las responsabilidades de común acuerdo para avanzar en la implementación de otras áreas verdes, como también de los sectores b y c señalados en el punto 4.2. La SEREMI del Medio Ambiente elaborará un documento que asignará responsabilidades para la implementación de las otras etapas de arborización, el cual deberá ser aprobado por todos los actores involucrados (Ilustre Municipalidad de Calama, CONAF, Gobernación Provincial, entre otros).	Mayo 2011

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Compromisos Ilustre Municipalidad de Calama, programa de arborización en escuelas.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Desarrollo de Plantas de Aguas Grises	La Ilustre Municipalidad de Calama incorporará a todas las escuelas con programas de arborización y recuperación de áreas verdes al interior de éstas, con sistemas de regadío artesanales y de propia iniciativa de las unidades educativas.	Diciembre 2011

Fuente: Elaboración Propia

Además, se suma a este Plan de arborización un convenio entre CONAF y Gendarmería para forestar una superficie de 30 há, en el Centro de Estudio y Trabajo CET “Ojo Opache” de Calama, el cual quedará inserta en el “Plan de Forestación Regional”, establecido para los años 2010-2014, los detalles de este convenio se presentan a continuación:

Tabla 35. Compromisos Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Gendarmería.

Medida	Descripción medida	Cronograma
1 A través del Convenio CONAF – Gendarmería, forestar una superficie no inferior a 30 ha	<p>CONAF se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Prestar asesoría técnica para la forestación de una superficie no inferior a 30 hectáreas para el Centro de Estudio y trabajo “Ojo Opache” de la ciudad de Calama. b. Supervisar y asesorar en la producción de plantas en los viveros del Centro de Estudio y trabajo, pudiendo determinar las especies, semillas más apropiadas para tal efecto. c. Asesorar y facilitar las instancias para la venta y comercialización de las plantas producidas en el Centro de Estudio y trabajo, en proyectos de arborización privada o estatal. <p>Gendarmería de Chile proporcionará:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Las plantas, insumos agua necesaria para el proyecto y medios que se requieran para los procesos técnicos. b. Proporcionará las instalaciones y el personal operativo. c. Se compromete a aplicar de manera integra las recomendaciones técnicas que determine el órgano asesor CONAF. 	2010-2014

1	A través del Convenio CONAF – Gendarmería, forestar una superficie no inferior a 30 ha	<p>d. Se compromete a la mantención posterior de estas plantaciones y a cooperar con CONAF en acciones de forestación en el oasis de Calama.</p> <p>e. Se compromete en apoyar actividades de arborización que se ejecuten en conjunto con la comunidad en la Región.</p>	2010-2014
---	--	---	-----------

Fuente: Convenio CONAF - Gendarmería

5. PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN AMBIENTAL.

5.1. PROGRAMA DE INVOLUCRAMIENTO COMUNITARIO, PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

La SEREMI del Medio Ambiente propondrá un programa de educación e involucramiento de la población en las temáticas ambientales, el que contendrá como mínimo los siguientes aspectos:

- Involucramiento ciudadano en las soluciones ambientales: se realizará la difusión para la postulación de proyectos al Fondo de Protección Ambiental.
- Educación Ambiental: se realizarán capacitaciones en las temáticas que aborda el Ministerio del Medio Ambiente y se propiciará que los colegios y/o escuelas de Calama postulen al sistema de certificación ambiental de establecimientos educacionales.

Tabla 36. Compromisos SEREMI del Medio Ambiente.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Programa de involucramiento comunitario, participación ciudadana y educación ambiental.	La SEREMI del Medio Ambiente elaborará un programa que incluya al menos los aspectos indicados anteriormente.	Abril 2011

Fuente: Elaboración propia

5.2. PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL.

La SEREMI del Medio Ambiente desarrollará en conjunto con la Ilustre Municipalidad de Calama un programa de fortalecimiento de la gestión ambiental local, principalmente a través del apoyo en la participación del Sistema de Certificación Ambiental Municipal, SCAM, que es un sistema de carácter voluntario que permite a los municipios instalarse en el territorio como modelo de gestión ambiental, donde la orgánica municipal, la infraestructura, el personal, los procedimientos internos y los servicios que presta el municipio a la comunidad integran el factor ambiental en su quehacer.

En el sistema de certificación ambiental municipal existen tres niveles de certificación: la Certificación Básica; la Certificación Intermedia; y la Certificación de Excelencia. Cada una de las fases tiene distintas exigencias de gestión ambiental, las que se establecen en guías de criterios las cuales son las referencias técnicas para la obtención de los distintos niveles de certificación.

Tabla 37. Compromisos Ilustre Municipalidad de Calama.

Nº	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Certificación Ambiental	La Ilustre Municipalidad de Calama firmará el Convenio de adhesión al Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)	Marzo 2011
		La Ilustre Municipalidad de Calama continuará el proceso de SCAM y obtendrá las certificaciones ambientales correspondientes.	Diciembre 2011

Fuente: Elaboración propia

6. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AL CUMPLIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES.

Un elemento importante dentro del Plan de Gestión es el seguimiento de la implementación de las medidas.

La SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta elaborará un informe anual y lo remitirá, dentro del primer trimestre de cada año calendario siguiente a la fecha de firmado el convenio respectivo, respecto del cumplimiento de las medidas comprometidas, a la Superintendencia del Medio Ambiente u organismo que corresponda. Excepcionalmente, el informe sobre el cumplimiento de las medidas comprometidas para el año 2010, se remitirá al finalizar el mes de junio del año 2011. El Informe anual deberá contener a lo menos:

- Los resultados del monitoreo de Calidad del Aire.
- Informe sobre el cumplimiento de las medidas propuestas en el Plan para las fuentes emisoras.
- Informe sobre el cumplimiento de las medidas propuestas en el Plan para los otros actores involucrados.

Todos los actores involucrados deberán remitir a al SEREMI del Medio Ambiente, un informe anual sobre el cumplimiento de las medidas que según este plan les corresponda cumplir, incorporando los medios de verificación correspondiente como también el cálculo de las emisiones que estarían reduciendo con su implementación. El primer informe deberá ser enviado durante el mes de abril de 2011 y los informes siguientes deberán ser remitidos durante el mes de enero del año calendario siguiente a la fecha de firmado el convenio respectivo.

7. VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE.

Los objetivos del monitoreo de calidad del aire son diversos y varían desde la vigilancia de la contaminación atmosférica con fines de protección de la salud de la población hasta el desarrollo de estudios académicos con diversos fines. Sea cual sea el objetivo perseguido, la ausencia de información confiable sobre contaminación atmosférica influye notoriamente sobre una gestión ambiental eficiente y oportuna.

Actualmente la red de vigilancia de calidad del aire de Calama, cuenta con dos estaciones con representatividad poblacional (EMRP):

- Estación Hospital del Cobre: EMRP (MP10 y SO₂) – Resolución 1477- 03/04/2002.
- Estación Servicio Médico Legal: EMRP (MP10 y SO₂) – Resolución 1569-02/05/2008.

Cabe señalar, que la ubicación de dichas estaciones no obedece a criterios de máximo impacto ni tampoco considera estaciones que permitan verificar las normas secundarias de calidad ambiental

Por lo anterior, este Plan consideró pertinente que se desarrollara un estudio que permitiera dar respuestas a todas estas inquietudes. Dicho estudio fue desarrollado por la empresa EnviroModeling, el cual fue financiado por CODELCO, División Chuquicamata, y consideró las siguientes actividades:

- Análisis detallado de la calidad del aire de la zona de Calama para los contaminantes monitoreado durante 5 años y su meteorología de superficie y altura asociada.
- Auditoría y diagnóstico de la representatividad de la red de Monitoreo actual de calidad de aire para todos los contaminantes primarios y secundarios normados.
- Modelación meteorológica tridimensional en la zona considerando tres años representativos de entre los 5 años de información disponible.
- Analizar trayectorias de masas de aire que llegan y salen de las diferentes zonas de la ciudad de Calama.
- Implementación y aplicación de un modelo de calidad de aire para zonas urbanas que incluyen procesos fotoquímicos y MP2.5 secundario.
- Propuesta para el diseño óptimo de la Red de Monitoreo para la gestión de la calidad del aire en la ciudad de Calama.

La propuesta del diseño óptimo de la red de monitoreo, se muestra en la tabla 38 y figura 1 siguiente:

Tabla 38. Propuesta diseño red de monitoreo de calidad del aire, Calama.

Estación	Parámetros Requeridos	Observaciones
Hospital del Cobre	MP10: Discreto.	DV, VV, T°, Pto. Rocío, Rad, Presión, Pp, w, σ_w , T° a 2 y 10 m.
SML-2	MP10: Continuo y Discreto. MP2.5: Continuo y Discreto. MET: DV, VV y T a 2 y 10 m.	Caracterización química MP10 y MP2.5. – niveles de Plomo y Arsénico
Centro	MP10: Continuo y Discreto. MP2.5: Continuo y Discreto. SO ₂ : Continuo. NO ₂ : Continuo. CO: Continuo. Ozono: Continuo. Met: DV-VV y T° a 2 y 10 m.	Estación tipo Urbana control norma primaria. Caracterización química MP10 y MP2.5 – niveles de Plomo y Arsénico.
SAG	SO ₂ : Continuo. MPS	Recursos Naturales.

Fuente: Elaboración propia

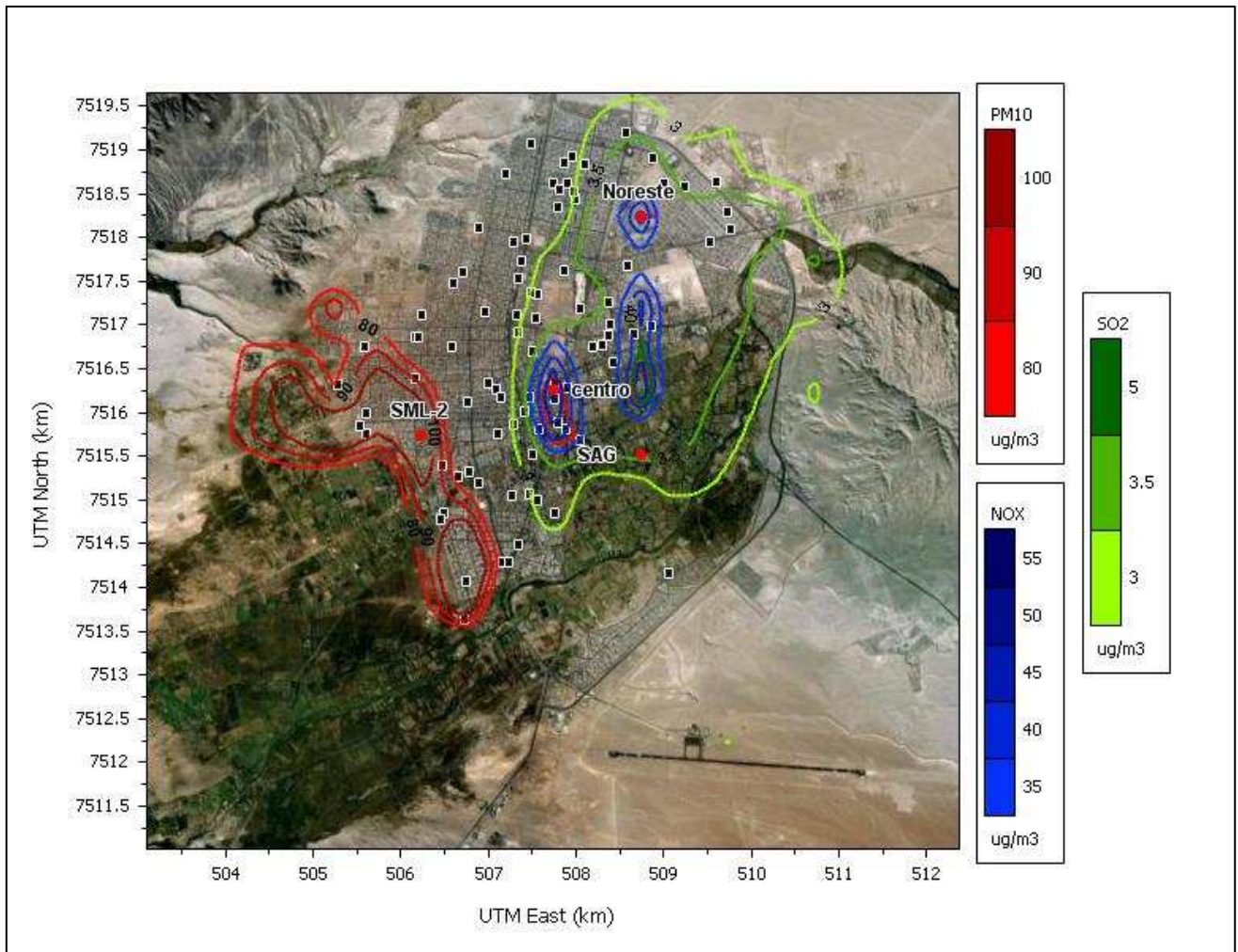


Figura 1. Localización red de monitoreo propuesta.

La implementación del diseño propuesto en la Tabla 38, implica que se deben realizar varias gestiones, entre las cuales se pueden mencionar, la obtención de los terrenos donde se localicen dichas estaciones como también las autorizaciones respectivas. Por lo anterior, y con el objeto de contar con los datos suficientes (mínimo 9 meses) para la evaluación de la normativa de calidad del aire, se han modificado los plazos para su ejecución.

Adicionalmente, durante el año 2011, la actual estación Servicio Médico Legal deberá incluir un monitoreo de MP2.5. El plazo para la instalación y comienzo de monitoreo de este equipo es el primer semestre de 2011, de acuerdo a lo señalado en la Tabla 39. Codelco Chile, División Chuquicamata, continuará entregando los monitoreos de MP2.5 realizados en la estación Hospital El Cobre, los cuales ha entregado a la SEREMI del Medio Ambiente y la SEREMI de Salud, desde el mes de julio de 2010.

Las nuevas estaciones de la red (SAG, Centro, y SML2), deberán monitorear a partir del mes de enero de 2012. Por lo anterior, durante el año 2011 Codelco, División Chuquicamata deberá realizar todas las gestiones correspondientes, mencionadas en la Tabla 39, para la implementación de la red.

Tabla 39. Compromisos de Codelco Chile, División Chuquicamata, SEREMI del Medio Ambiente, SEREMI de Salud, Servicio Agrícola y Ganadero, red de monitoreo de calidad del aire de Calama.

N°	Descripción Actividad	Medida	Cronograma
1	Incluir monitoreo de MP2.5 en Calama	Codelco Chile, División Chuquicamata, instalará un equipo de monitoreo MP2.5 en la red actual estación Servicio Médico Legal y comenzará el monitoreo.	1º Semestre de 2011
2	Implementación Nueva Red de Monitoreo de Calidad del Aire	<p>Codelco Chile División Chuquicamata deberá proponer 3 propuestas de localizaciones para las estaciones SML2, Centro y SAG, a la SEREMI de Salud y Servicio Agrícola y Ganadero, según corresponda.</p> <p>La SEREMI del Medio Ambiente apoyará las gestiones para la obtención de autorizaciones de terreno, en caso que éstos, pertenezcan a colegios o servicios públicos</p> <p>SEREMI de Salud deberá aprobar la localización final para las estaciones SML2 y Centro.</p> <p>Servicio Agrícola y Ganadero deberá aprobar la localización final para la estación SAG.</p> <p>Codelco Chile, División Chuquicamata, deberá realizar las gestiones administrativas con la SEREMI de Salud y el Servicio Agrícola y Ganadero para la obtención de la representatividad poblacional y de recursos naturales, de las estaciones respectivas.</p> <p>Codelco Chile, División Chuquicamata, deberá iniciar el monitoreo en las nuevas localizaciones de las estaciones de calidad del aire.</p>	Diciembre de 2011

Fuente: Elaboración propia

ANEXOS

ANEXO I. FUENTES EMISORAS, INVENTARIO DE EMISIONES 2006, ZONA SATURADA DE CALAMA.

En la Tabla I.1. Se presentan las emisiones de la categoría Industrias Otras, detalladas por subcategoría de fuentes emisoras:

Tabla I.1. Emisiones de la categoría fuentes emisoras Industrias Otras.

Categoría de Fuente Industrias Otras	MP10 (ton/año)
Calderas Industriales y Calefacción	3,09
Grupos Electrógenos	0,22
Manejo de áridos	45,20
Panaderías	0,0012
Plomo	1,75
Calderas Industriales y Calefacción Codelco	22,40
Grupos Electrógenos Codelco	7,93
Total Industrias Otras	80,58

Fuente: Elaboración propia.

- Calderas Industriales y calefacción: las emisiones de MP10 de esta subcategoría proviene de calderas industriales y calefacción ubicadas en la ciudad de Calama, la principal fuente emisora de esta subcategoría es la empresa ENAEX Servicios S.A. con emisión anual de 2.34 (ton/año).
- Grupos Electrógenos: son las emisiones del Grupo Electrónico Mármoles San Marino Chile S.A., ubicada en el camino a Chiuchiu.
- Manejo de Áridos: considera las emisiones de las actividades de extracciones de áridos ubicados en la zona de Calama, la principal fuente emisoras dentro de esta categoría es las emisiones de la empresa Pavimentos Norte S.A. con una emisión anual 7,36 (ton/año).
- Panaderías: emisiones provenientes de la actividad económica de panaderías ubicada en Calama.
- Plomo: considera las emisiones de la empresa RAM Ltda., con un total de 1.75 (ton/año).
- Calderas Industriales, Calefacción y Grupos electrógenos Codelco: son fuentes pertenecientes a la empresa Codelco Chile, División Chuquicamata.

Todas las subcategoría de fuentes emisoras consideras en "Industria Cobre" (Tabla I.2.) pertenecen a la empresa Codelco Chile, División Chuquicamata.

Tabla I.2. Emisiones de la categoría fuentes emisoras Industrias Cobre.

Categoría de Fuente Industrias Cobre	MP10 (ton/año)
Clasificación de Materiales	2.221,0
Chancado	10.295,2
Carga de Camiones	10.097,7
Transferencia de Materiales	573,2
Tronaduras	262,7
Fuentes Fundición	13,7

Categoría de Fuente Industrias Cobre	MP10 (ton/año)
Convertidor Teniente	639,1
Convertidores Peirce Smith	684,6
Horno Limpieza de Escorias	1.930,8
Horno Eléctrico Limpieza de Escorias	90,7
Horno Flash	2.306,8
Secador Concentrado	342,3
Extractor de Humedad de Barros Anódicos	56,6
Preparación de Terreno	12,4
Perforación	11,0
Total Industrias Cobre	29.537,67

Fuente: Elaboración propia.

Las Fuentes Estacionarias restantes corresponden a: Otras Residenciales, Quemadas Agrícolas, Incendios Forestales y Otras Areales, en la Tabla I.3, se presentan las últimas cuatro fuentes emisoras nombradas.

Tabla I.3. Emisiones de otras categoría fuentes emisoras estacionarias.

Categoría de Fuente	MP10 (ton/año)
Otras Residenciales	1,15
Quemadas Agrícolas	3,02
Incendios Forestales	0,92
Otras Areales	2,39

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla I.4. se presentan las fuentes móviles, dentro de las subcategorías de fuentes móviles los vehículos livianos, son éstas las que generan mayores emisiones.

Tabla I.4. Emisiones de la categoría fuentes emisoras Fuentes Móviles.

Categoría de Fuente Fuentes Móviles	MP10 (ton/año)
Buses Rurales e Interurbanos	1.54
Otros Buses	9.4
Camiones	6.36
Vehículos Livianos	16.26
Fuera de Ruta	5.08
Total Fuentes Móviles	1.54

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la fuentes emisoras de Polvo Resuspendido (Tabla I.5.), las subcategorías Polvo resuspendido Faenas mineras, Tranque Talabre, pertenecen a la empresa Codelco Chile, División Chuquicamata y están ubicadas en las faenas productivas de la empresa. Las subcategorías Polvo resuspendido calles sin pavimentar, Polvo resuspendido calles pavimentadas y Polvo Resuspendido Otros, están ubicadas en la ciudad de Calama. Cabe señalar, que la subcategoría Transporte de áridos corresponde al traslado de material desde este tipo de actividades.

Tabla I.5. Emisiones de la categoría polvo resuspendido.

Categoría de Fuente Fuentes Polvo Resuspendido	MP10 (ton/año)
Polvo resuspendido Faenas mineras	25.676,38
Polvo resuspendido calles sin pavimentar	960,75
Polvo resuspendido calles pavimentadas	668,87
Polvo resuspendido otros	242,34
Tranque Talabre	11997,00
Transporte de Áridos	22,89
Total Polvo Resuspendido	39.568,23

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO II. METODOLOGÍA APLICADA PARA LA ELECCIÓN DE CALLES QUE DEBERÍAN SER PAVIMENTADAS.

A continuación se detalla la metodología aplicada para la elección de calles que deberían ser pavimentadas.

a. IDENTIFICACIÓN DE LAS CALLES NO PAVIMENTADAS

Se realizó un catastro de todas las calles no pavimentadas dentro de la ciudad de Calama, conforme a la información obtenida de los servicios públicos (Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo e Ilustre Municipalidad de Calama).

Posteriormente, se definió una metodología para priorizar las calles no pavimentadas, ésta se basó principalmente en jerarquizar las calles correspondientes a las zonas con mayor flujo vehicular, utilizando la información de estudio Sistema de Transporte Urbano (STU) de Calama, obtenidos del “Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Calama, SECTRA 2001” ejecutado por Fernandez & De Cea. Lo anterior, permitió priorizar las calles de mayor impacto en la calidad del aire de Calama.

Los resultados obtenidos indican que las calles que deben pavimentarse, se encuentran localizadas en los siguientes sectores urbanos de la ciudad de Calama, ordenados de acuerdo a su prioridad:

- Sector Norponiente
- Sector Centro Histórico
- Sector Poniente
- Sector Surponiente

a.1. Norponiente

a.1.1. Calles a pavimentar

A continuación se presentan las calles priorizadas en el sector Norponiente:

Tabla II.1. Calles a pavimentar ubicadas en el sector Norponiente de Calama.

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta
1	Calle Italia	Canada	Independencia
2	Calle Italia	Pasaje El Abra	Arturo Prat
3	Pasaje Frankfurt	Independencia	Arturo Prat
5	Pasaje Las Rocas	Hamburgo	Frei Bonn
6	Pasaje Los Minerales	Hamburgo	Frei Bonn
7	Pasaje Frankfurt	Los Yacimientos	Los Pirquineros
8	Pasaje Los Molinos	Hamburgo	Frankfurt
9	Calle Hamburgo	Diego de Almagro	Hurtado de Mendoza
10	Calle Hamburgo	Arturo Prat	Escocia
11	Calle Petrohue	Rupanco	Rahue
12	Pasaje Frutillar	Rupanco	Rahue
13	Escocia	Camilo Henríquez	Patricio Lynch
14	Calle sin nombre (paralela a Av. Circunvalación tramo norte)	Balmaceda	Inacaliri
15	Calle Limón Verde	Punta Rieles	Huaytiquina
16	Calle Pampa Unión	Camaronos	Lascar
17	Calle Talabre	Av. Argentina	Victoria
18	Calle Arica	Victoria	Freirina
19	Calle Los Vilos	Laguna Legia	Arica

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta
20	Calle Curico	Huara	Mejillones
21	Calle Huara	Curico	Alemania

Fuente: Elaboración propia.

a.2. Centro Histórico.

a.2.1. Calles a pavimentar

En la Tabla II.2, se presentan las calles propuestas a pavimentar para este sector.

Tabla II.2. Calles a pavimentar sector Centro Histórico de Calama.

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta
1	Pasaje Banderas	Diego Portales	Av. Carlos Cisternas
2	Pasaje Licancabur	Félix Hoyos	Félix Hoyos
3	Calle Nueva	Hurtado de Mendoza	Antofagasta
4	Calle Tarapacá	Calle Nueva	Bartolomé Vivar
5	Pasaje San Lorenzo	Calle Nueva	Bartolomé Vivar
6	Calle Félix Hoyos	Balmaceda	Bartolomé Vivar

Fuente: Elaboración propia.

a.3. Poniente

a.3.1. Calles a pavimentar

En la Tabla , se presentan las calles propuestas a pavimentar para este sector.

Tabla II.3. Calles a pavimentar sector Poniente de Calama.

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta
1	Calle Santiago Humberstone	Hurtado de Mendoza	Sotomayor
2	Calle Pedro de Valdivia	Justo Arteaga	Llantén

Fuente: Elaboración propia.

a.4. Sur- Poniente

a.4.1. Calles a pavimentar

En la Tabla , se presentan las calles propuestas a pavimentar para este sector.

Tabla II.4. Calles por pavimentar sector Sur-Poniente

Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta
1	Pasaje Gentilar	Carasilla	Camino La Banda
2	Calle Cesáreo Aguirre	18 de Mayo	Cesáreo Aguirre
3	Camino La Banda	Balmaceda	Av. La Paz
4	Pasaje Serena	Punta Arenas	Arauco

Fuente: Elaboración propia.

En función de los resultados obtenidos precedentemente, se solicitó a la Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo e Ilustre Municipalidad de Calama, lo siguiente:

- Analizar si las calles priorizadas podrían participar en el programa de participación participativa o a través de postulación FNDR.
- Verificar que las calles priorizadas no estuviesen incorporadas en el Programa de Participación Participativa N°20.

Cabe señalar, que además se incorporaron calles que no estaban en el diagnóstico, pero sí en las áreas priorizadas, según información proporcionada por servicios señalados anteriormente.

Del análisis anterior, se obtuvo la priorización de las calles que deben pavimentarse, localizadas en los siguientes sectores urbanos de la ciudad de Calama, ordenadas de acuerdo a su prioridad:

Tabla II.5. Calles priorizadas a pavimentar de Calama.

Sector Norponiente				
Nº	Nombre Calle	Desde	Hasta	Aplica Programa Pavimentación Participativa
1	Calle Italia	Canada	Arturo Prat	SI
2	Psje. Frankfurt	Independencia	Arturo Prat	SI
3	Psje los minerales	Hamburgo	Frei Bohn	SI
4	Psje petrohue	Rupanco	Rupanco Poniente	SI
5	Av. circunvalacion	Granaderos	Inacaliri	SI
6	Los vilos	Laguna Legia	Arica	SI
7	Psje Frei Bohn Oriente	Psje los minerales	Psje Las Rocas	SI
8	Calle escocia	Italia	Hamburgo	SI
9	Calle Huaytiquina - Mejillones	Avda. Argentina	Colchagua Oriente	SI
Centro Histórico				
1	Psje bandera	Diego Portales	Carlos Cisterna	SI
2	Calle nueva (poniente finca san juan) ¹	Hurtado de Mendoza	Antofagasta	NO
3	Tarapacá	Calle nueva	Vivar	SI
4	Félix hoyos	Balmaceda	Vivar	SI
5	Vivar	Hurtado de Mendoza	Tarapacá	SI
Sector Poniente				
1	Calafquen	Rupanco	Rupanco Poniente	SI
2	Pedro de Valdivia	Las Vegas	Llanten	SI
3	Calle Tocopilla ²	Rupanco	Ralún	SI
4	Ralún ²	Sotomayor	Tocopilla	SI
sector Sur-Poniente				
1	Bilbao ³	Malaquias Concha	Limite Oriente	SI

Fuente: Elaboración propia.

¹ Calle incluida en el programa “Urbanización – EX Finca San Juan”, fue gestionado por la Ilustre Municipalidad de Calama, financiada con fondos FNDR, y mandatada como unidad técnica al SERVIU, las obras civiles comienzan el 2º trimestre de 2011.

² Esta calle posee financiamiento para su ejecución, sólo falta que se concreten las obras civiles por parte del MINVU.

³ Aplica participación participativa, sin embargo está considerada en la compensación de emisiones del proyecto “Mansa Mina” y “Modificaciones Mina Ministro Hales”, de la División Ministro Hales, de CODELCO Chile. (Pavimentación de los 8 km. de calles en Calama).

ANEXO III. DETALLE DE CALLES A PAVIMENTAR POR CODELCO CHILE, EN LA CIUDAD DE CALAMA.

a) CODELCO CHILE, DIVISIÓN MINISTRO HALES

A continuación se muestra el detalle de calles y pasajes a pavimentar por CODELCO Chile, División Ministro Hales, comprometidas en el marco de la compensación de emisiones del proyecto “Mansa Mina” y “Modificaciones Mina Ministro Hales”:

Tabla III.1. Calles a pavimentar en Villa Aiquina, Calama.

Avenida / Calles / Pasaje	m²
Av. Central Norte	1062
S. del Carmen	845
Conchi Viejo	558
Río Negro	235
Conchi Viejo	558
S. del Carmen	895
Conde Duque	528
Conde Duque/Río Negro	492
Cebollar	512
S. del Carmen	230
Río Negro	850
Río Negro	60
Cebollar	516
Total a Construir	7.341
Total Ingeniería	7.341

Fuente: Codelco Chile, División Ministro Hales

Tabla III.2. Calles a pavimentar en Villa Exótica, Calama.

Avenida / Calles / Pasaje	m²
5 Poniente	111
4 Norte	888
1 Poniente	552
3 Norte	600
5 Norte	1152
3 Poniente	721
3 Poniente	469
2 Poniente	618
1 Poniente	552
6 Norte	618
7 Norte	1624
4 Oriente	1450
4 Oriente	934
5 Oriente	864
3 Norte	751
3 Norte	374
4 Norte	839
Total a Construir	13.117
Total Ingeniería	13.117

Fuente: Codelco Chile, División Ministro Hales

Tabla III.3. Calles a pavimentar en Avenida Bilbao, Calama.

Avenida / Calles / Pasaje	m ²
9 Tramos	8.711
Total a Construir	8.711
Total Ingeniería	8.711

Fuente: Codelco Chile, División Ministro Hales

Tabla III.4. Calles a pavimentar en Villa Turnar Huasi, Calama.

Avenida / Calles / Pasaje	m ²
Roy H. Glover	589
John Bradford	2.506
Charle Brinkeroff	2.951
Total a Construir	6.046
Total Ingeniería	6.046

Fuente: Codelco Chile, División Ministro Hales

Tabla III.5. Calles a pavimentar en Villa Huaytiquina, Calama.

Avenida / Calles / Pasaje	m ²
Punta de Rieles	6.222
Granaderos	1.800
Inacaliri	1.367
Inacahuasi	1.401
Riquelme	1.045
Lascar	484
Limón Verde	827
Carrera	531
El Laco	132
Camarones	700
Portezuelo del Inca	108
Caracoles	532
Salar del Carmen	718
Sierra Gorda	727
Río Negro	430
Circunvalación	2.048
Pampa Unión	1.177
Baquedano	510
Total a Construir	20.759
Total Ingeniería	20.759

Fuente: Codelco Chile, División Ministro Hales

Tabla III.6. Total Calles a pavimentar en Calama.

Resumen Total	m ²
Total Ingeniería	55.974
Total a Construir	55.974

Fuente: Codelco Chile, División Ministro Hales

b) CODELCO CHILE, DIVISIÓN CHUQUICAMATA

A continuación se muestra el detalle de calles y pasajes a pavimentar por CODELCO Chile, División Chuquicamata:

Tabla III.7. Calles estabilizadas durante el año 2009-2010 con Bischofita, en Calama

Calle, pasaje	Desde	Hasta
Yarú	Tocopilla	Cobija
Aconcagua	Yarú	Aldunate
Cobija	Bifurcación	Pedro de Valdivia
General Salvo	Yarú	Fin Límite Rupanco

Fuente: Codelco Chile, División Chuquicamata.

Tabla III.8. Calles a estabilizar el año 2011 con Bischofita, en Calama

Calle, pasaje	Desde	Hasta
Yarú	Cobija	Pje. Vecinal
Calle Tocopilla	Yarú	Ranul
Calle Verdes Campiñas	Tocopilla	Terrazas
Pasaje Vecinal	Yarú	Ranul
Pasaje Verdes Campiñas	Rahue	Fin del Pasaje

Fuente: Codelco Chile, División Chuquicamata.

ANEXO IV. METODOLOGÍA SITIOS ERIAZOS.

Para priorizar los sitios eriazos en la ciudad de Calama, se utilizó metodología implementada en la tesis “EVALUACIÓN TERRITORIAL DE SITIOS ERIAZOS DEFINIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PARQUES URBANOS EN EL GRAN SANTIAGO. Sin embargo, y puesto que los recursos para implementar dichos parques son siempre escasos, se hace necesario priorizar los sectores donde implementar una arborización o estabilización de sitios eriazos, es decir, la necesidad de establecer un orden de prioridad para la implementación de medidas de control de emisiones. Esto, conforme a un enfoque de análisis comparativo, que refleje las condiciones territoriales, meteorológicas y variables que influyan en las emisiones de polvo resuspendido de cada uno de los sitios eriazos y para la determinación de los mejores para arborizar, conlleva el desarrollo de un método de evaluación que permita y facilite el establecimiento de diferencias que justifiquen la asignación de los recursos.

La evaluación para sitios eriazos y los mejores lugares para arborizar busca, por sobre todo, deben centrarse en el análisis de las diferencias territoriales y meteorológicas existentes entre los casos de estudio. Ello se ha hecho a partir de una serie de indicadores mediante los cuales se da cuenta de las posibilidades que el sitio eriazos influyen en la calidad del aire y en caso de las sectores para forestar ofrece para la implementación del parque.

La evaluación territorial, a efectos de establecer la jerarquización de los sitios y lugares a forestar, en lo que debiera ser el orden de prioridad para la implementación de las medidas de control de emisiones en Calama, se realiza en dos etapas. Definición de las variables a utilizar en la metodología y la determinación de los factores de ponderación de cada variable.

Para el caso de los sitios eriazos se determinaron las siguientes variables a utilizar en la metodología:

- Superficie del sitio eriazo.
- Distancia a lugares poblados.
- Dirección de los Vientos.

Metodología utilizada.

Los sitios eriazos a priorizar se presentan en la Tabla IV.1.

Tabla IV.1. Identificación y ubicación de Sitios Eriazos a estabilizar.

Sitio	Ubicación del polígono del Sitio Eriazo			
Sitio Eriazo1	Aconcagua	Avda. Grecia	Cobija	Oasis Toconce
Sitio Eriazo2	Ernesto Riquelme	Av. Granaderos	Arturo Prat	Canada
Sector Sur-Oriente	Camino Aeródromo	Camino San Pedro de Atacama		Circunvalación

Fuente: Elaboración propia.

Para priorizar los sitios eriazos se definieron tres variables a considerar dentro de la metodología (dirección del viento, área y cercanía), estas variables se les asignaron valor según los criterios definidos en la Tabla IV.2) y se multiplicaron por los siguientes factores de ponderación definidos a cada variable según la influencia que poseen estas variables en las emisiones de calidad del aire (valor asignado según criterio del evaluador).

Tabla IV.2. Identificación de las variables utilizadas para priorizar los sitios eriazos.

Indicador	Alternativas/Categorías	Valor	Comentario	Puntaje (Valor x Ponderación)
Dirección de Viento	Vientos escasamente se dirigen a Calama	1	(Entre un 0 a 25 %)	65
	Vientos que se dirigen a Calama	2	(Entre un 25 a 65%)	
	Vientos que predominantemente se dirigen a Calama	3	(Entre un 65 % a un 100%)	
Área	Sitio 1	1	Otorgando mayor valor al sitio de mayor de mayor área	5
	Sitio 2	2		
	Sitio 3	3		
Cercanía	Bajo	1	(de 1000 o metros o mas de lejanía)	30
	Medio	2	(entre 200 a 1000 metros)	
	Alto	3	(entre 0 a 200 metros)	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan los valores de cada sitio eriazo, para cada una de las variables o indicadores definidos en la Tabla IV.3.

Tabla IV.3. Valores utilizados en la metodología de priorización de Sitios Eriazos a estabilizar.

Sitio	Área (m ²)	Cercanía con el Río Loa (mts)	% de Vientos que desde esta ubicación se dirigen a Calama	Cercanía a lugares densamente poblados
Norponiente ¹	30000	4.388	5,85	700
Sitio Eriazo1	161870	977	3.5	0
Sitio Eriazo2	84320	2235	3.5	0
Sector Sur-Oriente	36000	750	37,8	2500

Fuente: Elaboración propia.

¹Los sectores sin construcción ubicados en el borde del límite urbano del sector Norponiente, no cumple con la definición de sitio eriazo, que establece la normativa vigente.

Posteriormente, se presenta el valor y la ponderación asignada a cada variable (Tabla IV.4.).

Tabla IV.4. Identificación y ubicación de Sitios Eriazos a estabilizar.

Indicador	Alternativas/Categorías	Valor	Ponderación	Puntaje (Valor x Ponderación)
Dirección de Viento	Sector Sur-Poniente	2	65	130
	Sitio Eriazo1	1		65
	Sitio Eriazo2	1		65
	Sitios Eriazos Sector Norponiente	1		65
Área	Sitios Eriazos Sector Norponiente	1	5	5
	Sector Sur-Poniente	2		10

Indicador	Alternativas/Categorías	Valor	Ponderación	Puntaje (Valor x Ponderación)
	Sitio Eriazo2	3		15
	Sitio Eriazo1	4		20
Cercanía	Sector Sur-Poniente	1	30	30
	Sitios Eriazos Sector Norponiente	2		60
	Sitio Eriazo2	3		90
	Sitio Eriazo1	3		90

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, los sitios eriazos priorizados en Calama son:

Tabla IV.5. Sitios Eriazos a estabilizar.

Lugar de Priorización de Medida	Sitios Eriazos
1	Sitio Eriazo 1
2	Sitio Eriazo 2 ¹
3	Sector Sur-Oriente

Fuente: Elaboración propia.

¹ De los sitios eriazos definidos en la tabla anterior, no será considerado dentro los sitios a priorizar el sector denominado Eriazo 2, debido a que en este sector se construirá un supermercado, las obras comenzarán en el mes de febrero de 2011, de acuerdo a lo informado por profesionales de la Ilustre Municipalidad de Calama.

ANEXO V. METODOLOGÍA PARA PRIORIZACIÓN DE ÁREAS VERDES A ARBORIZAR.

El Plan de Gestión de Calidad del Aire de Calama incorpora dentro sus medidas, la implementación de un Plan Integral de Arborización, que permitirá mitigar las emisiones de material particulado respirable en dicha ciudad. Adicionalmente, los resultados de este Plan podrán apoyar el cumplimiento de las metas presidenciales de plantar 770.000 árboles en la Región de Antofagasta.

Por lo anterior, este informe tiene como objetivo presentar la metodología que se utilizará para priorizar los sectores a arborizar dentro del sector urbano de la ciudad de Calama, considerando las áreas establecidas para este tipo de usos en el Plan Regulador de la ciudad. En este ámbito se han identificado todos los sectores posibles de arborizar:

1. **Áreas verdes urbanas de Calama** (información aportada por la Corporación Nacional Forestal, conforme a diagnóstico realizado el año 2009). Estas superficies abarcan un área aproximada de 72 há⁵, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla V.1. Datos Generales Diagnóstico Áreas Verdes (AV)

Situación	N	Superficie		% respecto AV
		m ²	hectáreas	
AV Implementada con porcentajes de implementación	282	432.258	43,23	59,74
AV No Implementada	110	288.862	28,89	39,92
AV No Definida	6	2.404	0,24	0,33
Totales	398	723.524	72	100

Fuente: CONAF 2009.

2. **Sectores de Forestación:** Corresponden a dos zonas, la primera ubicada en el sector poniente de Calama, área definida para la implementación de una zona arbórea que funcionará como una barrera vegetal para capturar el material particulado que se genera en ese sector, y la segunda, un área que bordea la Av. Circunvalación del sector nororiente de la ciudad, con la función de servir como una columna que retenga el material particulado de la zona oeste, estas superficies abarcan un área aproximada de 20 há. Cabe señalar, que dichas áreas están siendo abordadas por el Comité Técnico de Forestación Urbana Regional, en el marco del Programa Presidencial Bicentenario de Forestación Urbana, para ser arborizadas en el mediano plazo.
3. **Sitios ubicados en los sectores periurbanos del Norponiente de Calama,** Estas superficies abarcan un área aproximada de 3,6 há, y cubren dos usos de suelos definidos en el Plan Regulador de Calama: ZR-4, definida como una zona restrictiva en la cual sólo se permite ser usada para fines agrícolas, forestales o canchas deportivas y la Zona ZE-4, destinada principalmente a vivienda, equipamiento comunal y vecinal o programas de vivienda social. En el caso del uso de suelo ZR-4, por ser un área destinada para ser arborizada, se realizarán las gestiones con la Municipalidad de Calama y el Comité Técnico de Forestación Urbana Regional, para que estas zonas sean incorporadas dentro del programa prioritario de forestación.

Respecto a los sectores definidos en el punto 1), a continuación se presenta la metodología para priorizar la arborización en dicha área.

⁵ Fueron descartadas las áreas verdes completamente implementadas, las que abarcan 6.74 ha o 13 sitios

Metodología de Priorización de Áreas Verdes Urbanas.

La priorización de áreas verdes urbanas se realizará a través de la utilización de una serie de variables (dirección del viento, población afectada, grado de implementación y superficie) que influyen en las emisiones de material particulado respirable, y que aplicados en serie, permiten definir cuales son los sectores urbanos que se deben arborizar en una primera etapa. En la figura V.1, se puede observar un esquema del procedimiento antes descrito.

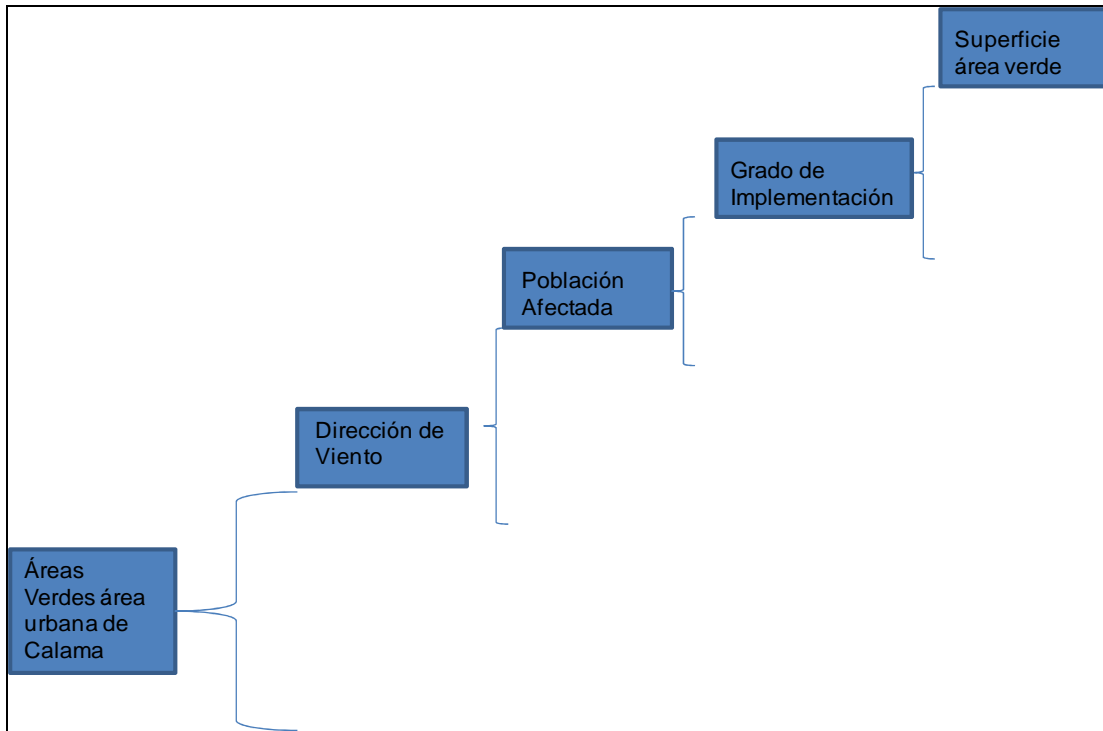


Figura V.1. Diagrama de metodología para priorizar áreas verdes.

La metodología que se presentará a continuación se utilizó en forma separada para la información de dirección de los vientos modelada en la ubicación de las estaciones monitoras de calidad del aire:

- Hospital El Cobre.
- Servicio Médico Legal.

Por lo anteriormente señalado, a continuación se presentará la metodología y resultados de su aplicación para ambas ubicaciones:

a. HOSPITAL EL COBRE

El detalle de la aplicación de esta metodología, se explica a continuación:

- a.1. Para facilitar la aplicación de la variable dirección del viento, se ha dividido el sector urbano de la ciudad de Calama en 4 categorías: Norponiente, Nororiente, Surponiente y Suroriente. Para realizar esta división, se utilizó como ejes imaginarios la intersección de las avenidas “Maipu – Chorrillos (de oeste a este)” y avenida “Balmaceda (de Sur a Norte)”. En la figura V.2, se presentan los resultados obtenidos de esta subdivisión.

Calama Urbana

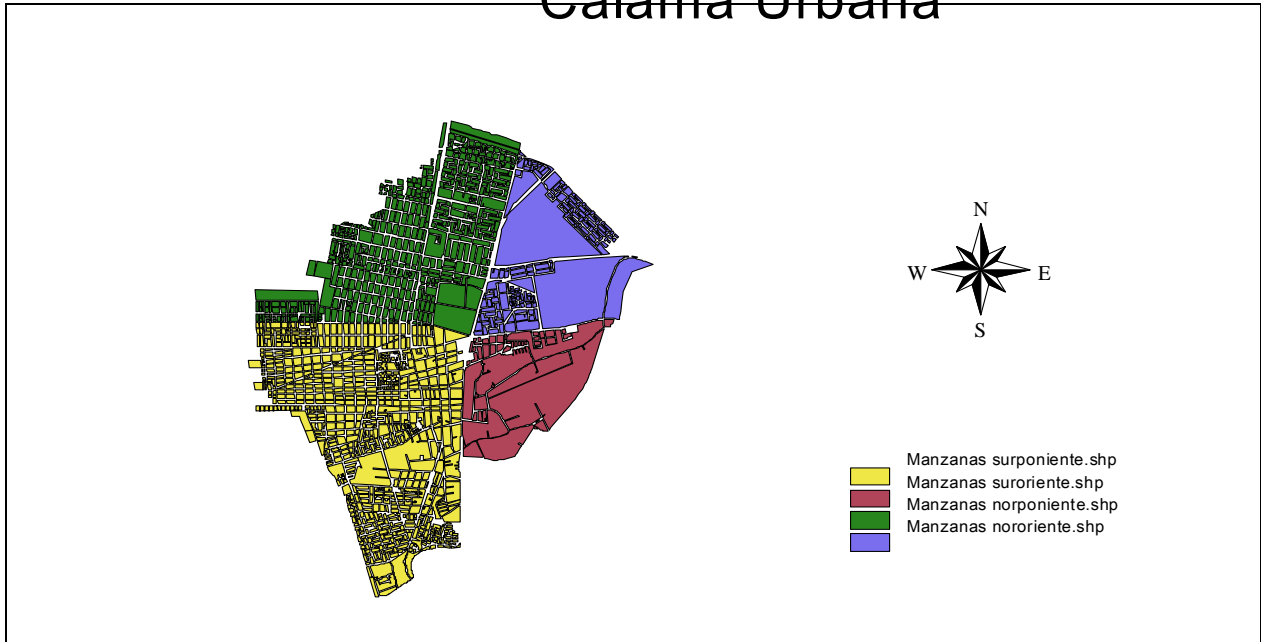


Figura V.2. División en 4 Zona de Calama.

a.2. Aplicación de la variable dirección del viento. Se utiliza la información de los vientos preponderantes en Calama, para la estación Hospital El Cobre⁶, obtenida del estudio “Medición del Background o nivel de fondo del Material Particulado Respirable en la Zona de Calama”.

Cabe señalar, que dicho estudio entrega información sobre la probabilidad de que una masa de aire que llega a dicha estación provenga de diferentes sectores aledaños. Con estos antecedentes, la SEREMI relaciona los sectores aledaños con los sectores definidos en el punto anterior (Norponiente, Nororiente, Surponiente y Suroriente). El resultado de la aplicación se observa en la Tabla V.2.

Tabla V.2. Información general de áreas verdes y vientos preponderantes por cada zona.

Lugar	Viento	% tiempo del viento se dirigen a la zona	Áreas Verdes (hectáreas)	Áreas Verdes (Nº sitios)
1	Nororiente	45,1	8	103
2	Suroriente	37,8	26	41
3	Norponiente	11,7	12	131
4	Surponiente	5,4	26	105
Total		100	72	380

Fuente: Informe “Medición del Background o nivel de fondo del Material Particulado Respirable en la Zona de Calama”, elaborado por la consultora ASESORIAS EN INGENIERIA AMBIENTAL PEDRO ALEX SANHUEZA HERRERA E.I.R.L. y estudio “Diagnóstico de Áreas Verdes en Calama”, elaborado por la Corporación Nacional Forestal.

Conforme a los resultados obtenidos, se aprecia que el sector Nororiente, es la zona donde existe un mayor porcentaje de masas de vientos que se dirigen a la estación Hospital El Cobre, por lo tanto, la arborización debiese comenzar por dicho sector.

a.3. Aplicación de la variable población afectada. Esta variable fue seleccionada debido a que existe una relación directa entre la cantidad de población aledaña al área verde no implementada versus los beneficios obtenidos con su implementación, a mayor número de personas mayores beneficios. Considerando que la zona Nororiente tiene definida 8

⁶ La Metodología de priorización de áreas verdes se ha aplicado sólo con la información de la estación Hospital El Cobre, igual procedimiento se aplicará cuando se disponga la información de la estación Servicio Medico Legal.

há de áreas verdes posibles a implementar, la aplicación de la población afectada se realiza sobre este universo.

La determinación de la población afectada por las posibles emisiones de MP10 en cada área verde no implementada, se realizó según lo siguiente:

- Para cada área verde analizada (manzanas de color verde) se le asigna la población⁷ de las manzanas que la rodean (manzanas de color amarillo) como se aprecia en la figura V.3.

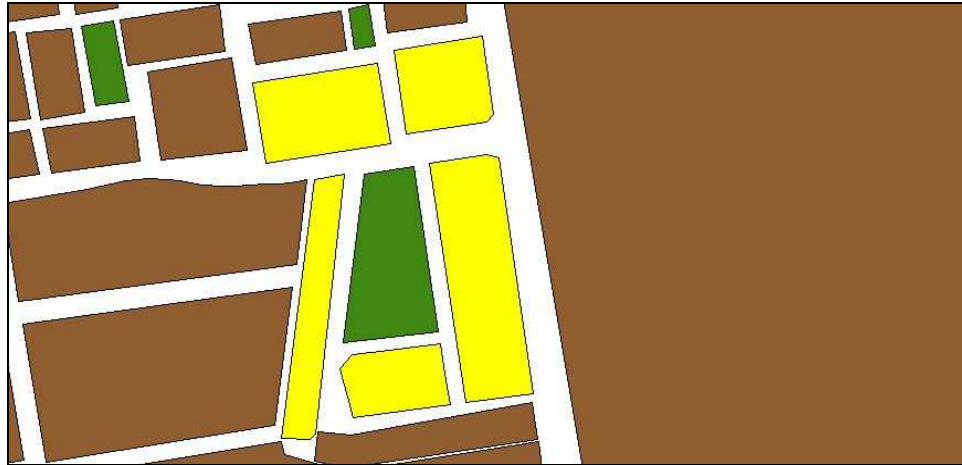


Figura V.3. Determinación de la población afectada para cada área verde.

- Luego de realizado el cálculo de la población afectada para cada área verde, se ordenan por la magnitud de población afectada de mayor a menor. Posteriormente se seleccionan los sitios que en su conjunto comprenden el 80 % de la población. En tabla V.7, se muestra la clasificación realizada.

El resultado de la aplicación de la variable población, se indica en la tabla siguiente:

Tabla V. 3. Filtro de áreas verdes por la variable población afectada

Nº de Sitios	Población Cercana	% Población
31	25.624	80

- a.4. **Aplicación de la variable grado de implementación de áreas verdes de Calama.** Las áreas verdes obtenidas en el punto anterior, se clasifican según el grado de implementación establecido por CONAF en el diagnóstico de áreas verdes, ver tabla V.4:

Tabla V.4. Grados de implementación de áreas verdes.

Grados de Implementación	
a1	AV con vegetación y sin infraestructura
b1	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura
b2	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura
c1	AV con 2/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura
c2	AV con 2/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura
d1	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura
d2	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura
e1	AV sin vegetación y con infraestructura
f1	AV sin implementación

⁷ Información de la población por manzanas fue obtenida del INE, censo 2002.

Adicionalmente, se asocia a cada sitio su superficie, obteniendo los resultados que se muestran en el Tabla V.8 y la Tabla V.5 indica un resumen de éstos.

Tabla V.5. Áreas verdes clasificadas según grado de implementación.

Grado de Implementación	Nº de Sitios	Superficie (há)
f1	7	0,7
e1	2	0,22
d2	3	0,97
d1	13	1,08
c2	1	0,41
c1	2	0,15
b2	1	0,07
b1	2	0,16
Total	31	3,76

- a.5. Conforme a la información obtenida en los numerales precedentes, se debe priorizar los sitios que tengan el menor grado de implementación de área verde, según se indica en la Tabla V.6

Tabla V. 6. Áreas verdes priorizadas según el menor grado de implementación.

Categoría	Grado de Implementación	Superficie (há)	Población (hab)
e1	AV sin vegetación y con infraestructura	0,7	1.509
f1	AV sin implementación	0,22	6.151
d2	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	0,97	2.776
d1	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	1,08	10.875
c2	AV con 2/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	0,41	656
c1	AV con 2/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	0,15	1.465
b2	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	0,07	530
b1	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	0,16	1.662
Total	31	3,76	25.624

Tabla V.7. Listado de Áreas Verdes con su respectiva población aledaña, sector Norponiente.

Nº	Población Cercana (Nº habitantes)	Población Cercana Acumulada (Nº habitantes)
1	1192	1.192
2	1160	2.352
3	1158	3.510
4	1158	4.668
5	1100	5.768
6	1100	6.868
7	1100	7.968
8	1100	9.068
9	1100	10.168
10	1100	11.268
11	1100	12.368
12	1100	13.468
13	1100	14.568
14	1100	15.668
15	1100	16.768
16	1100	17.868
17	1100	18.968
18	774	19.742
19	656	20.398
20	562	20.960
21	559	21.519
22	559	22.078
23	530	22.608
24	484	23.092
25	383	23.475
26	380	23.855
27	365	24.220
28	360	24.580
29	351	24.931
30	349	25.280
31	344	25.624
32	320	25.944
33	309	26.253
34	305	26.558
35	300	26.858
36	293	27.151
37	282	27.433
38	277	27.710
39	252	27.962
40	243	28.205
41	230	28.435
42	219	28.654
43	212	28.866
44	204	29.070
45	200	29.270
46	175	29.445
47	172	29.617
48	164	29781
49	156	29.937
50	153	30.090
51	152	30.242
52	151	30.393

N°	Población Cercana (N° habitantes)	Población Cercana Acumulada (N° habitantes)
53	148	30.541
54	146	30.687
55	139	30.826
56	128	30.954
57	124	31.078
58	97	31.175
59	97	31.272
60	86	31.358
61	85	31.443
62	60	31.503
63	58	31.561
64	58	31.619
65	58	31.677
66	58	31.735
67	58	31.793
68	58	31.851
69	58	31.909
70	0	31.909
71	0	31.909
72	0	31.909
73	0	31.909
74	0	31.909
75	0	31.909
76	0	31.909
77	0	31.909
78	0	31.909
79	0	31.909
80	0	31.909
81	0	31.909
82	0	31.909
83	0	31.909
84	0	31.909
85	0	31.909
86	0	31.909
87	0	31.909
88	0	31.909
89	0	31.909
90	0	31.909
91	0	31.909
92	0	31.909
93	0	31.909
94	0	31.909
95	0	31.909
96	0	31.909
97	0	31.909
98	0	31.909
99	0	31.909
100	0	31.909
101	0	31.909
102	0	31.909
103	0	31.909

Cabe señalar, que las celdas sombreadas indican la suma de la población aledaña de las primeras 31 áreas verdes, previamente ordenadas desde las áreas con mayor población circundante hacia de las de menor, representa más del 80% de la población afectada.

Tabla V.8 Resultados de la clasificación por grado de implementación.

N°	Grado de implementación	ID	Superficie (há)
46	e1	261	0,12
28	e1	115	0,10
44	f1	259	0,30
25	f1	112	0,11
58	f1	273	0,09
4	f1	77	0,06
42	f1	224	0,06
56	f1	271	0,05
57	f1	272	0,04
103	d2	396	0,88
18	d2	91	0,06
39	d2	204	0,04
59	d1	274	0,17
40	d1	210	0,12
26	d1	113	0,09
30	d1	117	0,08
50	d1	265	0,08
51	d1	266	0,08
53	d1	268	0,08
54	d1	269	0,08
49	d1	264	0,08
47	d1	262	0,07
23	d1	110	0,07
24	d1	111	0,06
61	d1	276	0,03
34	c2	188	0,41
32	c1	119	0,08
60	c1	275	0,07
45	b2	260	0,07
52	b1	267	0,08
31	b1	118	0,08

Tabla V.9 Áreas verdes priorizadas, con respecto a la Estación Hospital el Cobre, primera etapa.

Grado de Implementación	ID	Superficie (há)
e1	261	0.12
e1	115	0.10
f1	112	0.11

b. SERVICIO MEDICO LEGAL

El detalle de la aplicación de esta metodología, se explica a continuación:

b.1. Para facilitar la aplicación de la variable dirección del viento, se ha dividido el sector urbano de la ciudad de Calama en 4 categorías: Norponiente, Nororiente, Surponiente y Suroriente. Para realizar esta división, se utilizó como ejes imaginarios la intersección de las avenidas “Maipu – Chorrillos (de oeste a este)” y avenida “Balmaceda (de Sur a Norte)”. En la figura IV. 2, se presentan los resultados obtenidos de esta subdivisión.

b.2. Aplicación de la variable dirección del viento. Se utiliza la información de los vientos preponderantes en Calama, para la estación Servicio Médico Legal⁸, obtenida del estudio “Optimización del Diseño Actual de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en la Zona Saturada de Calama II Región”.

Cabe señalar, que dicho estudio entrega información sobre la probabilidad de que una masa de aire que llega a dicha estación provenga de diferentes sectores aledaños. Con estos antecedentes, la SEREMI relaciona los sectores aledaños con los sectores definidos en el punto anterior (Norponiente, Nororiente, Surponiente y Suroriente). El resultado de la aplicación se observa en la Tabla V.9.

Tabla V.10. Información general de áreas verdes y vientos preponderantes por cada zona.

Lugar	Viento	% tiempo del viento se dirigen a la zona	Áreas Verdes (hectáreas)	Áreas Verdes (Nº sitios)
3	Norponiente	45,8	12	131
1	Nororiente	32,4	8	103
4	Surponiente	11,9	26	105
2	Suroriente	8,5	26	41
Total		100	72	380

Fuente: Informe “Optimización del Diseño Actual de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en la Zona Saturada de Calama II Región”, elaborado por la consultora Enviromodeling Ltda. y estudio “Diagnóstico de Áreas Verdes en Calama”, elaborado por la Corporación Nacional Forestal.

Conforme a los resultados obtenidos, se aprecia que el sector Norponiente, es la zona donde existe un mayor porcentaje de masas de vientos que se dirigen a la estación Servicio Médico Legal, por lo tanto, la arborización debiese comenzar por dicho sector.

b.3. Aplicación de la variable población afectada. Esta variable fue seleccionada debido a que existe una relación directa entre la cantidad de población aledaña al área verde no implementada versus los beneficios obtenidos con su implementación, a mayor número de personas mayores beneficios. Considerando que la zona Nororiente tiene definida 12 há de áreas verdes posibles a implementar, la aplicación de la población afectada se realiza sobre este universo.

La determinación de la población afectada por las posibles emisiones de MP10 en cada área verde no implementada, se realizó según lo siguiente:

- Para cada área verde analizada (manzanas de color verde) se le asigna la población⁹ de las manzanas que la rodean (manzanas de color amarillo) como se aprecia en la figura V.3.
- Luego de realizado el cálculo de la población afectada para cada área verde, se ordenan por la magnitud de población afectada de mayor a menor. Posteriormente se seleccionan

⁸ La Metodología de priorización de áreas verdes se ha aplicado sólo con la información de la estación Servicio Medico Legal.

⁹ Información de la población por manzanas fue obtenida del INE, censo 2002.

los sitios que en su conjunto comprenden el 80 % de la población. En tabla V.13, se muestra la clasificación realizada.

El resultado de la aplicación de la variable población, se indica en la tabla siguiente:

Tabla V.11. Filtro de áreas verdes por la variable población afectada

Nº de Sitios	Población Cercana	% Población
57	34.344	80

- b.4. Aplicación del parámetro grado de implementación de áreas verdes de Calama.** Las áreas verdes obtenidas en el punto anterior, se clasifican según el grado de implementación establecido por CONAF en el diagnóstico de áreas verdes, ver tabla V.4:

Adicionalmente, se asocia a cada sitio su superficie, obteniendo los resultados que se muestran en el Anexo V.14 y la Tabla V.11 indica un resumen de éstos.

Tabla V.12. Áreas verdes clasificadas según grado de implementación.

Grado de Implementación	Nº de Sitios	Superficie (há)
f1	26	1,55
e1	1	0,17
d2	17	1,06
d1	1	0,21
c2	6	0,8
c1	2	0,03
b2	1	0,33
b1	1	0,02
a1	2	0,21
Total	57	4,39

- b.5.** Conforme a la información obtenida en los numerales precedentes, se debe priorizar los sitios que tengan el menor grado de implementación de área verde, según se indica en la Tabla V.12.

Tabla V.13. Áreas verdes priorizadas según el menor grado de implementación.

Categoría	Grado de Implementación	Superficie (há)	Población (hab)
e1	AV sin vegetación y con infraestructura	0,17	275
f1	AV sin implementación	1,55	13.655
d2	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	1,05	13.372
d1	AV con 1/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	0,21	281
c2	AV con 2/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	0,8	2.498
c1	AV con 2/4 de	0,03	990

Categoría	Grado de Implementación	Superficie (há)	Población (hab)
	su superficie con vegetación y con infraestructura		
b2	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y sin infraestructura	0,33	346
b1	AV con 3/4 de su superficie con vegetación y con infraestructura	0,02	2.168
a1	AV con vegetación y sin infraestructura	0,2	928
Total	57	4,39	34.517

Tabla V.14. Listado de Áreas Verdes con su respectiva población aledaña, sector Norponiente.

Nº	Población Cercana (Nº habitantes)	Población Cercana Acumulada (Nº habitantes)
1	2168	2168
2	2168	4336
3	2168	6504
4	2168	8672
5	1583	10255
6	1583	11838
7	985	12823
8	985	13808
9	805	14613
10	805	15418
11	722	16140
12	722	16862
13	629	17491
14	595	18086
15	581	18667
16	581	19248
17	568	19816
18	567	20383
19	563	20946
20	563	21509
21	495	22004
22	495	22499
23	495	22994
24	495	23489
25	495	23984
26	411	24395
27	408	24803
28	407	25210
29	407	25617
30	403	26020
31	397	26417
32	396	26813
33	365	27178
34	357	27535
35	354	27889
36	352	28241
37	346	28587
38	346	28933
39	346	29279
40	339	29618
41	313	29931
42	313	30244
43	308	30552
44	302	30854

PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL AIRE DE CALAMA

N°	Población Cercana (N° habitantes)	Población Cercana Acumulada (N° habitantes)
45	301	31155
46	294	31449
47	290	31739
48	285	32024
49	285	32309
50	285	32594
51	284	32878
52	277	33155
53	277	33432
54	275	33707
55	273	33980
56	271	34251
57	266	34517
58	262	34779
59	262	35041
60	262	35303
61	262	35565
62	258	35823
63	258	36081
64	257	36338
65	254	36592
66	249	36841
67	249	37090
68	246	37336
69	246	37582
70	239	37821
71	231	38052
72	229	38281
73	229	38510
74	223	38733
75	207	38940
76	198	39138
77	198	39336
78	196	39532
79	192	39724
80	190	39914
81	178	40092
82	178	40270
83	178	40448
84	177	40625
85	173	40798
86	173	40971
87	170	41141
88	165	41306
89	159	41465
90	154	41619
91	141	41760
92	139	41899
93	133	42032
94	132	42164
95	126	42290
96	119	42409
97	119	42528
98	114	42642
99	79	42721
100	56	42777
101	14	42791
102	14	42805
103	14	42819
104	14	42833
105	14	42847
106	14	42861
107	14	42875
108	14	42889
109	14	42903
110	14	42917
111	14	42931

N°	Población Cercana (N° habitantes)	Población Cercana Acumulada (N° habitantes)
112	0	42931
113	0	42931
114	0	42931
115	0	42931
116	0	42931
117	0	42931
118	0	42931
119	0	42931
120	0	42931
121	0	42931
122	0	42931
123	0	42931
124	0	42931
125	0	42931
126	0	42931
127	0	42931
128	0	42931
129	0	42931
130	0	42931

Cabe señalar, que las celdas sombreadas indican la suma de la población aledaña de las primeras 57 áreas verdes, previamente ordenadas desde las áreas con mayor población circundante hacia de las de menor, representa más del 80% de la población afectada.

Tabla V.15. Resultados de la clasificación por grado de implementación.

N°	Grado de Implementación	ID	Superficie (há)
1	e1	250	0.17
2	f1	279	0.21
3	f1	197	0.18
4	f1	54	0.17
5	f1	284	0.12
6	f1	59	0.09
7	f1	93	0.06
8	f1	340	0.06
9	f1	72	0.06
10	f1	96	0.05
11	f1	187	0.05
12	f1	70	0.05
13	f1	20	0.05
14	f1	106	0.04
15	f1	35	0.04
16	f1	287	0.04
17	f1	60	0.03
18	f1	129	0.03
19	f1	124	0.03
20	f1	102	0.03
21	f1	295	0.03
22	f1	292	0.03
23	f1	73	0.03
24	f1	101	0.03
25	f1	290	0.02

N°	Grado de Implementación	ID	Superficie (há)
26	f1	38	0.01
27	f1	291	0.01
28	b2	40	0.17
29	b1	198	0.15
30	b1	199	0.14
31	d2	230	0.08
32	d2	200	0.07
33	d2	127	0.05
34	d2	185	0.05
35	d2	223	0.05
36	d2	297	0.04
37	d2	184	0.04
38	d2	27	0.04
39	d2	293	0.03
40	d2	66	0.03
41	d2	296	0.03
42	d2	71	0.03
43	d2	182	0.03
44	d2	183	0.03
45	d1	128	0.22
46	c2	49	0.21
47	c2	95	0.17
48	c2	186	0.15
49	c2	53	0.11
50	c2	283	0.10
51	c2	249	0.06
52	c1	288	0.01
53	c1	289	0.01
54	b2	50	0.33
55	b1	294	0.02
56	a2	56	0.13
57	a2	12	0.09

Tabla V.16. Áreas verdes priorizadas con respecto a la Estación Servicio Médico Legal, primera etapa.

Grado de Implementación	ID	Superficie (há)
e1	250	0.17
f1	284	0.12
f1	295	0.03