

ANEXO 5

PROGRAMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES

1 INTRODUCCIÓN

El presente Programa de Compensación de Emisiones ha sido solicitado en el marco de la evaluación ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo en el SEIA. Su estructura ha sido consensuada con funcionarios del Departamento de Descontaminación Atmosférica de la CONAMA RM.

Previo a la fase de construcción, este programa describe las medidas de manejo que adoptará el Proyecto para compensar las emisiones generadas en la etapa de construcción, indicando en detalle la descripción de la medida, el sector de aplicación y plazo asociado conforme a la carta Gantt del Proyecto (Anexo 2). Además, de las medidas requeridas para los fines de control y supervisión del Programa.

Este programa se adecuará a los programas de construcción generados por cada empresa Contratista.

Los insumos para la elaboración de este informe corresponden al “Estudio de emisiones del PHAM” (Anexo 4) y el “Programa de mejoramiento de caminos” (Anexo 19).

2 ACTIVIDADES GENERADORAS DE EMISIONES

El proyecto involucra la construcción de 4 túneles de conducción; El Volcán, Yeso, Alfalfal, y Las Lajas. Además se contempla la habilitación y la construcción de obras superficiales de carácter permanente y temporal.

El detalle de todas las obras consideradas en la ejecución del proyecto, son indicadas en los Anexos 1 y 11.

La construcción de las obras implicará la utilización de maquinaria pesada y movimiento de tierra. Las principales actividades asociadas a la generación de emisiones de MP10 y gases corresponden a:

- a) Preparación de terreno para caminos.
- b) Perforaciones y tronaduras.
- c) Carguío de camiones.
- d) Circulación de camiones cargados y descargados.
- e) Descarga de camiones.
- f) Carguío de vagones y cinta transportadora de tren de evacuación de material.
- g) Descarga de vagones y cinta transportadora de tren de evacuación.
- h) Funcionamiento de motores de camiones.
- i) Funcionamiento de motores de equipos y maquinaria
- j) Erosión de zonas activas de sitios de acopio de marina.
- k) Construcción de campamentos y otras plataformas de operación.

Estas actividades se concentrarán mayoritariamente en los frentes de trabajo, lugar *in situ* donde se desarrollarán las obras.

Todas las actividades detalladas en el listado producen emisión de MP10, mientras que las actividades h) y i) producen además emisiones de CO, HC y NO_x.

Por otra parte, la construcción del proyecto tiene una serie de áreas de trabajo, donde cada una contemplará el movimiento de distintas cantidades de material, así como tendrán asociados sus respectivos sitios de acopio de marina asociados, estas áreas de trabajo son:

1. Área Volcán
2. Área El Yeso – Lo Encañado
3. Área Aucayes Alto
4. Área Alfalfal
5. Área Aucayes Bajo
6. Área Ventana Las Lajas
7. Área Ventana Las Puertas
8. Área Descarga Río Maipo

De acuerdo a la Carta Gantt del proyecto (ver Anexo 2), el inicio de la construcción de obras comienza una vez aprobada la RCA del proyecto, extendiéndose durante 5. El detalle de cada una de las obras y su extensión en el tiempo es indicado en la siguiente tabla:

Tabla 2.1
Áreas de Trabajo, Actividades y Período de Duración de las Actividades

ÁREA DE TRABAJO	ACTIVIDAD	AÑO DE CONSTRUCCIÓN					
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
El Volcán	Habilitación y operación de campamento		Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Mar
	Habilitación y operación de instalación de faenas	Oct-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Mar
	Operación de SAM N° 1	Oct-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Jul	
	Construcción de caminos de servicios	Oct-Dic	Ene-Mar				
	Mejoramiento de Ruta G -25 (Tramo Lo Valdés -Puente Colina)	Oct-Dic	Ene-Mar				
	Frente Tunel Volcán		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-May	
El Yeso	Frente OCCC Exteriores		Oct-Dic	Ene-Abr / Oct-Dic	Ene-Abr / Oct-Dic	Ene-Abr	
	Habilitación y operación de campamento		Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Jun	
	Habilitación y operación de instalación de faenas	Oct-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Jun	
	Operación de SAM N° 2		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Feb	
	Operación de SAM N° 3			Oct-Dic	Ene-Dic	Ene-May	
	Operación de SAM N° 4		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-May		
	Obras Previas	Oct-Dic	Ene-Mar				
	Mejoramiento Ruta G-455 hasta el embalse El Yeso	Oct-Dic	Ene-Mar				
	Frente Tunel Volcan		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Jun	
	Frente Tunel Alfalfal II .		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-May		
	Frentes Interiores Lo Encañado			Abr-Oct			
	Frente Túnel Suelo Norte			Nov-Dic	Ene-Dic	Ene-May	
Aucayes Alto	Frente Túnel Suelo Sur				Jul-Dic	Ene-Mar	
	Frente OCCC Exteriores		Oct-Dic	Ene-Abr / Oct-Dic	Ene-Abr / Oct-Dic	Ene-Abr	
	Habilitación y operación de campamento		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Jul	
	Habilitación y operación de instalación de faenas		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Jul	
	Operación de SAM N° 5		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Nov		
	Operación de SAM N° 6	Oct-Dic	Ene-Mar				
Alfalfal	Obras Previas	Oct-Dic	Ene-Mar				
	Frente Tunel Alfalfal II		Abr-Dic	Ene-May / Nov-Dic	Ene-Nov		
	Montaje Blindajes y Tapon					Ene-Jul	
	Habilitación y operación de instalación de faenas		Mar-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Mar	
	Operación de SAM N° 7		Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Mar	
	Operación de SAM N° 8		Abr-Dic	Ene-Mar			
	Obras Previas	Abr-Nov	Ene				
	Tunel Acceso Alfalfal II		Mar-Dic	Ene-Mar			
	Caverna y Otros Alfalfal II			Abr-Dic			
	OCCC Caverna Alfalfal II				Ene-Ago		
	Montaje Equipos				Jun-Dic	Ene-Mar	
Aucayes Bajo	Excavación Pique - Chimenea			Abr-Sep			
	Tunel Descarga Alfalfal II				Ene-Jun		
	Area Cámara de Carga		Abe-Dic	Ene-Mar			
	Frente OCCC Exteriores			Oct-Dic	Ene-Dic	Ene-Mar	
	Habilitación y operación de campamento	Jul-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Mar	
	Habilitación y operación de instalación de faenas	Jul-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Mar	
	Operación de SAM N° 9	Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Jun		
	Obras Previas	Jul-Dic					
	Ventana		Ene-Jun				
	Tunel Descarga Alfalfal II		Jul-Dic	Ene-Dic	Ene-Feb		
Ventana Las Lajas	Aducción Las Lajas A Arriba		Jul-Dic	Ene-Dic	Ene-Feb		
	Aducción Las Lajas abajo			Abr-Dic	Ene-May		
	Habilitación y operación de campamento		Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic		
	Habilitación y operación de instalación de faenas		Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic		
	Operación de SAM N° 10		Mar-Sep				
	Operación de SAM N° 13	Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Sep			
	Operación de SAM N° 11	Abr-Dic	Ene-Sep				
	Aducción Las Lajas A Arriba		Oct-Dic	Ene-Sep			
Las Puertas	Chimenes Equilibrio			Ene-Jul			
	Montaje Blindajes			Oct-Dic	Ene-Mar		
	Operación de SAM N° 14	Oct-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Feb	
	Obras Previas	Abr-Sep					
	Tunel Acceso Las Lajas		Ene-Dic				
	Caverna y Otros Las Lajas			Ene-Sep			
	OCCC Caverna Las Lajas			Oct-Dic	Ene-May		
Maipo	Montaje Equipos				Mar-Dic		
	Excavación Pique Presión			Mar-Ago			
	Tunel Descarga Las Lajas			Oct-Dic	Ene-Dic		
	Habilitación y operación de instalación de faenas	Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Ago	
	Operación de SAM N° 12	Abr-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Dic	Ene-Feb	
	Obras Previas	Abr-Dic					
Maipo	Tunel Descarga Las Lajas		Ene-Dic				
	Frente Tunel Alfalfal II			Mar-Dic	Ene-Dic	Ene-Feb	
	Entrega a Río					Mar-Ago	

Los Frentes de trabajo exteriores, contienen a todas las obras superficiales, como bocatomas, canales, sifones, puentes, etc.

El cálculo de emisiones se realiza para cada uno de los frentes trabajo definidos, en función a sus obras y/o actividades asociadas, y que están detalladas en la Tabla 2.1. Se consideran además, las emisiones generadas por las actividades ejecutadas en las instalaciones en las instalaciones de faenas, acotadas principalmente a la circulación de camiones.

3 PROPUESTA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES

De acuerdo a los resultados del estudio de emisiones (Anexo 4), la tasa de emisión de PM10 atribuible a la construcción de PHAM, indica que el máximo de emisiones de MP10 se generará durante el año 2010, y corresponde a 284,6 ton/año, según lo detallado en la Tabla 4-54 del Anexo 4.

Según el Artículo 51 del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la Región Metropolitana, se establece que los proyectos o actividades nuevas, o sus modificaciones no podrán emitir más de 10 ton/año de MP10, y en caso de presentar una emisión mayor a ésta, deberán compensar sus emisiones en un 150%.

De esta forma se observa que en el año de mayor emisión, las actividades del proyecto exceden en casi 275 ton el límite de emisiones permitido por el PPDA. En base esto se hace necesario implementar un Programa de Compensación de Emisiones (PCE), el cual establezca las acciones que se realizarán con el fin compensar el 150% de las emisiones generadas por el proyecto. Como en el peor caso, las emisiones de MP10 del proyecto llegaron a 284,6 ton/año, la compensación de emisiones debe ser del orden de las 426,9 toneladas.

Por lo anterior, a continuación se presenta una propuesta de compensación que pretende asegurar que la emisión final del proyecto permanezca bajo los niveles que fija el PPDA.

Esta propuesta consiste en el mejoramiento de las actuales rutas de acceso al área del proyecto correspondiente a 22 km del tramo de la ruta G-455, entre ruta G -25 y Embalse El Yeso y 21 km del tramo de la ruta G-25 entre Baños Morales y el área de faenas del proyecto. El mejoramiento consiste en la reconstitución de la plataforma (mediante una carpeta de rodadura granular nivelada), más el riego con Cloruro de Magnesio (Bischofita).

Además de la reconstitución de la plataforma, se considera además incorporar señales camineras en tramos específicos.

Actualmente estas rutas son utilizadas por camiones pesados que acceden a los sectores altos de los valles de los ríos Yeso, Volcán y Colorado dada la presencia de empresas mineras en dichos sectores.

El flujo promedio diario de camiones de 2 ejes y más en situación actual de las rutas (línea de base) es de 154 camiones en la ruta G-25 (entre San Gabriel y El Volcán) y 5 camiones en la ruta G-455. Este flujo se determinó conforme a la metodología indicada en el Anexo 14.

El flujo actual de camiones en la zona se traduce en una fuente de emisiones al aire, que actualmente sólo es mitigable en forma natural por la ocurrencia de precipitaciones.

En este sentido, el tratamiento de las rutas G-25 y G-455 que contempla el PHAM constituye una medida tendiente a reducir sustancialmente las emisiones atmosféricas de la línea base, por lo que representa para el PHAM la medida de compensación de emisiones.

A continuación se indica un detalle de las acciones de tratamiento de las rutas que constituyen a la vez las medidas de compensación de emisiones planteadas en el Anexo 19.

Tabla 3.1
Medidas de Compensación de Emisiones

Medidas	Tipo de medida	Descripción	Sector	Plazo
Mejoramiento de camino El Volcán Ruta G-25	Reposición de Carpeta de Rodado Granular	CBR \geq 60 %, en un ancho de 7 m y un espesor de 15 cm.	Desde el km 13,8 al km 20	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Instalación de señales camineras	Se estima un total de 50 señales, y 60 delineadores verticales.	Desde el km 12 al km 23,3	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Instalación de defensas camineras	En sectores en curva, sin visibilidad y con riesgo de caídas de vehículos desde grandes alturas.	Desde el km 12 al km 23,3 (Se estima un total de 200 m)	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Instalación de obra de arte tipo tubo corrugado	Diámetro d=0.80 m	En sector de reposición de carpeta de rodado granular.	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Riego anual de bischofita	Efecto supresor de polvo. Se estima un riego por temporada en toda la extensión del camino, incluyendo el tramo de camino a pavimentar por el MOP.	Desde el km 0 (Puente Yeso) al km 23	Octubre Año 1 a Marzo Año 2 Octubre a Diciembre Año 2, Año 3, Año 4 y Año 5.

Medidas	Tipo de medida	Descripción	Sector	Plazo
Mejoramiento de camino Yeso Ruta G-455	Instalación de señales camineras	Se estima un total de 100 señales y 50 delineadores verticales.	En todo el camino. Desde el km 0 (Puente Yeso) al km 22.	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Instalación de defensas camineras	En sectores en curva, sin visibilidad y con riesgo de caídas de vehículos desde grandes alturas.	Desde el km 10 al km 19. (Se estima un total de 200 m)	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Instalación de obra de arte tipo tubo corrugado	Diámetro d=0.80 m	En el sector km 6, donde existe un punto de carguío de agua para camiones aljibe	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Reposición de Carpeta de Rodado Granular	CBR > 60 % desde Pk 17,8 al Pk 18,3 en un ancho de 7 m y un espesor de 15 cm.	Desde el km 17,8 al km 18,3	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Construcción de badenes	Construcción de dos badenes en piedra natural.	Sector km 18	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Construcción muro mampostería menor	Muro de 1 m de altura para delimitar borde y contener derrames para dar tiempo al despeje manual y/o con maquinaria.	En sectores 40 m en km 3,6, 80 m km 4,2 y 300 m entre el km 17,8 al km 18,8.	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Alargamiento de alcantarillas	Alargar tres alcantarillas cajón Tipo losa de 4 a 7 m.	En cruce de quebradas mayores en estero Aucayes	Octubre Año 1 a Marzo Año 2
	Riego anual de bischofita	Efecto supresor de polvo. Se estima un riego por temporada, en toda la extensión del camino.	Desde el km 0 (intersección con ruta G-25) al km 22	Octubre Año 1 a Marzo Año 2 Octubre a Diciembre Año 2, Año 3, Año 4 y Año 5.

Complementariamente a las medidas de compensación propuestas que asegurarán mantener la emisión final del proyecto bajo los niveles que fija el PPDA, el Titular del proyecto ha considerado adicionalmente las siguientes medidas de abatimiento de material particulado, conforme lo indicado en la sección 6.4.1.1 del EIA.

Tabla 3.2
Medidas de Mitigación de Emisiones

Medidas	Descripción	Sector
Transporte de material tapado con lonas	Los camiones con material que se desplacen fuera de los frentes de trabajo deberán ser cubiertos con lonas para evitar el desprendimiento de material	Caminos de servicio y Rutas G-25, G-455 y G-345
Humectación de superficies	Se humedecerán las superficies interiores de la obra	Al interior de los campamentos y frentes de trabajo
Mantenimiento de los acopios de escombros y/o materiales tapados con lonas	Mantenimiento de los acopios de escombros y/o materiales tapados con lonas de material plástico o textil, o en contenedores cerrados	Al interior de los campamentos y frentes de trabajo
Mantenimiento de caminos y accesos de obra libres de escombros	Se mantendrán aseadas (libres de escombros, barro, tierra y materiales de construcción) los caminos de servicio y accesos a la obra;	Caminos de servicio y Rutas G-25, G-455 y G-345
Apagado de motor	Se dará instrucción a los contratistas para que los camiones estacionados por un tiempo prolongado en la obra mantengan apagados sus motores.	Al interior de los campamentos y frentes de trabajo
Prohibición de quema de residuos y materiales combustibles	Se prohibirá la quema de residuos y materiales combustibles (madera, excesos de material vegetal, papeles, hojas o desperdicios y cualquier otro desecho que se origine en la etapa de construcción) a cielo abierto durante la ejecución de las obras. Se deberán calentar los alimentos con artefactos a gas o eléctricos.	Al interior de los campamentos y frentes de trabajo

4 ESTIMACIÓN DE EMISIONES

4.1 ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO

Las condiciones actuales de los tramos de caminos a mejorar, sumado al tránsito de vehículos pesados que acceden a faenas mineras, representan la principal fuente de emisiones de material particulado en la zona. En este sentido, la implementación de esta medida, tendrá un efecto inmediato sobre la emisión total generada por esta fuente de emisión.

Para estimar en forma conservadora, las emisiones que se reducirán con la propuesta de compensación, se consideró sólo la reducción de emisiones producto del mejoramiento de la rutas. Para lo anterior, se contrastaron las emisiones actuales con las proyectadas con este mejoramiento. Para este fin se asumieron las siguientes consideraciones generales:

- Se consideró un flujo vehicular de acuerdo a la medición realizada el 15 de Noviembre de 2007. Esta medición contempló el conteo de vehículos livianos, camiones de 2 ejes, camiones de más de 2 ejes y buses. Este conteo abarcó 3 puntos de medición, uno ubicado en la ruta G-455, otro ubicado en la ruta G-25 antes de la bifurcación hacia Baños Morales, y el tercer punto estuvo ubicado en la ruta G-25, en la bifurcación con el camino hacia Baños Morales. Se consideró como representativo el conteo realizado en los puntos 1 y 3.

- Por otra parte, y según se pudo constatar con las inspecciones de terreno, se sabe que existe en la actualidad, riego de caminos mediante camión aljibe perteneciente a otra empresa, al menos dos veces al día, lo que reduciría, según estimaciones, las actuales emisiones en aproximadamente un 50% respecto al total (Terreno para Evaluación de Impacto Vial de 23 de Noviembre de 2006).
- Además, tal como se contempló para el cálculo de las emisiones del proyecto, se consideran los 34 días que en promedio se registran precipitaciones en la zona, en base a los registros de la estación meteorológica de la central Queltehues.

Finalmente, en la propuesta de compensación de emisiones, se considera la aplicación de Bischofita¹ como supresor de polvo (ver detalle en Anexo 19), la que posee una eficiencia de un 85% (ver Anexo 4, Apéndices 1, 2 y 3).

Respecto de la eficiencia del 85% de la bischofita se puede indicar que el estudio “Metodología de Aplicación del Cloruro de Magnesio como supresor de polvo en caminos no pavimentados” de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Católica (DICTUC, 2004) ha arrojado resultados de disminución de emisiones de PM10 por aplicación del Cloruro de Magnesio entre un 83 y 96% (ver Anexo 4).

Por otra parte, próximo a la zona del PHAM, una de las experiencias de aplicación anual de bischofita que avala un 90% de disminución de emisiones de polvo desde los caminos tratados, es el realizado por la Minera La Perla desde el año 2003 en el sector del río Colorado, cuyos informes de resultados han sido presentados a CONAMA RM.

Por último, el estudio “Análisis Comparativo de la Eficiencia de Supresores de Polvo mediante el uso del equipo Dustmate y el Efecto Económico para la Conservación rutinaria y periódica de Carpetas Granulares” realizado por la Dirección de Vialidad VII Región (2006), indicó para el cloruro de magnesio el más alto porcentaje de abatimiento de emisiones (96%), al comparar el rendimiento de 3 sales supresoras de polvo (ver Apéndice 1 del Anexo 4).

A continuación se realiza el cálculo de emisiones para cada uno de los tramos considerados en la reducción de emisiones. El detalle de la metodología utilizada, los factores de emisión y las fórmulas de factores de emisión Utilizadas para MP10, CO, HC, y NO_x son presentadas en el Anexo 4.

Para obtener las emisiones actuales se consideró el nivel flujo vehicular que transita en esta vía, el cual fue obtenido con la medición realizada el 15 de Noviembre de 2007, estos flujos se detallan a continuación.

¹ Thenoux, G. y S. Vera, 2003. Guía para la aplicación de Roadmag como supresor de polvo en caminos no pavimentados. ROADMAG. Centro de Ingeniería e Investigación Vial. Dirección de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Católica.

Tabla 4.1.1
Conteo Flujo de Ida y Vuelta en Ruta G-455²

Ruta	Distancia	Nº Vehículos por Tipo			
		Vehículos Livianos	Camiones de 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Buses y Taxibuses
G-455	22	34	3	8	0
G-25	21	73	43	277	1

Fuente: Medición de Tránsito Arbitrans, 15 noviembre de 2007-12-31

A continuación en la Tabla 4.1.2 se detalla el peso medio considerado para cada uno de los tipos de vehículos, y el Factor de Emisión asociado a cada tipo de vehículo. El factor de emisión considerado corresponde al Factor para tránsito por caminos no pavimentados, definido en el Anexo 4. Al igual que en la estimación de las emisiones asociadas al proyecto, se consideró un contenido de finos en los caminos de un 10%.

Tabla 4.1.2
Peso Medio Considerado para cada Tipo de Vehículos y el Factor de Emisión Asociado

Ruta	Peso medio por tipo de vehículo (ton)				Factor de Emisión por tipo de vehículo (kg/veh-km)			
	Vehículos Livianos	Camiones de 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Buses y Taxibuses	Vehículos Livianos	Camiones de 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Buses y Taxibuses
G-455	2	45	45	30	0,3300	1,3395	1,3395	1,1161
G-25	2	45	45	30	0,3300	1,3395	1,3395	1,1161

Por su parte, en la Tabla 4.1.3 se detalla la distancia totales a recorrer por vehículo y la emisión asociada a esa circulación. Es importante señalar que en la estimación de emisiones se consideró la eficiencia de 50% considerada para el riego, y además en el cálculo de la emisión anual se consideraron 331 días del año, a fin de descontar los 34 días al año que en promedio se registran precipitaciones, y por ende no se producen emisiones.

Tabla 4.1.3
Distancia Total Recorrida por los Vehículos, y la Emisión Diaria y Anual Asociada

Ruta	Distancia total recorrida por tipo de vehículo				Emisión generada por tipo de Vehículo (kg/día)				Emisión Total Generada al año (Ton/año)
	Vehículos Livianos	Camiones de 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Buses y Taxibuses	Vehículos Livianos	Camiones de 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Buses y Taxibuses	
G-455	748	66	176	0	123	44	118	0	94
G-25	1.533	903	5.817	21	253	605	3.896	12	1.577
TOTAL									1.672

De esta forma se aprecia que con los flujos de vehículos que se presentan actualmente en los tramos considerados de las rutas G-455 y G-25 se genera una emisión de 1.672 toneladas de MP10 al año.

² Conteo de flujo realizado el día jueves 23/11/06 en el la intersección Ruta G-455 y G-12. Punto 13 del informe de Línea de Base.

4.2 ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN SITUACIÓN FUTURA CON MEJORAMIENTO DE CAMINOS

Con el mejoramiento de las rutas G-455 y G-25, esto es, mediante la reconstitución de la plataforma por medio de una carpeta de rodadura granular nivelada, más el riego con Cloruro de Magnesio (Bischofita), se estima una eficiencia de un 85% en la reducción de emisiones de polvo.

De esta forma en la Tabla 4.2.1 se detalla la nueva emisión asociada al flujo vehicular que circula por las rutas G-455 y G-25. Se debe indicar que en la estimación se consideraron los mismos parámetros definidos en la Tabla 4.1.1 y Tabla 4.1.2.

Tabla 4.2.1
Emisiones de Vehículos Considerando la Aplicación de Bischofita

Ruta	Distancia total recorrida por tipo de vehículo				Emisión generada por tipo de Vehículo (kg/día)				Emisión Total Generada al año (Ton/año)
	Vehículos Livianos	Camiones de 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Buses y Taxibuses	Vehículos Livianos	Camiones de 2 ejes	Camiones + de 2 ejes	Buses y Taxibuses	
G-455	748	66	176	0	37	13	35	0	28
G-25	1533	903	5817	21	76	181	1169	4	473
TOTAL									502

Al comparar los resultados presentados en las Tablas 4.1.3 y 4.2.1 se aprecia que la aplicación de bischofita en las rutas permitió reducir las emisiones de MP10 desde 1.672 ton/año, a 502 ton/año, lo cual implica una reducción de 1.170 ton/año en las emisiones de MP10, lo cual supera ampliamente las 426,9 toneladas que deben compensarse producto de las emisiones generadas por el proyecto.

5 SEGUIMIENTO

A continuación se indican las medidas que incorporadas en el seguimiento de las medidas de compensación de emisiones.

Tabla 5.1
Seguimiento de medidas de compensación de emisiones

Medida	Seguimiento	Frecuencia
Reposición Carpeta de Rodado Granular	Verificación visual en los tramos de mejoramiento de caminos, siguiendo el Protocolo de Medición de polvo diseñado por el DICTUC de la Pontificia Universidad Católica de Chile que permitirá mediante el equipo DustMate cuantificar de manera objetiva las emisiones de polvo, y consecuentemente, el desempeño de los tratamientos supresores de polvo (TSP).	Marzo – Abril de cada año
Riego anual de bischofita		Agosto – Septiembre de cada año
Instalación de señales camineras	Verificación visual de la existencia y estado de las señales camineras instaladas en los tramos de caminos objeto de mejoramiento.	Abril – Mayo de cada año

Medida	Seguimiento	Frecuencia
Instalación de defensas camineras	Verificación visual del estado de las defensas camineras instaladas en sectores en curva, sin visibilidad y con riesgo de caídas de vehículos desde grandes alturas.	Abril – Mayo de cada año
Instalación de obra de arte tipo tubo corrugado	Verificación visual del estado de la obra en los sectores de reposición de carpeta de rodado granular en la Ruta G-25 y Km 6 de la ruta G-455.	Abril – Mayo de cada año
Construcción de badenes	Verificación visual del estado de los badenes en el Km 18 de la Ruta G-455	Abril – Mayo de cada año
Construcción muro mampostería menor	Verificación visual del estado del muro en el km 3,6 – 4,2 y 17,8 a 18,8 de la Ruta G-455.	Abril – Mayo de cada año
Alargamiento de alcantarillas	Verificación visual del estado de las alcantarillas de la Ruta G-455	Abril – Mayo de cada año

A partir del seguimiento espacial y temporal de las medidas descritas en la Tabla anterior, se formulará y presentará un informe a la Autoridad Ambiental que de cuenta del avance en la implementación de dichas medidas. La presentación de este informe a la Autoridad tendrá una frecuencia semestral.

6 CONCLUSIONES

Durante la etapa de construcción de las obras del PHAM, la tasa de emisión de CO, HC, NO_x permanecerá dentro del límite establecido por el DS N° 58 PPDA (Plan de Descontaminación, Prevención y Descontaminación para la Región Metropolitana).

Respecto de las emisiones de MP10, de acuerdo a los resultados del presente estudio, la tasa de emisión del proyecto excederá en el peor caso los límites establecidos por el PPDA, en casi 275 ton/año (considerando un máximo de 284,6 ton/año estimado para el proyecto). Por lo anterior, el proyecto presenta como propuesta de compensación, el mejoramiento de un tramo de la Ruta G-455 (entre ruta G -25 y Embalse El Yeso) y de la Ruta G-25 (entre Baños Morales y el área de faenas) cuyo detalle se indica en el Anexo 19.

Las emisiones de MP10 actuales, correspondiente a los dos tramos señalados anteriormente y considerando las obras de mejoramiento, se reducirán en 1.170 ton/año. Dicha cantidad conlleva a compensar en su totalidad el 150% de las emisiones del proyecto (426,9 ton/año) y permite dar cumplimiento al artículo N°51 que establece el PPDA de la Región Metropolitana.

Se espera validar ante las autoridades correspondientes, esta propuesta de compensación la cual ha sido estimada siguiendo los procedimientos de cálculo y criterios recomendados por CONAMA.