

INFORME TÉCNICO

PLAN DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES

Definición del Mecanismo y Cálculo de la Compensación

Proyecto: Parque Solar Fotovoltaico Drux II

Cliente: Belen Solar SpA

Preparado Por

Mewlen SpA

Septiembre de 2021



Tabla de Contenidos

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	Identificación del Titular.....	4
3	Descripción del Proyecto	4
3.1	Acerca de la Actividad	4
3.2	Localización	4
4	Emisiones del Proyecto	5
5	Metodología y Estimación del Mecanismo Compensatorio	7
5.1	Metodología	7
5.2	Estimación de los niveles de actividad compensatorios	9
6	Sobre las Disposiciones del PDA y Los Planes de Compensación.....	13



MEWLEN

ASESORÍA EN CALIDAD DEL AIRE

1 INTRODUCCIÓN

El proceso de evaluación del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Drux II" ha determinado la necesidad de desarrollar un Plan de Compensación de Emisiones (En adelante PCE), el cual requiere necesariamente el diseño de una alternativa óptimo desde el punto de vista logístico-operacional que atienda integralmente las disposiciones técnicas indicadas en el instrumento de gestión correspondiente al Plan de Descontaminación Atmosférica de Curicó.

La medida de compensación consistente en la aplicación de una solución estabilizadora en caminos no pavimentados se establece como una solución adecuada dada la capacidad que posee esta tipología de productos en el control de emisiones fugitivas correspondiente a la re-suspensión de partículas, con una eficiencia superior al 90% considerando además que las obligaciones que recaen sobre la compensación son relativas a la fase de construcción del proyecto cuyo desarrollo se prevé para un periodo inferior a 1 año.

El presente informe técnico, presenta la definición del mecanismo compensatorio y el cálculo de la medida ajustado a las referencias metodológicas que existen en las pautas de trabajo según estado del arte.

2 IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR

TITULAR : Nain Solar SpA

RUT : 77.048.083-3

Domicilio : Av. Vitacura #2909, Of. 418, Las Condes.

Rep. Legal : Daniel Eleazar Reyes Figueroa

Cédula de Identidad : 14.293.491-4

Domicilio : Avenida Vitacura 2909. Oficina 418

E-Mail : daniel@3mw.cl

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Acerca de la Actividad

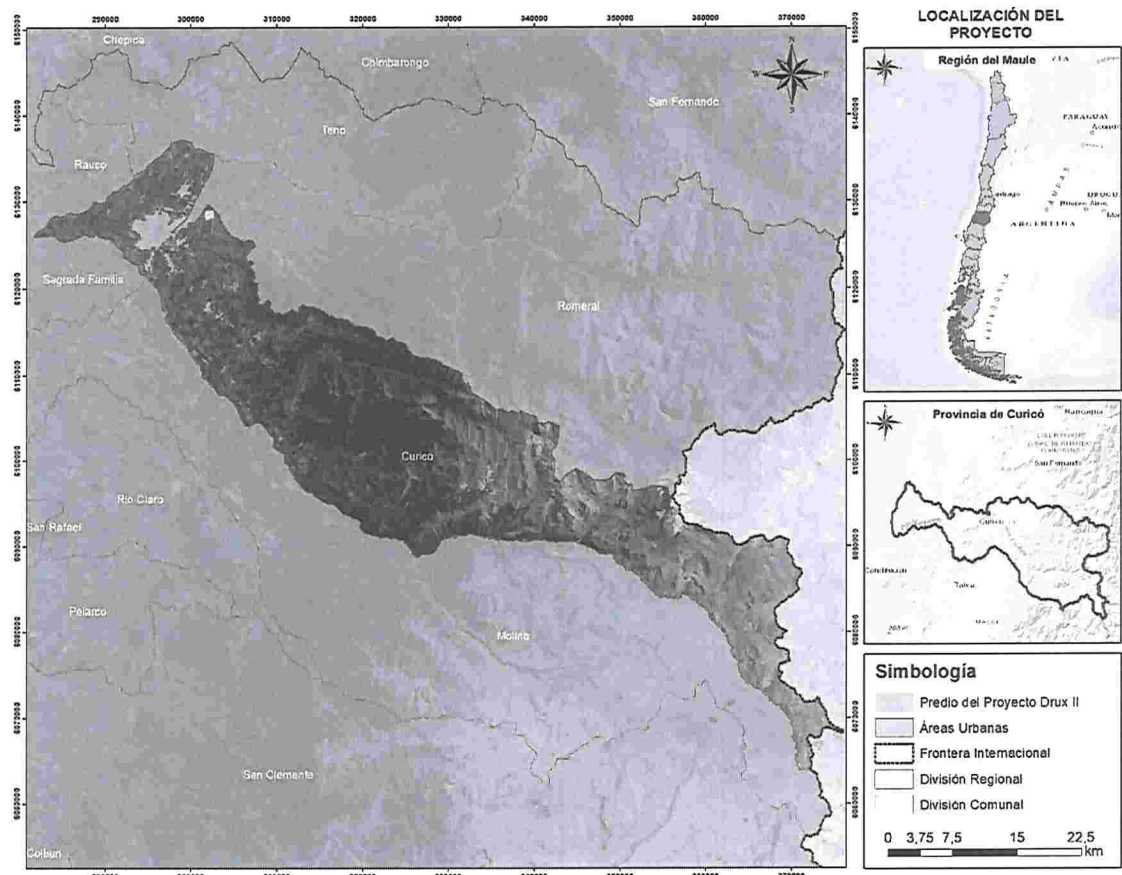
El Proyecto consiste en la construcción y operación de una planta de generación eléctrica, compuesta por 29.910 paneles solares. Los módulos irán conectados a 59 inversores, lo que serán distribuidos y conectados de forma equitativa en tres estaciones transformadoras de 0,8/13,2kV, totalizando una potencia nominal de 9MW.

3.2 Localización

El Proyecto se localizará en Chile, Región del Maule, Provincia de Curicó, y Comuna homónima. La figura siguiente presenta la localización de las obras e instalaciones del proyecto.



Figura 1. Ubicación del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico DRUX II



Fuente: Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Parque Fotovoltaico DRUX II

4 EMISIONES DEL PROYECTO

A continuación, se presenta un resumen de las emisiones del proyecto estimadas en base a factores de Emisión con metodología EPA AP42 compiladas en la "Guía para la Estimación de Emisiones de Proyectos Inmobiliarios para la RM, 2019. MMA "cuyos cálculos fueron ampliamente desarrollados en el proceso de evaluación ambiental del proyecto, y sancionados en su Resolución de Calificación Ambiental R.E N°166/2020 del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Cabe indicar que se presentan exclusivamente las emisiones correspondientes a la fase de construcción y cierre, para la cual se ha determinado la obligación de compensar.



Figura 2. Resumen de Emisiones Fase de Construcción del Proyecto Parque Fotovoltaico DRUX II

CONSTRUCCIÓN	MP	Unidad
Perforaciones	0,1977	ton/año
Escarpe Superficial	0,1526	ton/año
Nivelación	0,0335	ton/año
Compactación	0,1746	ton/año
Excavación	0,1523	ton/año
Carga/Descarga	0,0032	ton/año
Motor maquinaria	0,0345	ton/año
Transito camino pavimentado	0,6191	ton/año
Motor Camino Pavimentado	0,0586	ton/año
Transito camino no pavimentado	0,0482	ton/año
Motor Camino No Pavimentado	0,0001	ton/año
Grupo Electrógeno	0,0446	ton/año
Total Construcción	1,519	ton/año
COSECHA	MP	Unidad
Motor maquinaria	0,0111	ton/año
Transito camino pavimentado	0,0425	ton/año
Motor Camino Pavimentado	0,0011	ton/año
Transito camino no pavimentado	0,0393	ton/año
Motor Camino No Pavimentado	0,0001	ton/año
Total Cosecha	0,0941	ton/año
TOTAL CONSTRUCCIÓN + COSECHA	1,613	ton/año

Fuente: Anexo 4, Adenda Complementaria, DIA Proyecto Parque Solar Fotovoltaico DRUX II

Figura 3. Resumen de Emisiones Fase de Cierre del Proyecto Parque Fotovoltaico DRUX II

CONSTRUCCIÓN	MP	Unidad
Perforaciones	0,1977	ton/año
Escarpe Superficial	0,1526	ton/año
Nivelación	0,0335	ton/año
Compactación	0,1746	ton/año
Excavación	0,1523	ton/año
Carga/Descarga	0,0032	ton/año
Motor maquinaria	0,0345	ton/año



CONSTRUCCIÓN	MP	Unidad
Transito camino pavimentado	0,6191	ton/año
Motor Camino Pavimentado	0,0026	ton/año
Transito camino no pavimentado	0,9643	ton/año
Motor Camino No Pavimentado	0,0001	ton/año
Grupo Electrónico	0,0446	ton/año
Total Cierre	2,3791	ton/año

Fuente: Anexo 4, Adenda Complementaria, DIA Proyecto Parque Solar Fotovoltaico DRUX II

De acuerdo al Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para El Valle Central de la Provincia de Curicó sancionado en Decreto Supremo N°44 del Ministerio de Medio Ambiente del año 2017, en su artículo 28 se establece que todos aquellos proyectos o actividades, incluidas sus modificaciones, que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, y que, directa o indirectamente, generen emisiones respecto de su situación base, iguales o superiores a 1 ton/año de MP, deberán compensar sus emisiones en un 120%.

Dada la indicación anterior y las estimaciones realizadas en el marco del proceso SEIA, el proyecto Parque Fotovoltaico DRUX II tiene la obligación de presentar un plan de compensación de sus emisiones para sus fases de Construcción y Cierre, para un volumen de emisiones correspondiente a **1,936 ton/año** y **2,865 ton/año** respectivamente, cuyo diseño del mecanismo compensatorio se estructura en base a la metodología presentada a continuación.

5 METODOLOGÍA Y ESTIMACIÓN DEL MECANISMO COMPENSATORIO

5.1 Metodología

Como mecanismo compensatorio se establece la aplicación de un producto supresor de polvo en camino no pavimentado, el cual permite el control de mas de un 90% de las emisiones fugitivas asociadas a la re-suspensión de polvo dado una determinada carga vehicular en la ruta. De esta manera, la compensación de emisiones se remite a la reducción de emisiones que se logra modificando la disponibilidad de finos volátiles de una carpeta de camino, materializado a partir de una medida como la pavimentación de calles (primariamente) o la aplicación de mecanismos supresores en caminos no pavimentados. En tal sentido, el cálculo de la extensión de la ruta en la cual se aplicará la medida, corresponde al trabajo a realizar que requiere de la estimación de acuerdo a una metodología adecuada. Para los efectos, se utiliza como referencia, la "Guía de Alternativas de Compensación de Emisiones para Fuentes de Combustión, SEREMI de Medio

Ambiente RM", la cual en su ANEXO 9, presenta una metodología para mecanismo de compensación correspondiente a la pavimentación de calles, cuyos lineamientos pueden ser homologados para la aplicación de supresores de polvo en caminos no pavimentados. Las formulaciones principales, se resumen a continuación:

$$(1) \quad \text{Metros de calle a pavimentar/bischofitar} = \frac{\text{Toneladas a Compensar}}{\text{Reducción Unitaria por Metro}}$$

$$(2) \quad \text{Reducción Unitaria por metro} = \text{Emisión Caso Base} - \text{Emisión con Mecanismo}$$

Donde las emisiones se estiman de acuerdo a la ecuación genérica para la estimación de emisiones correspondiente a la ponderación entre el factor de emisión y el nivel de actividad.

$$(3) \quad \text{Emisión} = Fe \times Na$$

La estimación del caso base se realizará con factores de emisión cuya formulación dependerá de la tipología de vehículos que circulan por los caminos no pavimentado. Para el caso presente, considerando que la aplicación de la medida prevé su desarrollo en camino público vecinal, se utilizará el factor de Emisión para resuspensión de MP10 por tránsito de vehículos por caminos no pavimentados dominados por vehículos livianos, cuya formulación se presenta a continuación:

Factor de emisión caso base

$$(4) \quad Fe_{\text{Caso Base}} = 507,42 \times \left(\frac{s}{12}\right) \times \frac{\left(\frac{s}{48,27}\right)^{0,5}}{\frac{M}{0,5}} - C$$

Para la estimación de las emisiones con mecanismo compensatorio, corresponde la utilización del mismo factor anterior con la incorporación de un factor de abatimiento correspondiente a la eficiencia determinada para el producto supresor. Para los efectos se utilizará conservadoramente una eficiencia de 90% de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio técnico: "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 de región del Maule, a partir del cual se estima una eficiencia promedio del producto Bischofita equivalente a 96%. De esta manera el factor de emisión queda formulado como sigue:

Factor de emisión con mecanismo

$$(5) \quad Fe_{Con\ Mecanismo} = \left[507,42 \times \left(\frac{S}{12} \right) \times \frac{\left(\frac{S}{48,27} \right)^{0,5}}{\frac{M}{0,5}} - C \right] \times \left(1 - \frac{Ef}{100} \right)$$

Finalmente, en razón estimar las emisiones que se obtienen por metro lineal que permitan resolver lo propuesto en ecuación (1), la estimación de las emisiones para cada uno de los casos (base y con mecanismo) debe considerar la estandarización de sus unidades para reducir las emisiones a "toneladas de material particulado por año y por metro", por lo que se integra a la formulación este factor de reducción cuya expresión se presenta a continuación:

$$(6) \quad Emisión\ MP_{Caso\ Base} = Fe_{Caso\ Base} \times Na \times \left(\frac{1\ t}{10^6\ g} \right) \times \left(\frac{1\ km}{1.000\ m} \right)$$

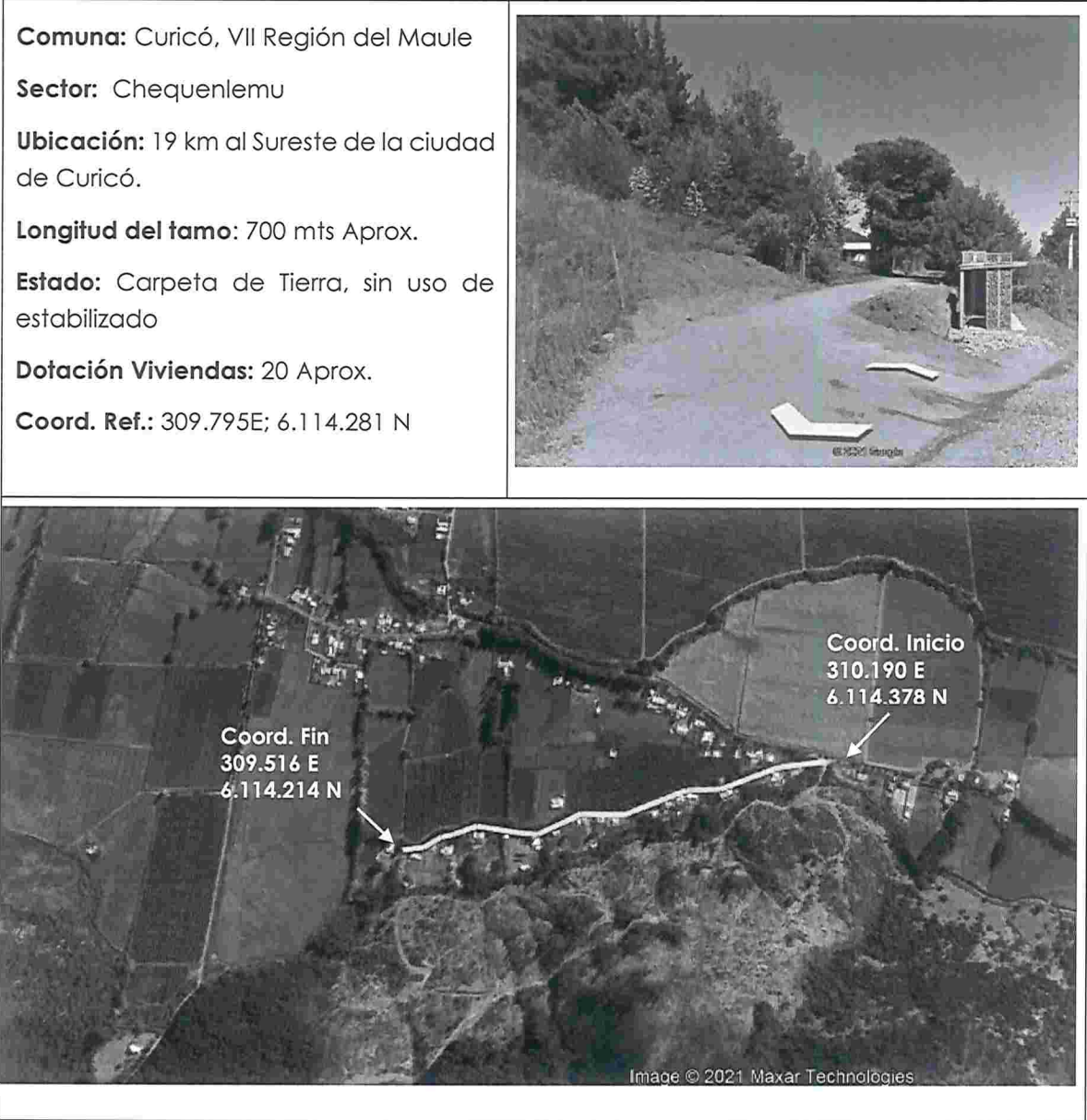
$$(7) \quad Emisión\ MP_{Con\ Mecanismo} = Fe_{Con\ Mecanismo} \times Na \times \left(\frac{1\ t}{10^6\ g} \right) \times \left(\frac{1\ km}{1.000\ m} \right)$$

5.2 Estimación de los niveles de actividad compensatorios

De acuerdo a la información proporcionada por la Municipalidad de Curicó, en particular desde la dirección de obras municipales (DOM), existe un requerimiento para intervenir Camino Vecinal La Troncal, del sector Chequenlemu, en el cual se identifica una alta presencia de familias compuestas por adultos mayores y personas con movilidad reducida, que ve dificultado su tránsito expedito, de tal manera que la estabilización del camino implica ciertamente un beneficio social en el sector otorgando mejores capacidades para sortear las brechas de accesibilidad que se reconocen.

La figura siguiente muestra la ubicación del camino, donde se implementará la medida.

Figura 4. Ubicación del camino vecinal en que se implementará la medida



Fuente: Elaboración propia en base a información municipal.

A continuación, se presentan cada uno de los elementos, parámetros y factores que permiten resolver la longitud del tramo de vía publica a la cual se aplicará el producto supresor Bischoffita ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) que permite reducir las emisiones en ese tramo, y por tanto compensar las emisiones requeridas de acuerdo a las disposiciones de la resolución de calificación ambiental.



Tabla 5-1. Resumen de parámetros, factores y cálculos para la estimación de la medida compensatoria Fase de Construcción.

Factor de Emisión			
Parámetro	Valor	Unidad	Referencia
s = % de finos del suelo	8,5	%	Punto 3.2 Informe final servicio de recopilación y sistematización de factores de emisión al aire para el SEIA
M = % humedad material	6,5	%	
S = velocidad	25,0	km/h	Guía Alternativas de Compensación MMA
Fe	178,6	gr/km	AP-42/Guía Estimación de Emisiones proyectos Inmobiliarios MMA, 2019.
Nivel de Actividad (Flujo vehicular)			
Nº Residencias	20	-	I. Municipalidad Curicó
Viajes Diarios x Vivienda	4	-	Estimación Propia
Viajes año Veh. Liv. Vivienda Día Hábil	20.857	-	Estimación Propia
Viajes año Veh. Liv. x Vivienda Día inhábil	83		Estimación Propia
Viajes año Basura (1 x semana)	52		Estimación Propia
Viajes año Vehículo 2 ejes (3x semana)	156		Estimación Propia
Viajes año totales	21.148		Estimación Propia
Eficiencia Mecanismo	90%		Informe Vialidad 2003. R. Maule.
Ton a compensar	1,93		RCA Nº166/2020
Estimación de Emisiones según caso			
Emisión Base Metro Lineal	0,00378	(ton MP/año-m)	
Emisión Mecanismo Metro Lineal	0,00038	(ton MP/año-m)	
Reducción Unitaria por Metro	0,0034	(ton MP/año-m)	
Metros a bischofitar	569,4	metros	

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior, se determina que para la compensación de emisiones correspondiente a la fase de construcción del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Drux II, se requiere de la aplicación de Bischofita para un tramo equivalente a 569,4 metros. No obstante, la medida se hará efectiva para la totalidad de la extensión del camino vecinal (700 m Aprox.)



Tabla 5-2. Resumen de parámetros, factores y cálculos para la estimación de la medida compensatoria Fase de Cierre.

Factor de Emisión			
Parámetro	Valor	Unidad	Referencia
s = % de finos del suelo	8,5	%	Punto 3.2 Informe final servicio de recopilación y sistematización de factores de emisión al aire para el SEIA
M = % humedad material	6,5	%	
S = velocidad	25,0	km/h	Guía Alternativas de Compensación MMA
Fe	178,6	gr/km	AP-42/Guía Estimación de Emisiones proyectos Inmobiliarios MMA, 2019.
Nivel de Actividad (Flujo vehicular)			
Nº Residencias	20	-	I. Municipalidad Curicó
Viajes Diarios x Vivienda	4	-	Estimación Propia
Viajes año Veh. Liv. Vivienda Día Hábil	20.857	-	Estimación Propia
Viajes año Veh. Liv. x Vivienda Día inhábil	83		Estimación Propia
Viajes año Basura (1 x semana)	52		Estimación Propia
Viajes año Vehículo 2 ejes (3x semana)	156		Estimación Propia
Viajes año totales	21.148		Estimación Propia
Eficiencia Mecanismo	90%		Informe Vialidad 2003. R. Maule.
Ton a compensar	2,87		RCA Nº166/2020
Estimación de Emisiones según caso			
Emisión Base Metro Lineal	0,00378	(ton MP/año-m)	
Emisión Mecanismo Metro Lineal	0,00038	(ton MP/año-m)	
Reducción Unitaria por Metro	0,0034	(ton MP/año-m)	
Metros a bischofitar	842,7	metros	

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior, se determina que para la compensación de emisiones correspondiente a la fase de cierre del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Drux II, se requiere de la aplicación de Bischofita para un tramo equivalente a 842,7 metros. Dado que las medidas deben operar contemporáneamente al desarrollo de su fase, la medida se ejecutará para un tramo de 1 km previo inicio de fase de cierre, en camino por determinar.

6 SOBRE LAS DISPOSICIONES DEL PDA Y LOS PLANES DE COMPENSACIÓN

Dentro de las disposiciones del D.S. N° 44/2017, Plan de Descontaminación Atmosférica para el Valle Central de la provincia de Curicó, se establece:

Artículo 30. Los proyectos o actividades, que deban compensar sus emisiones, deberán presentar un programa de compensación de emisiones, ante la SEREMI del Medio Ambiente. cuyo contenido será, al menos, el siguiente

1. Una estimación anual de las emisiones del proyecto, en la fase construcción, operación y cierre. señalando año y etapa a compensar en que se prevé se superará el umbral del ton/año de MP.

R. Las emisiones de material particulado compensables fueron estimadas en el proceso de evaluación de impacto ambiental e incorporados en el presente Plan de Compensación. De lo estimado y sancionado en la correspondiente resolución de calificación de impacto ambiental del proyecto, se determina que se requiere una compensación de 1,936 ton/año en fase de construcción y de 2,865 ton/año para fase de cierre.

2. Las medidas de compensación, las cuales deben cumplir los siguientes criterios:

a.- Cuantificable, esto es, que permitan cuantificar la reducción de las emisiones que se produzca a consecuencia de ella.

R. Existe amplia bibliografía y experiencia a nivel nacional en el marco del SEIA, respecto de eficiencia en el control de partículas de los productos supresores. Para los efectos del presente PCE se ha considerado las estimaciones realizadas en estudio técnico "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 en 2004 por la dirección de Vialidad de la región del Maule, en el cual se determina que la solución de cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita) posee una eficiencia promedio en el control de polvo fugitivo equivalente a 96%, razón por la cual para los efectos del presente PCE se ha utilizado conservadoramente una eficiencia del 90%.

b.- Efectiva, esto es, que genere una reducción de emisiones real y medible Adicional, entendiendo por tal que la medida propuesta no responda a otras obligaciones a que esté sujeto el titular. O bien, que no corresponda a una acción que conocidamente será llevada a efecto por la autoridad pública o particulares.

R. Adicional a lo anterior, se hace presente que previo a la aplicación del producto, se solicitará a la empresa responsable de la estabilización del camino, realice la medición de la eficiencia del producto aplicado para lo cual considere el uso de un equipo dustmate o similar que permita medir polvo fugitivo en fase anterior y posterior a la aplicación del producto. Los resultados serán informados en reporte de



- implementación del PCE a la autoridad regional, SEREMI de Medio Ambiente de la Región del Maule.
- En razón de otorgar garantías para la eficiencia en control de polvo fugitivo la cual debe superar el 90%, el titular realizará un total de 2 aplicaciones anuales.
- d. Permanente, entendiendo por tal que la rebaja permanezca por el período en que el proyecto está obligado a reducir emisiones.**
- R.** De acuerdo a lo estimado en el proceso de evaluación de impacto ambiental del proyecto, las fases de construcción y cierre no consideran un periodo de desarrollo de actividades superiores a un año, de tal manera que el PCE se implementará por un periodo equivalente.
- 3. Forma, oportunidad y ubicación en coordenadas WGS84, de su implementación, con un indicador de cumplimiento del programa de compensación.**

	Fase de Construcción	Fase de Cierre
Forma	Aplicación de producto supresor de polvo (Bischofita) en caminos públicos vecinales sin pavimentar	
Oportunidad	Previo inicio de la fase de construcción del Proyecto (Nov. 2021)	Previo inicio de la fase de cierre del Proyecto (indeterminado)
Ubicación	Camino publico vecinal sector Chequenlemu. Comuna de Curicó, VII Región del Maule Coord. Referencia 309.795E; 6.114.281 N Datum WGS84, Huso 19 S	No determinada Se define con la administración municipal la disponibilidad de caminos públicos que requieran de la implementación, a la altura temporal del desarrollo de la fase de cierre.
Indicador de Cumplimiento	Medición de la eficiencia del supresor con equipo Dustmate o similar, previo a la aplicación (2 x año). Eficiencia debe ser superior al 90%	

[illegible]