



Análisis de compensación de Emisiones mediante pavimentación de caminos

Procedimiento sancionatorio ROL D-127-2019

CT Ventanas

PROY-436-AES-2022

Para

AES Andes S.A.



Contenido

1. Introducción	2
2. Objetivos	3
3. Descripción metodológica de Compensación de emisiones mediante la pavimentación.....	3
4. Análisis de compensación mediante pavimentación.....	5
5. Discusión.....	8
6. Conclusión	8

1. Introducción

En el marco de las obligaciones emanadas tanto en la Res. Ex. N°10/ROL D-127-2019 de la Superintendencia del Medio Ambiente que aprueba el Programa de Cumplimiento de la Complejo Termoeléctrico Ventanas perteneciente a AES Andes S.A. y Empresa Eléctrica Ventanas SpA (AES y CT Ventanas en adelante), como de la Res. 12/ROL D-127-2019, relacionado con el requerimiento de información previo a proveer el Recurso de Reposición presentado por las compañías indicadas, se aborda en el presente documento, el análisis de la forma de compensación mediante la pavimentación de caminos. Conforme a lo indicado en la última resolución mencionada el CT Ventanas debe compensar los siguientes valores en toneladas/año (ver Tabla 1):

Tabla 1 Emisiones a compensar por contaminante (Ton/año)

Unidad Generadora	SO ₂	NO _x	MP
Nueva Ventanas	96	101	6
Campiche	30	23	1
Total	126	124	7

Fuente: Basado en Anexo 2 de la Res. Ex. N° 12/ ROL D-127-2019.

Asimismo, cabe señalar que, según las directrices del Plan de Prevención y Descontaminación de las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví (región de Valparaíso), D.S. 105/2018 MMA, en su artículo N°42, se presenta una relación entre la emisión de gases SO₂ y NO_x, la que será utilizada para estimar el total de emisiones representadas mediante el MP 2.5 (ver Tabla 2).

Tabla 2 Factores de conversión entre material particulado y sus precursores

Valor	unidad	Contaminante	Emisión equivalente MP 2,5
1	ton/año	SO ₂	0,029
1	ton/año	NO _x	0,035

Fuente: Artículo N°42, D.S. 105/2019 MMA

De esta manera las emisiones indicadas en la Tabla 1 se cederán a un único contaminante, lo que generará un total de 15,0 ton/año de MP¹ a compensar (Tabla 3).

Tabla 3 Emisiones a compensar con sus equivalentes

Unidad Generadora	Toneladas adicionales emitidas Equivalente a MP 2.5 de acuerdo a tabla 2.		Valor Base MP (ton/año)	Total MP (ton/año)
	SO ₂ a MP (ton/año)	NO _X a MP (ton/año)		
Nueva Ventanas	2,8	3,5	6,0	12,3
Campiche	0,9	0,8	1,0	2,7
TOTAL	3,7	4,3	7,0	15,0

Fuente: Elaboración propia

2. Objetivos

Analizar la medida de compensación de emisiones atmosféricas mediante la pavimentación de caminos para 15 ton/año de MP2.5 equivalente en conformidad a lo solicitado por la Res. 12/ROL D-127-2019. En lo particular, para el presente análisis se considera un periodo supuesto de 5 años para la ejecución de la forma de compensación.

3. Descripción metodológica de Compensación de emisiones mediante la pavimentación

El método de pavimentación de caminos describe la alternativa de compensación de emisiones de MP2,5 equivalente que tienen relación con la pavimentación de un tramo de calle de tierra, con el objeto de eliminar el polvo en suspensión generado por el tránsito vehicular.

Esta alternativa considera las características según tipo de pavimento, que puede ser asfalto u hormigón y los flujos asociados a la circulación vehicular en la calle escogida. Para la evaluación de la factibilidad como medida de compensación, es necesario establecer supuestos que serán introducidos en la estimación de

¹ Para efectos de este análisis se consideró la equivalencia MP = MP 2.5.

emisiones de caminos pavimentados y no pavimentados, para resolver la reducción del MP2,5 equivalente al implementar esta forma de compensación.

A continuación, se presenta la siguiente fórmula de compensación:

$$E_{comp} = E_{sin\ pav} - E_{con\ pav} \quad \text{Equivale a:}$$

$$E_{comp} = (FE_{sin\ pav} * NA - FE_{con\ pav} * NA)$$

Donde:

E_{comp} = Emisiones compensadas

$E_{sin\ pav}$ = Emisiones de camino no pavimentado

$E_{con\ pav}$ = Emisiones de camino pavimentado

FE = Factor de Emisión (dependerá del tipo de actividad)

NA = Nivel de Actividad (cantidad de viajes x distancia recorrida²)

Previo a la elección de la calle a pavimentar, se debe realizar una visita a terreno para caracterizar la calle de tierra y su entorno, además de efectuar las mediciones de los flujos vehiculares, para obtener el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), así como la velocidad promedio de desplazamiento, requerimiento obligatorio para estimar las emisiones producto de la resuspensión de material particulado.

Las calles no pavimentadas deberán cumplir con los requerimientos técnicos de compensación exigidos por la autoridad evaluadora, especialmente el correspondiente a verificar la pertenencia a la administración vial, los flujos vehiculares y la no existencia de compromisos futuros de pavimentación sobre estas calles.

El mecanismo de cumplimiento de esta medida podría considerar el ingreso de dos informes a la autoridad solicitante, el primero indicaría los avances de la pavimentación, así como las coordenadas del tramo a pavimentar y el segundo, la finalización de la ejecución de la obra, en el que deberá adjuntar material fotográfico y carta de conformidad entregado por la Municipalidad correspondiente.

² Distancia que será pavimentada del camino.

4. Análisis de compensación mediante pavimentación

Para la compensación a través de pavimentación, la estimación se realizó de acuerdo con la fórmula presentada en el acápite 3 del presente informe, para ello entonces, se estimaron los factores de emisiones de vehículos que transitan por caminos no pavimentados y pavimentados.

a) Caminos no pavimentados:

El factor de emisión, expresado en unidades de (g/km) para tránsito de vehículos livianos en camino "No pavimentado", es el siguiente:

$$fe = 281,9 \times 1,8 \times \frac{\left(\frac{S}{12}\right) \times \left(\frac{S}{30}\right)^{0,5}}{\left(\frac{M}{0,5}\right)^{0,2}}$$

Para el caso de vehículos pesados en camino "No Pavimentado", el factor de emisión se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$fe = 281,9 \times 1,5 \times \left(\frac{S}{12}\right)^{0,9} \times \left(\frac{W}{3}\right)^{0,45}$$

Las variables por considerar se muestran a continuación:

Tabla 4 Variables a considerar para Pavimentación

Parámetros	Valor	Comentarios
W Peso promedio (ton)	4	Promedio de peso vehículos que transitan (ton) calculado a partir de fichas técnicas de vehículos asociados a estudio vial ³ .
S % de finos suelo	8,5	Por defecto
Longitud tramo (km)	0,3	Longitud indicada en memoria pavimento y planos remitidos

Fuente: Elaboración propia.

³ Resultados TMDA remitido por AES.

b) Caminos pavimentados

El factor de emisión, expresado en unidades de (g/km), es el siguiente:

$$fe = 0,62 \times (sL)^{0,91} \times W^{1,02}$$

Las variables por considerar, tanto para tránsito de vehículos livianos y pesados a través de vías pavimentadas y no pavimentadas, se muestran en la siguiente tabla

Tabla 5 Variables a considerar para emisiones de tránsito de vehículos

Variable	Valor	Descripción
W	4	Promedio de peso vehículos que transitan (ton) calculado a partir de fichas técnicas de vehículos asociados a estudio vial.
S	30	Velocidad de los vehículos en Km/hr, corresponde a la velocidad promedio indicada por estudio de Programa de vialidad Transporte urbano ⁴ .
sL	2,4	para vías con flujo inferior a 500 vehículos día.
LL	0,91	Corrección por días de lluvia, valor por defecto (0,91)

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la carga de finos (sL) consignada corresponde a los valores determinados por el estudio Silt realizado por CENMA, 2010⁵.

- 2,4 – para vías con flujo inferior a 500 vehículos día.
- 0,7 – para vías con flujo entre 500 y 10.000 vehículos día.
- 0,3 – para vías con flujo superior a 10.000 vehículos día.

Se tomará el valor para un flujo menor a 500 veh/día, considerando que de acuerdo con los resultados de TMDA⁶, el flujo diario de vehículos corresponde a 157.

El peso promedio (W) se establece a partir del mismo estudio TMDA, en donde la determinación del flujo de tránsito se realiza diferenciando los tipos de vehículos. De esta manera se tomó como referencias fichas técnicas de vehículos para estimar el peso promedio (W).

⁴ Programa de Vialidad y Transporte. Plan maestro de transporte público del gran Valparaíso, Ministerio de transporte y telecomunicaciones, 2021.

⁵ Actualización del Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana 2010, CENMA, 2010.

⁶ Tránsito Medio Diario Anual

c) Nivel de actividad

Para poder estimar el nivel de actividad, se deberá multiplicar el flujo diario de vehículos que transitan por la calle, y la longitud del tramo o calle por 365 días. Así, de acuerdo con la información remitida, la longitud del tramo a pavimentar de la calle "Los Castaños", corresponde a 300 metros (0,3 km).

d) Estimación de la reducción de emisiones

Considerando lo anterior, y en combinación con las características del camino señalado por AES, la pavimentación compensará un total de 5,2 ton/año (ver Tabla 6.).

Tabla 6 Estimación de emisiones a compensar por el camino Los Castaños

Actividad	Nivel de Actividad	Factor de Emisiones (g/km)	Emisiones MP (ton/año)
Pavimentado (compensación)	17191,5	5,7	0,1
Tránsito en camino No Pavimentado Vehículos livianos	13578	215,2	2,9
No Pavimentado Vehículos pesados	3613,5	643,9	2,3
Emisiones compensadas 1 año			5,2
Emisiones compensadas 3 año			15,6
Emisiones compensadas 5 años			26,0

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que se propone un periodo de compensación de 5 años, la proyección de la compensación de emisiones a dichos años comprendería un total de 26 ton de emisiones compensadas de MP.

De acuerdo a la información anterior y considerando que las emisiones totales a compensar son 15 ton/año, es posible indicar que la compensación total culminaría en el año 3 después de terminar la pavimentación, esto quiere decir que, en el periodo supuesto de 5 años, se compensaría un 73% más de lo requerido.

5. Discusión

En base a lo señalado en el artículo 42 del D.S. N°105 del 2019, la compensación de emisiones debe efectuarse sobre la base de emisiones equivalentes, esto es la suma de las emisiones directas de MP 2,5 en adición a las emisiones de SO₂, y NO_x ponderadas por los factores de conversión descritos en el mismo artículo. En este sentido el periodo de 5 años supuesto para este análisis presenta una compensación mayor a la requerida, considerando que la forma de compensación analizada tiene una duración mayor a dicho periodo, esto en atención a la durabilidad del camino.

6. Conclusión

En consideración a los antecedentes y estimaciones expuestas en el presente documento, es posible indicar que, al tercer año de operación del camino, se cubre la totalidad de las emisiones requeridas para la compensación. Para el periodo supuesto a compensar de 5 años, se contaría con una compensación del 73% adicional a lo requerido. Adicional a lo anterior, se debe tener en cuenta que la pavimentación de caminos es concebida como una medida de carácter indefinido, por lo que la compensación real superaría lo estimado en el presente análisis.