



ESTUDIO DE ESTIMACIÓN EMISIONES ATMOSFÉRICAS

CONSULTA DE PERTINENCIA

MODIFICACIÓN CENTRO COMERCIAL CAMINO MELIPILLA DE CENCO MALLS

MHO AMBIENTAL SPA

SANTIAGO, NOVIEMBRE 2025
VERSIÓN 1

ÍNDICE

A.	ANTECEDENTES	4
B.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	5
B.1.	Descripción breve del proyecto.	5
C.	LOCALIZACIÓN	6
D.	ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	7
D.1.	FUENTES DE EMISIÓN.....	7
D.2.	ECUACIÓN GENERAL PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES	9
D.3.	CÁLCULO DE EMISIONES	10
D.3.1.	Emisión durante el proceso Perforación.....	10
D.3.2.	Emisión durante el proceso demolición.....	10
D.3.3.	Emisión durante el proceso de escarpe.	10
D.3.4.	Emisión durante el proceso de excavación del terreno.	12
D.3.5.	Emisión durante el proceso de nivelación	13
D.3.6.	Emisión durante el proceso de compactación.	13
D.3.7.	Emisión durante el proceso de acopio.....	14
D.3.8.	Emisión durante la actividad de carga y volteo de material.	14
D.3.9.	Emisión durante tránsito de vehículos pesados por caminos no pavimentados.	15
D.3.10.	Emisión durante tránsito de vehículos pesados en caminos pavimentados	21
D.3.11.	Emisión por Combustión vehicular.....	24
D.3.12.	Emisión por Combustión por maquinaria fuera de ruta	25
D.4.	RESUMEN DE EMISIONES DURANTE FASE DE CONSTRUCCIÓN	29
E.	ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN LA FASE DE OPERACIÓN	30
E.1.	CÁLCULO DE EMISIONES	30
E.1.1.	Emisión durante el tránsito de vehículos livianos	30
E.1.2.	Emisión durante combustión vehicular	32
E.1.3.	Emisión por Grupos electrógenos	33
E.1.4.	Emisión por combustión de caldera.....	33
E.2.	RESUMEN DE EMISIONES EN LA FASE DE OPERACIÓN.....	34
E.3.	RESUMEN EMISIONES DEL PROYECTO	35
F.	EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO - PPDA PARA LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO. 36	
G.	CONCLUSIÓN	38
H.	ACCIONES PREVENTIVAS	39
I.	REFERENCIAS	40
J.	APÉNDICES	40
K.	PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN DE CAMINOS INTERIORES	41
K.1.	Plan de seguimiento y control del supresor de polvo bischofita en vías internas del proyecto.	41
K.2.	REGISTRO DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla C.1. Coordenadas de localización del Proyecto, Datum WGS84, Huso 18S	6
Tabla D.1. Principales fuentes de emisión.	7
Tabla D.2. Principales materiales a trasladar o remover durante fase de construcción del Proyecto – sin esponjamiento.....	8
Tabla D.3. Factor de emisión para perforación.	10
Tabla D.4. Superficies a escarpar por año.....	11
Tabla D.5. Emisión escarpe del proyecto.....	11
Tabla D.6. Factor de emisión para el proceso de excavación del terreno.	12
Tabla D.7. Emisión anual de MP para el proceso de excavación del proyecto mas las medidas de control. ...	12
Tabla D.8. Parámetros de Nivelación.....	13
Tabla D.9. Emisión anual de MP para el proceso de nivelación del proyecto y para las medidas de control. .	13
Tabla D.10. Parámetros de Compactación.....	14
Tabla D.11. Emisión para el proceso de compactación del proyecto y para las medidas de control.	14
Tabla D.12. Emisión anual para actividad de acopio del proyecto y de las medidas de control.	14
Tabla D.13. Volumen removido y su respectiva densidad.	15
Tabla D.14. Nivel de actividad anual por carga y volteo de material	15
Tabla D.15. Emisiones por carguío y volteo de material. Fase de construcción.	15
Tabla D.16. Rutas Internas no pavimentadas.	15
Tabla D.17. Características de los vehículos pesados utilizados para el transporte de materiales.	16
Tabla D.18. Viajes anuales según tipo de material transportado y según vehículo.	17
Tabla D.19. Viajes en Peso.	17
Tabla D.20. Viajes totales finales.....	18
Tabla D.21. Cálculo de peso promedio de flota vehicular W en (ton) y del factor de emisiones (Fe).	19
Tabla D.22. Emisión de MP por tránsito de vehículos en camino no pavimentado al interior de la obra.	20
Tabla D.23. Viajes anuales según tipo de material transportado fuera del proyecto por camino no pavimentado (Interior botadero y áridos).	20
Tabla D.24. Cálculo de peso promedio de flota de camiones pesados W en (ton) y factor de emisión al exterior del proyecto.	21
Tabla D.25. Emisión de MP por tránsito de vehículos pesados en camino no pavimentado al exterior de la obra.	21
Tabla D.26. Emisiones totales producto del tránsito de vehículos en caminos no pavimentados.....	21
Tabla D.27. Factor de emisión debido al tránsito de camiones.....	21
Tabla D.28. Factores de emisión tránsito de camiones con factor por días de lluvia.	22
Tabla D.29. Rutas seguidas para el transporte de material durante la fase de construcción del Proyecto. ...	22
Tabla D.30. Total de las rutas.....	23
Tabla D.31. Viajes finales considerados en el cálculo de emisiones. Fase de construcción.	24
Tabla D.32. Emisiones por tránsito de vehículos en vías pavimentadas. Fase de construcción.	24
Tabla D.33. Factores de emisión según categoría.....	24
Tabla D.34. Nivel de actividad y emisiones por tipo de vehículo.	25
Tabla D.35. Parámetros para el cálculo de emisiones por combustión de maquinaria.	26
Tabla D.36. Cantidad de maquinarias y rendimiento.	27
Tabla D.37. Nivel de Actividad Maquinaria Fuera de Ruta.	27
Tabla D.38. Emisión anual por combustión de maquinarias en (ton/año).	27
Tabla D.39. Cuadro resumen con emisiones totales en fase de construcción.	29
Tabla D.40. Cuadro resumen anual por contaminante (ton/año), Fase de construcción.	29
Tabla E.1. Principales fuentes de emisión.....	30
Tabla E.2. Factor de emisión debido al tránsito de vehículos.	30
Tabla E.3. Distancias recorridas por ruta, según tipo de tráfico. Fase de Operación.	31
Tabla E.4. Flujo Vehicular Proyectado por Año.	31
Tabla E.5. Nivel de Actividad fase de operación del proyecto.	32
Tabla E.6. Emisión (ton/año) resuspensión circulación vehículos de la operación.	32
Tabla E.7. Factores de emisión según categoría.....	32
Tabla E.8. Nivel de actividad y Emisiones para la combustión de vehículos – Fase operación.....	32
Tabla E.9. Factores de emisión de grupos electrógenos.	33
Tabla E.10. Parámetros y nivel de actividad de los grupos electrógenos.....	33

Tabla E.11. Emisiones de los grupos electrógenos (ton/año).....	33
Tabla E.12. Resumen de emisiones fase de operación en ton/año.....	34
Tabla E.13. Cuadro resumen anual por contaminante (ton/año), Fase de operación.....	34
Tabla E.14. Tabla Resumen total – Fase de construcción más fase de operación (ton/año).....	35
Tabla F.1. Resumen de emisiones de NOx, CC y SO2 [t/año] según fase de acuerdo con el cronograma.....	36
Tabla F.2. Resumen de emisiones de CO, COV y NH3 [t/año] según fase de acuerdo con el cronograma.....	36
Tabla F.3. Equivalente de MP.....	36
Tabla F.4. Conversión para MP ₁₀ equivalente por contaminante (ton/año).....	37
Tabla F.5. Conversión para MP _{2,5} equivalente por contaminante (ton/año).....	37
Tabla F.6. Resumen de emisiones totales (t/año) con equivalentes según art. 61 PPDA.....	37
Tabla K.1. Plan de seguimiento y control supresor matapolvo Dustkill en vías internas del proyecto.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura B.1: Carta Gantt.....	5
Figura C.1. Localización del Proyecto.....	6
Figura D.1. Superficies de Escarpe.....	11
Figura D.2. Ruta Fase de Construcción.....	23

A ANTECEDENTES

A través del D.S. N° 131 de 1996, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, la Región Metropolitana fue declarada zona saturada por ozono, material particulado respirable, partículas en suspensión y monóxido de carbono; y zona latente por dióxido de nitrógeno, a su vez el D.S. N°67 de 2014 del Ministerio del Medio ambiente la declara zona saturada por Material Particulado Fino Respirable (MP2,5).

Por medio del D.S. N° 31 de 2016 del Ministerio el Medio Ambiente, se revisó, reformuló y actualizó el Plan de Prevención y Descontaminación para la Región Metropolitana de Santiago (PPDA), el cual tiene por objetivo dar cumplimiento a las normas primarias de calidad ambiental de aire vigentes, asociadas a los contaminantes Material Particulado Respirable (MP10), Material Particulado Fino Respirable (MP2,5), Ozono (O3,) y Monóxido de Carbono (CO), en un plazo de 10 años. Sobre la base de lo anterior, en el PPDA se establece con la finalidad de no paralizar el crecimiento en la región, autorizar el emplazamiento de nuevas fuentes emisoras en la Región Metropolitana siempre y cuando compensen sus emisiones atmosféricas en un 120%, cuando dichas fuentes sobrepasen los niveles base de emisión establecidos en el Artículo 64 del PPDA.

En este contexto, el presente informe está enfocado en determinar las emisiones asociadas a la construcción y operación del presente proyecto, con el objeto de determinar si se sobrepasan los niveles base establecidos en el artículo 64 del PPDA y, en dicho caso, establecer las medidas adecuadas según las características de las emisiones del proyecto y los criterios establecidos.

B. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

B.1. Descripción breve del proyecto.

El proyecto corresponde a una modificación del proyecto original denominado “Modificación Centro Comercial Camino Melipilla de Cenco Malls”, fue aprobado ambientalmente mediante la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 253/2004, e incluía la construcción de un centro comercial con una superficie aproximada de 83.000 m², compuesto por un Hipermercado, un Homecenter, locales comerciales, patios de comida y zonas de recreación, ocupando parcialmente los terrenos e instalaciones de la antigua Feria Internacional de Santiago (FISA). A la fecha, solo se ha ejecutado y se encuentra en funcionamiento la tienda Easy, que correspondía al Homecenter del proyecto original

Durante el año 2022, el titular presentó la “Consulta de Pertinencia respecto de modificaciones del proyecto Centro Comercial Camino Melipilla” (PERTI-2022-16306), con el propósito de determinar si las modificaciones propuestas —principalmente ajustes en superficies y relocalización de recintos declarados en el proyecto original— requerían su ingreso al SEIA. Dicha consulta obtuvo un pronunciamiento favorable mediante Resolución Exenta N° 202441310120, de fecha 11 de enero de 2024, estableciendo que las modificaciones no debían someterse al Sistema mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Sin embargo, las obras consideradas en esa consulta no fueron finalmente ejecutadas.

Actualmente, el titular presenta una nueva Consulta de Pertinencia, que mantiene las superficies y características aprobadas en la PERTI-2022-16306, pero modifica la ubicación de los recintos que no fueron construidos, manteniendo sin cambios la localización y superficie de la tienda Easy actualmente en operación. Esta actualización contempla la construcción y operación de un Hipermercado Jumbo, locales comerciales y otras instalaciones complementarias, manteniendo el mismo uso comercial aprobado y sin generar aumentos en la superficie edificada ni variaciones en las cargas de ocupación establecidas en la RCA vigente.

Considerando lo anterior, y de acuerdo con lo establecido en el D.S. N° 40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente y lo indicado en el Ordinario N° 2024991021136, de fecha 28 de noviembre de 2024, del Servicio de Evaluación Ambiental —que actualiza y consolida las instrucciones sobre consultas de pertinencia de ingreso al SEIA—, se analiza la procedencia del ingreso de este proyecto, denominado “Centro Comercial Camino Melipilla de Cenco Malls”, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

El cronograma de actividades es el indicado en las siguientes figuras:

Figura B.1: Carta Gantt.

Actividad	Duración Meses	AÑO 1												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Instalación de Faenas	1													
Movimientos de tierra, escarpe y excavaciones	1													
Obra Gruesa	4													
Terminaciones	4													
Obras exteriores	4													
Urbanización	7													
Áreas Verdes	2													
Recepción final	3													

Fuente: Elaboración Propia.

C. LOCALIZACIÓN

El Proyecto se encuentra ubicado en la comuna de Colina, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana, específicamente Camino Chicureo N° 130.

Las coordenadas UTM – Datum WGS 84, Huso 18S, que delimitan el polígono donde se emplaza el Proyecto, se muestra en la siguiente tabla:

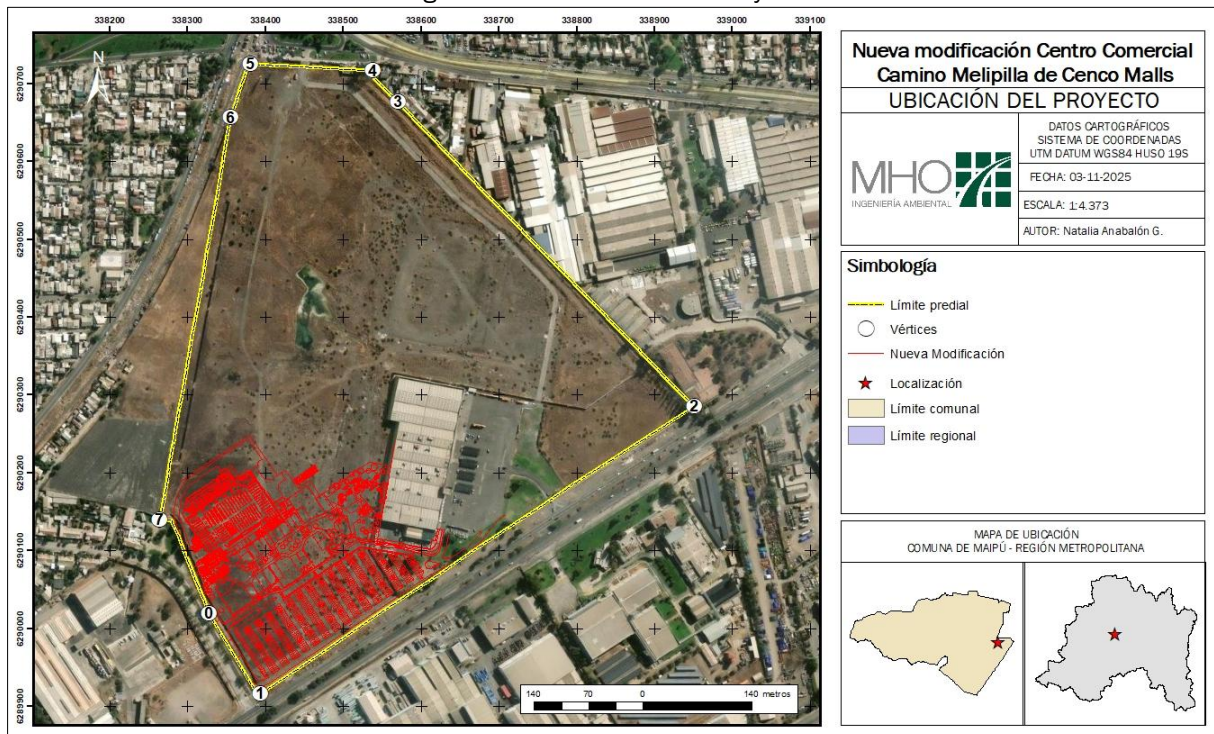
Tabla C.1. Coordenadas de localización del Proyecto, Datum WGS84, Huso 18S

Coordenadas en UTM - Huso 19 WGS 84		
Terreno Centro Comercial Camino Melipilla		
Vértice	Norte	Este
1	6290020	338328
2	6289920	338393
3	6290290	338951
4	6290680	338570
5	6290720	338538
6	6290730	338380
7	6290660	338355
8	6290140	338264

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura siguiente se presenta la localización del proyecto.

Figura C.1. Localización del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

D. ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

D.1. FUENTES DE EMISIÓN

Las principales fuentes de emisión asociadas a esta fase de construcción del Proyecto son:

Tabla D.1. Principales fuentes de emisión.

Actividad	Contaminantes	Aplica	Fase	Justificación
Demolición	MP ₁₀ - MP _{2,5}	NO	-	En el área de emplazamiento no existen estructuras o pavimentos, por lo tanto, no se realizarán actividades de demolición.
Perforación	MP ₁₀ - MP _{2,5}	NO	-	El proyecto no considera ejecutar perforaciones de tipo minera donde se utilizan plataformas de perforación.
Escarpe	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co	Se realizará un escarpe con profundidad de 0,3 m para la superficie del proyecto.
Excavaciones	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co	Se considera la excavación para alcanzar el sello de fundación de las obras, lo anterior es por sobre la extracción de escarpe.
Erosión de material en pila	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co	Se considera acumulación temporal de material resultante de las excavaciones al interior de la obra en pilas de acopio para ser posteriormente reutilizada, el excedente será llevado a botadero autorizado.
Carguío y volteo de material	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co	Se considera el carguío de los camiones en obra con el excedente de tierra, escombros y áridos y su posterior volteo en sitio de disposición final autorizado.
Compactación	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co	Se considera la compactación de la superficie asociada a las fundaciones de las obras y la urbanización (vías de circulación).
Nivelación	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co	Se considera la nivelación de la superficie asociada a las fundaciones de las obras y la urbanización (vías de circulación).
Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co	El proyecto considera circulación de camiones por vías internas de tierra para la extracción de la tierra de excavaciones y escombros, y los camiones mixer para el hormigonado. Cabe destacar que los demás camiones asociados a materiales principalmente sólo llegarán la zona de ingreso de la obra para descarga (Instalación de Faena), la que contará con un menor tramo de camino no pavimentada. Adicionalmente se considera una ruta de camino de tierra al interior del sitio de disposición final de RESCON.
Tránsito de vehículos por vías pavimentadas	MP ₁₀ - MP _{2,5}	SI	Co-Op	Construcción: Se consideran todas las vías pavimentadas desde los proveedores hasta la obra y viceversa. Operación: Se considera el tránsito de vehículos por vías pavimentadas inducidos por la operación del proyecto contemplando viajes particulares por los residentes, inducido por la operación del proyecto inmobiliario.

Combustión de vehículos	MP ₁₀ - MP _{2,5} - NO _x - SO _x - NH ₃ - CO - COV	SI	Co-Op	Construcción: Considera todas las emisiones producto de la combustión interna de los vehículos según distancia recorrida. Operación: Considera las emisiones por la combustión interna de los vehículos inducidos por la operación del proyecto contemplando viajes particulares por los residentes.
Combustión de maquinaria fuera de ruta	MP ₁₀ - MP _{2,5} - NO _x - SO _x - NH ₃ - CO - COV	SI	Co	Considera todas las emisiones producto de la combustión interna de las maquinarias según las horas de trabajo.
Combustión de grupos electrógenos	MP ₁₀ - MP _{2,5} - NO _x - SO _x - CO - COV	SI	Op	Grupos Electrógenos Prime de 150 KVA y 650 KVA, que se utilizarán sólo para enfrentar las situaciones de emergencias derivadas de un corte de energía eléctrica en la etapa de operación del proyecto.
Combustión de calderas	MP ₁₀ - MP _{2,5} - NO _x - SO _x - CO - COV	NO		No se considera el uso de calderas durante la fase de construcción ni operación.
Chancado (primario, secundario y terciario)	MP ₁₀ - MP _{2,5}	NO	-	No se realizará este tipo de actividad dada las características del proyecto.
Pulverizado	MP ₁₀ - MP _{2,5}	NO	-	No se realizará este tipo de actividad dada las características del proyecto.
Tamizado (fino)	MP ₁₀ - MP _{2,5}	NO	-	Se reutilizará material de las excavaciones, específicamente un 28,3%. Sin embargo, se reutilizará sin necesidad de realizar granulometría.

*Nota: Co = Fase de Construcción; Op = Fase de Operación.

Fuente: Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios.

El desarrollo de estas actividades está asociado al transporte y remoción de material, en la siguiente tabla se muestra los principales materiales que se transportaran durante la fase de construcción del Proyecto, especificando el volumen o toneladas de los insumos durante los años de ejecución del Proyecto.

Tabla D.2. Principales materiales a trasladar o remover durante fase de construcción del Proyecto – sin esponjamiento.

Materiales a trasladar	Año 1
Hormigón (m ³)	5.548,00
Fierro (t)	472,00
Tabiquería (m ³)	11.029,00
Asfalto pavimentación (m ³)	3.914,00
Terminaciones (m ³)	2.794,00
Escombros (m ³)	7.439,00
Excedentes de tierra (m ³)	12.269,92

Fuente: Elaboración propia.

Si bien la tierra excavada considera un 20% de esponjamiento según lo señalado en la Norma Chilena Oficial 353 Of.2000 para las actividades de escarpe, excavación o carga y volteo, para la estimación de viajes se ha estimado como limitante el peso (ton), por lo que no se aplicará el esponjamiento, determinando que el peso es independiente a las condiciones en que se encuentre el suelo. Esta premisa también aplica para los escombros de demolición, ya que considera un 40% de esponjamiento según lo señalado en la Norma Chilena Oficial 353 Of.2000 para la actividad de carga y volteo, mientras que para la estimación de viajes se ha estimado como limitante su masa (m³), por lo que se aplicará el esponjamiento, sin embargo, en el caso que si limitante fuera su peso (ton) no se aplicaría esponjamiento.

D.2. ECUACIÓN GENERAL PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES

La ecuación general empleada para estimar las emisiones de cualquier actividad es:

Ecuación 1. Ecuación general para el cálculo de emisiones.

$$E = fe * Na * \left(1 - \frac{Ea}{100}\right)$$

Dónde:

E = Emisión;

fe = Factor de emisión;

Na= Nivel de actividad;

Ea = Eficiencia de abatimiento.

Para el cálculo de las emisiones de las distintas actividades asociadas al proceso de construcción del proyecto, se utilizarán las metodologías y factores establecidos en la “Guía Metodología para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la RM, de la Seremi de Medio Ambiente RM, octubre 2020”.

D.3. CÁLCULO DE EMISIONES

D.3.1. Emisión durante el proceso Perforación

La siguiente tabla presenta los factores de emisión para esta actividad:

Tabla D.3. Factor de emisión para perforación.

Factor de emisión	Unidad
$fe_{MP10} = 0,177$	[kg/perforación]
$fe_{MP2,5} = 0,02655$	[kg/perforación]

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

El nivel de actividad se define como el número de perforaciones a realizar en el proyecto por año cronológico.

El proyecto no efectuará este tipo de actividades.

D.3.2. Emisión durante el proceso demolición.

Las emisiones por demolición se estiman conforme la siguiente ecuación:

$$Ei = FEi \times A \times d \times (1 - CE) \times (24/PE) \times (s/9\%)$$

Dónde:

Ei: Emisiones del contaminante i, en [kg/año]

FEi: Factor de emisión del contaminante i, [kg/m²·año]

A: Área a demoler, en [m²]

D: duración de la demolición, en años.

CE: Eficiencia de abatimiento.

PE: Índice de evapotranspiración de Thornthwaite.

S: Contenido de finos en el suelo

Actividad	Factor de emisión (kg/m ²)
Demolición de construcciones residenciales	MP ₁₀ = 0,086
	MP _{2,5} = 0,0086
Demolición de departamentos	MP ₁₀ = 0,3
	MP _{2,5} = 0,03
Demolición de construcciones no residenciales	MP ₁₀ = 1
	MP _{2,5} = 0,1
Demolición de construcciones viales	MP ₁₀ = 2,3
	MP _{2,5} = 0,23

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

El nivel de actividad se define como los metros cuadrados construidos que serán demolidos por año, producto de la ejecución del proyecto.

Es preciso señalar que el terreno no presenta edificaciones previas, por lo que no se estiman emisiones para esta actividad.

D.3.3. Emisión durante el proceso de escarpe.

Actividad	Factor de emisión (fe)	Nivel de actividad (km)	Parámetros
Escarpe	MP ₁₀ = 5,7 (kg/km)	3,57	No utiliza parámetros

	MP _{2,5} = 0,855 (kg/km)		
--	-----------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

El nivel de actividad corresponde a los kilómetros recorridos por la maquinaria que realiza el escarpe. Este valor se determina a partir de las hectáreas a escarpar en el proyecto, las cuales deben ser multiplicadas por el factor 3,57 [km/ha].

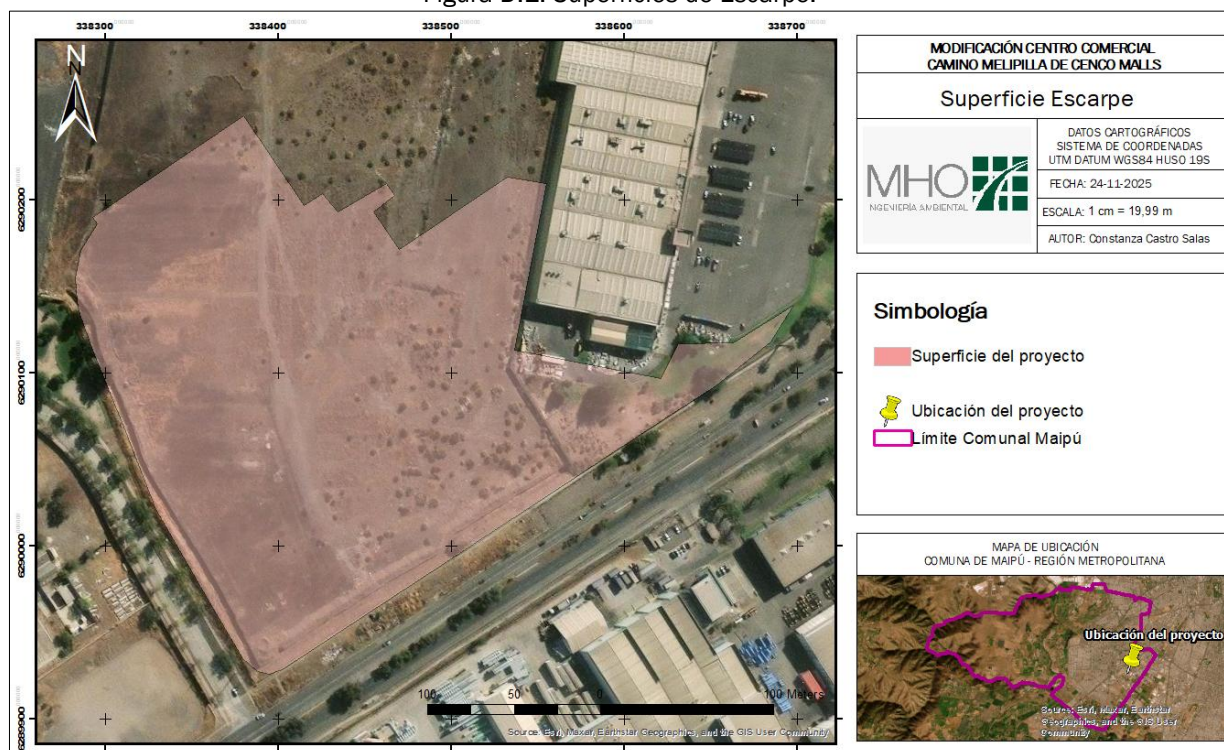
En la planta de las estructuras y en el área de pavimentos se deberá realizar un escarpe con el fin de extraer la totalidad del Estrato I de capa vegetal de 20 cm de espesor promedio¹. Por tanto, se considera una superficie total a escarpar de 62.837m², lo que se traduce en un nivel de actividad de 22,433 km, lo cual se hará al inicio del Año 1.

Tabla D.4. Superficies a escarpar por año.

Año	Superficie m ²	Superficie ha
1	62.837,00	6,284
Total		6,284

Fuente: Elaboración Propia.

Figura D.1. Superficies de Escarpe.



Fuente: Elaboración propia.

Sobre la base de la información presentada y la Ecuación 1, la siguiente tabla presenta las emisiones generadas por esta actividad:

Tabla D.5. Emisión escarpe del proyecto.

Año	fe (kg/km)	Superficie	Na	Emisión (ton/año)
-----	------------	------------	----	-------------------

¹ Dato obtenido del estudio de mecánica de suelos del proyecto, Anexo 06. Mecánica de Suelos, de la CP.

	MP ₁₀	MP _{2,5}	(ha)	(km)	MP ₁₀	MP _{2,5}
1	5,7	0,855	58.417,75	20,855	0,180	0,027

Fuente: Elaboración propia.

D.3.4. Emisión durante el proceso de excavación del terreno.

Actividad	Factor de emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Excavaciones	$MP_{10}: fe = 0,45 \times 0,75 \times \frac{s^{1,5}}{M^{1,4}}$	(Kg/h)	S: % de finos del suelo. [8,5% valor por defecto]
	$MP_{2,5}: fe = 2,6 \times 0,105 \times \frac{s^{1,2}}{M^{1,3}}$		M: % humedad material. [6,5% valor por defecto]

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

Las horas ocupadas para realizar el proceso de excavación la cual se obtuvieron a través del rendimiento de la maquinaria y el volumen a excavar, se estimaron las emisiones producto del volumen de excavaciones a realizar durante la fase de construcción del Proyecto. En la siguiente tabla se muestra el detalle y resultado de las estimaciones.

Tabla D.6. Factor de emisión para el proceso de excavación del terreno.

Maquinaria	Capacidad pala (m ³)	Rendimiento (m ³ /h)	Factor emisor (kg/h)	
Excavadora	0,9	54,27	MP10	0,609
			MP2,5	0,312

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

El nivel de actividad se determina dividiendo el volumen a excavar por el rendimiento de la maquinaria utilizada en la excavación. Por defecto, se considerará que para una máquina con capacidad de palada de 0,9 (m³), se tiene un rendimiento igual a 54,27 (m³/h), aplicando una eficiencia del 67% (Caterpillar 2017). Cabe señalar que dicho rendimiento hace referencia a metros cúbicos sueltos de tierra excavada, por lo tanto, para determinar las horas de operación de la excavadora se debe utilizar el volumen de tierra esponjado, que según lo señalado en la Norma Chilena Oficial 353 Of.2000 para las actividades de excavación se considera un 20% de esponjamiento.

Para alcanzar el sello de fundación, se contempla la excavación de un total de 370 fundaciones, considerando el peor escenario posible. En este contexto, se estimaron las dimensiones máximas por fundación, las cuales corresponde a: 1,00 metro de profundidad (dato obtenido de la mecánica de suelos, Anexo 06 de la Consulta de Pertinencia) y superficies de 3,33 metros de largo por 3,33 metros de ancho y de 4,1 metros de largo por 4,1 metros de ancho, por sobre la cota de escarpe. Estas dimensiones se definieron conforme a las recomendaciones entregadas en el informe de Mecánica de Suelos del Proyecto y de los planos de fundaciones del proyecto. Cabe destacar que, se reutilizara un 30% proveniente de las excavaciones para los rellenos no estructurales.

En base a lo anterior, se estima un volumen total de excavación es 4961,058 m³ y de 5.953,27 m³ valor ya esponjado.

Tabla D.7. Emisión anual de MP para el proceso de excavación del proyecto más las medidas de control.

Año	fe (kg/h)		Volumen Esponjado (m ³)	Na (h)	Emisión (ton/año)	
	MP ₁₀	MP _{2,5}			MP ₁₀	MP _{2,5}
1	0,609	0,312	5.953,27	109,70	0,067	0,034

Fuente: Elaboración propia.

D.3.5. Emisión durante el proceso de nivelación

Actividad	Factor de emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Nivelación	$MP_{10} = 0,0056 \times k \times S^2$	(kg/km-veh)	S: Velocidad del compactador (km/h) [11,4 km/h por defecto]
	$MP_{2,5} = 0,0034 \times k \times S^{2,5}$		K: factor de partícula MP ₁₀ k= 0,60 MP _{2,5} k= 0,031

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

El nivel de actividad se determina en base al área a nivelar (m²), el ancho de la maquinaria (m) y el número de pasadas de la maquinaria.

Las horas de nivelación se calculan de la siguiente forma:

$$Km \text{ de nivelación} = \frac{\text{Area a nivelar (m}^2\text{)} \times n^{\circ} \text{ pasadas}}{\text{Ancho maquinaria (m)} \times 1000 \left(\frac{m}{km}\right)}$$

En donde, el ancho de la hoja de la motoniveladora es de 3,7 metros, la cual tiene una velocidad promedio de 11,4 km/h. a continuación se señalan las horas de nivelación, junto a la distancia recorrida por año, que en este caso sería el nivel de actividad.

Tabla D.8. Parámetros de Nivelación.

Año	Ancho Maquinaria (m)	Numero de Pasadas	Superficie a nivelar (m ²)	Nivel de actividad (Km/año)
1	3,7	7	62.837,00	118,88

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla D.9. Emisión anual de MP para el proceso de nivelación del proyecto y para las medidas de control.

Año	fe (kg/km)		Na (km)	Emisión (ton/año)	
	MP ₁₀	MP _{2,5}		MP ₁₀	MP _{2,5}
1	0,437	0,046	118,88	0,052	0,005

Fuente: Elaboración propia.

D.3.6. Emisión durante el proceso de compactación.

Actividad	Factor de emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Compactación	$MP_{10}: fe = 0,45 \times 0,75 \times \frac{S^{1,5}}{M^{1,4}}$	(Kg/h)	S: % de finos del suelo. [8,5% valor por defecto]
	$MP_{2,5}: fe = 2,6 \times 0,105 \times \frac{S^{1,2}}{M^{1,3}}$		M: % humedad material. [6,5% valor por defecto]

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

Para la determinación de las horas necesarias para la compactación, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Horas de compactación} = \frac{\text{Area a compactar (m}^2\text{)} \times n^{\circ} \text{ pasadas}}{\text{Ancho Rodillo (m)} \times \text{Velocidad (km/h)} \times 1000 \left(\frac{m}{km}\right)}$$

En cuanto al rodillo compactador, para conocer el nivel de actividad, en la siguiente tabla se detalla el rendimiento y nivel de actividad de este:

Tabla D.10. Parámetros de Compactación.

Año	Ancho Rodillo (m)	Velocidad de desplazamiento (km/h)	N° de Pasadas	Superficie compactar (m²)	Nivel de actividad (h/año)
1	1	9	8	62.837,00	55,86

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, las emisiones asociadas a la actividad de compactación son las siguientes:

Tabla D.11. Emisión para el proceso de compactación del proyecto y para las medidas de control.

Año	fe (kg/h)		Na (h)	Emisión (ton/año)	
	MP ₁₀	MP _{2,5}		MP ₁₀	MP _{2,5}
1	0,609	0,312	51,927	0,048	0,025

Fuente: Elaboración Propia.

D.3.7. Emisión durante el proceso de acopio.

Factor de emisión	Unidad	Parámetros
$FE_{MP10} = 0,953 \times \left(\frac{s}{1,5}\right) \times \left(\frac{f}{15}\right)$	kg/ha-día	s: Contenido de material fino (menor a 75 µm) del material (%), siendo s = 8,5%
$FE_{MP2,5} = 0,146 \times \left(\frac{s}{1,5}\right) \times \left(\frac{f}{15}\right)$		f: Porcentaje del tiempo en que la velocidad del viento no obstruido es mayor a 5,36 m/s a la altura media de la pila (%), siendo f=5

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

El Nivel de Actividad (NA) se determina a través de la superficie que ocupará una pila de material excavado, para este caso se ha dispuesto una superficie de 50 m² la cual se mantendrá durante las actividades de movimiento de tierra, obra gruesa y urbanización se estima alcance un total de 24 meses corridos, considerando 30 días de trabajo al mes, considerando el peor escenario. En la siguiente figura se presenta la superficie de acopio, la cual se irá desplazando conforme avance la obra y con esto el frente de trabajo.

Tabla D.12. Emisión anual para actividad de acopio del proyecto y de las medidas de control.

Año	fe (kg/ha-día)		Superficie de acopio (ha)	Tiempo (días)	Na (ha-día)	Emisión (ton/año)	
	MP ₁₀	MP _{2,5}				MP ₁₀	MP _{2,5}
1	1,800	0,276	0,005	360	1,800	0,003	0,000

Fuente: Elaboración propia.

D.3.8. Emisión durante la actividad de carga y volteo de material.

Actividad	Factor de emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Transferencia de Material, carguío y volteo de camiones	$fe = 0,0016 \times k \times \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$	(kg/ton)	U: Velocidad del viento (m/s). U: 5 valor por defecto.
			M: Humedad del material (%). [6,5% valor por defecto]
			K: factor de partícula MP ₁₀ k= 0,35 MP _{2,5} k= 0,053

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

Considerando un factor emisor de 0,000313 (kg/ton) para MP₁₀ en cambio de 0,000047 (kg/ton) para MP_{2,5}, la densidad de Escombros 1,2 (ton/m³) y para los Excedentes de tierra 2,1 (ton/m³). Los primeros dos valores fueron obtenidos por medio de la Norma Chilena: NCH 3562:2019 y la densidad de la tierra se obtuvo por medio del Estudio de Mecánica de Suelos del presente.

Se obtuvieron las siguientes estimaciones producto de la carga y descarga de material al interior del recinto.

Tabla D.13. Volumen removido y su respectiva densidad.

Año	Escombros			Excedentes		
	Volumen (m ³)	Densidad (ton/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)	Densidad (ton/m ³)	Peso (t)
1	7.439,00	1,2	8.926,80	12.269,92	2,1	25.766,83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.14. Nivel de actividad anual por carga y volteo de material²

Año	Escombros (ton)	Excedentes (ton)	TOTAL *2 (ton)
1	8.926,800	25.766,833	69.387,267

Fuente: Elaboración Propia.

Sobre la base de la información presentada, la siguiente tabla presenta las emisiones generadas por esta actividad:

Tabla D.15. Emisiones por carguío y volteo de material. Fase de construcción.

Año	fe (kg/t)		Na (t)	Emisión (ton/año)	
	MP ₁₀	MP _{2,5}		MP ₁₀	MP _{2,5}
1	0,00031	0,00005	69.387,267	0,022	0,003

Fuente: Elaboración Propia.

D.3.9. Emisión durante tránsito de vehículos pesados por caminos no pavimentados.

Actividad	Factor de emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Re-suspensión de MP por circulación de vehículos en caminos no pavimentados	$fe = 281,9 \times k \left(\frac{s}{12} \right)^{0,9} \left(\frac{W}{2,72} \right)^{0,45}$	(g/Km)	s: % de finos del suelo. [8,5% valor por defecto]
			W: Peso promedio de la flota que circula por las vías ton.
			K: factor de partícula MP ₁₀ k= 1,5 MP _{2,5} k= 0,15

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

El Proyecto contempla la circulación de vehículos pesados por vías no pavimentadas, tanto al interior como exterior del proyecto. Para las vías interiores se consideraron dos rutas, estas son: desde el acceso hasta la instalación de faena y desde el acceso hasta el frente de trabajo.

Las distancias a recorrer se muestran en la siguiente tabla:

Tabla D.16. Rutas Internas no pavimentadas.

Rutas internas no pavimentadas		
Ruta	Distancia (km)	Distancia total ida y vuelta (km)
Instalación de Faena	0,047	0,094

² La emisión total incluye la carga y descarga de material, es por esto por lo que se multiplica el total por dos.

Frente de Trabajo	0,234	0,468
Rutas externas no pavimentadas		
Ruta	Distancia (km)	Distancia total ida y vuelta (km)
Escombros	0,401	0,802
Excedentes	0,401	0,802

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del peso promedio de la flota de vehículos se considerará:

Tabla D.17. Características de los vehículos pesados utilizados para el transporte de materiales.

Maquinaria	Capacidad (m ³)	Capacidad (ton)	Peso bruto (ton)	Tara (ton)	Peso promedio (t)
Batea	20,0	31,4	41,0	9,6	25,28
Mixer	8	22,55	39	9,28	20,58
Plano	20	12,65	18,8	5,8	12,15
Camión 3/4	2,59	2,7	5,5	2,8	4,15
Camioneta	-	1,5	2,95	1,5	2,25

Fuente: Revisión bibliográfica.

La estimación de los viajes de los camiones y vehículos del proyecto se señala a continuación:

Tabla D.18. Viajes anuales según tipo de material transportado y según vehículo.³

Resumen cubicaciones	Cubicaciones SIN esponjamiento (m³)	Esponjamiento	Cubicaciones CON esponjamiento (m³)	Medio de Transporte	Capacidad m3	Viajes en volumen
	Año 1		Año 1			Año1
Materiales						
Hormigón Mixer	5.548,00	1	5.548,00	Mixer	8	694
Fierro	472,00	1	472,00	Plano	20	24
Tabiquería	11.029,00	1	11.029,00	Plano	20	551
Asfalto pavimentación	3.914,00	1,2	3.914,00	Batea	20,0	196
Terminaciones	2.794,00	1	2.794,00	Plano	20	140
Residuos			-			
Escombros	7.439,00	1,4	10.414,60	Batea	20,0	521
Excedentes	12.269,92	1,2	14.723,90	Batea	20,0	736

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla D.19. Viajes en Peso.

Resumen cubicaciones	Cubicaciones SIN esponjamiento (m³)	Densidad (ton/m³)	Peso en toneladas (t)	Medio de Transporte	Capacidad (t)	Viajes en Peso
	Año 1		Año 1			Año1
Materiales						
Hormigón Mixer	5.548,00	2,4	13.315,20	Mixer	8	590
Fierro	472,00	1	472,00	Plano	20	37
Tabiquería	11.029,00	1	11.029,00	Plano	20	872
Asfalto pavimentación	3.914,00	2,4	9.393,60	Batea	20,0	299
Terminaciones	2.794,00	1	2.794,00	Plano	20	221
Residuos						
Escombros	7.439,00	1,2	8.926,80	Batea	20,0	284
Excedentes	12.269,92	2,1	25.766,83	Batea	20,0	821

Fuente: Elaboración Propia.

³ No se considera multiplicar el número de viajes por dos (2) debido a que las rutas establecidas ya consideran distancias de ida y vuelta.

Tabla D.20. Viajes totales finales.

Resumen cubicaciones	Vehículo	Año 1
Materiales		
Hormigón Mixer	Mixer	694
Fierro	Plano	38
Tabiquería	Plano	872
Asfalto pavimentación	Batea	300
Terminaciones	Plano	221
Residuos		
Escombros	Batea	521
Excedentes	Batea	821
RESPEL ⁴	Camión 3/4	2
Otros		
Traslado v. livianos ⁵	Camioneta	1.239
Viajes totales anuales		5.060
Viajes mensuales		422
Viajes semanales		98
Viajes al día		20
Viajes al día por hora		2

Fuente: Anexo 02. Estimación de Emisiones Atmosféricas de la Adenda.

Para el cálculo el cálculo de peso promedio de la flota de camiones y vehículos livianos en toneladas se emplea la siguiente ecuación:

$$W = \frac{\sum_i^n [\bar{P}_i \times Nv_i]}{\sum_j^n Nv_j}$$

Dónde:

W: Peso promedio de los vehículos del proyecto.

Pi: Promedio entre el peso con y sin carga (t), del vehículo que hace un determinado tipo de viaje i.

Nvi: Numero de viajes de tipo i, en el año cronológico en cuestión.

Nvj: Numero de viajes del tipo de viaje j, en el año cronológico en cuestión.

n: Cantidad de tipos de viajes en el año cronológico en cuestión.

Para considerar el efecto de las lluvias, se puede aplicar un factor de 0,930, obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de corrección por lluvia camino no pavimentado} = 1 - \frac{P}{365}$$

Dónde P representa el número de días en el año en los que las precipitaciones superan los 0,254 mm. Este dato fue obtenido a través del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), en el Apéndice 03. Precipitaciones INIA del presente estudio de Estimación de Emisiones Atmosféricas se detalla el proceso de obtención de P.

⁴ El período máximo de almacenamiento de residuos peligrosos en el lugar de producción es de seis meses, según el Decreto Supremo 148/2003, por lo tanto, se consideran 2 viajes anuales.

⁵ Se consideraron 4 estacionamientos, multiplicados por 6 días/semana, 4,3 semanas/mes y 12 meses, obteniéndose 1.239 viajes anuales, incluidos en la estimación de emisiones de vehículos livianos en fase de construcción.

Rutas: Caminos internos no pavimentados

Se ha considerado que las vías internas del proyecto no serán pavimentadas hasta el final de la fase de construcción, por lo tanto, la circulación interna de las obras siempre será en caminos no pavimentados.

Se ha considerado un tramo de camino interno desde el acceso a la obra hasta el final del frente de trabajo que será recorrido por los camiones que lleguen a la obra como camiones mixer y camiones batea, considerando para estos efectos la distancia más larga probable. Por otro lado, contenido en esta distancia se considera un tramo menor de camino no pavimentado desde el acceso hasta el emplazamiento de la Instalación de faena donde llegarán los camiones para el retiro de residuos peligrosos (Bodega RESPEL), entrega de materiales y visitas a la obra. Es importante señalar que se considera un porcentaje de abatimiento de 68,5% producto de la humectación de caminos no pavimentados.

Tabla D.21. Cálculo de peso promedio de flota vehicular W en (ton) y del factor de emisiones (Fe).

Año	Ruta	Actividad	Pi	Nvi	Pi*Nvi	Fe MP ₁₀	Fe MP _{2,5}
1	Acceso – Frente de trabajo	Relleno Reutilizado	352	8.898,56	3.918,40	755,910	75,590
		Hormigón	694	14.282,52	18.316,20		
		Tabiquería	300	7.584,00	30.841,60		
		Asfalto pavimentación	221	2.685,15	0,00		
		Escombros	521	13.170,88	2.123,52		
		Excedentes	821	20.754,88	50.509,44		
		SUMA		2.909,00	67.375,99		
		W (ton)		23,16			
	Acceso – Instalación de Faena	Fierro	12,15	38	461,70	424,940	42,494
		Terminaciones	12,15	872	10.594,80		
		Peligrosos	4,15	2	8,30		
		Vehículos livianos	2,25	1.239	2.787,75		
		SUMA		2.151	13.852,22		
		W (ton)					

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, para las obras proyectadas, se ha considerado aplicar un tratamiento supresor de polvo correspondiente a riego asfáltico en los caminos no pavimentados utilizado durante la fase de construcción.

El riego asfáltico corresponde a un producto bituminoso, en este grupo se incluyen los asfaltos cortados y emulsiones asfálticas, entre otros. Aglomeran partículas finas, generalmente formando una superficie que mantiene las partículas de suelo en su lugar. Encapsulan y estabilizan la superficie de rodado, obteniendo una eficiente respuesta, similar al pavimento, con propiedades de visibilidad y seguridad como las de caminos asfaltados. Bajo condiciones adecuadas de suelo y material de relleno, esta solución puede mantener un camino de vehículos livianos estabilizado y encapsulado por más de un año.

Son productos muy resistentes, insolubles en agua, sin presentar evaporación. Generalmente resisten el rodado y poseen un alto punto de tensión de rotura, traspasando la fortaleza de la base a su superficie. Las emulsiones de alto contenido bituminoso (sobre 50%) forman una carpeta altamente resistente a la carga y rodado, de gran adherencia e hidrorrepelente, no siendo resbaladiza ante la presencia de agua o humedad⁶.

⁶ Prácticas para suprimir el polvo, Minería Chilena [en línea, visita 11/08/2022, <https://www.mch.cl/reportajes/practicas-para-suprimir-el-polvo/#:~:text=La%20aplicaci%C3%B3n%20de%20agua%20como,30%20minutos%20y%2012%20horas>].

De acuerdo con estudios efectuados en minería, se ha logrado controlar sobre el 94%⁷ del polvo en los caminos utilizando productos bituminosos.

Sobre la base de lo anterior, los cálculos se realizarán considerando este porcentaje de abatimiento.

Dicho riego será realizado en forma previa al inicio de la fase de construcción, se contempla que se realicen mantenciones cada 6 meses o dependiendo del estado de la carpeta de rodado que será verificado por el Jefe de Obra para asegurar un buen estado del camino.

Previo a su implementación se realizará un acondicionamiento del camino mediante la nivelación con motoniveladora y su compactación mediante rodillo compactador. Estas actividades se incorporan al inventario de emisiones.

En el capítulo K PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN DE CAMINOS INTERIORES se presenta el Plan de seguimiento y control riego asfáltico en vías internas del proyecto.

Tabla D.22. Emisión de MP por tránsito de vehículos en camino no pavimentado al interior de la obra.

Materiales	Fe MP ₁₀ (g/km)	Fe MP _{2,5} (g/km)	Distancia ida y vuelta (km)	Nº de viajes	Na (km/año)	Ea (%)	E MP ₁₀ (ton/año)	E MP _{2,5} (ton/año)
Año 1								
Relleno reutilizado	755,910	75,591	0,468	352	164,736	94	0,007	0,001
Hormigón	755,910	75,591	0,468	694	324,792	94	0,015	0,001
Fierro	424,940	42,494	0,094	38	3,572	94	0,000	0,000
Terminaciones	424,940	42,494	0,094	872	81,968	94	0,002	0,000
Áridos	755,910	75,591	0,468	300	140,4	94	0,006	0,001
Asfalto	755,910	75,591	0,468	221	103,428	94	0,005	0,000
Escombros	755,910	75,591	0,468	521	243,828	94	0,011	0,001
Excedentes	755,910	75,591	0,468	821	384,228	94	0,017	0,002
Peligrosos	424,940	42,494	0,094	2	0,188	94	0,000	0,000
Vehículos livianos	424,940	42,494	0,094	1.239	116,466	94	0,003	0,000
Totales Año 1							0,067	0,007

Fuente: Elaboración propia

Rutas: Caminos externos no pavimentados

Para emisiones fuera del proyecto, referente a caminos no pavimentados al exterior del Proyecto, se considera para la ruta de Escombros y Excedentes una distancia de 0,401. Es importante señalar que no se considera abatimiento para estimar la peor condición. A continuación, se presenta los viajes según material transportado:

Tabla D.23. Viajes anuales según tipo de material transportado fuera del proyecto por camino no pavimentado (Interior botadero y áridos).⁸

Actividad	Vehículo	Año 1
-----------	----------	-------

⁷ Control de polvo en minería: Tecnología, seguridad y eficiencia, Construcción, Minería & Energía [en línea, visita 11/08/2022, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcjpcglclefindmkaj/https://extension.cchc.cl/datafiles/32870-2.pdf]

⁸ No se considera multiplicar el número de viajes por dos (2) debido a que las rutas establecidas ya consideran distancias de ida y vuelta.

Materiales		
Escombros	Batea	84
Excedentes	Batea	1.998

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.24. Cálculo de peso promedio de flota de camiones pesados W en (ton) y factor de emisión al exterior del proyecto.

Año	Ruta	Actividad	Pi	Nvi	Pi*Nvi	Fe MP ₁₀	Fe MP _{2,5}
1	Ruta externa	Escombros	25,28	521	13.170,88	786,279	78,63
		Excedentes	25,28	821	20.754,88		
		SUMA		1.342,00	33.925,76		
		W (ton)		25,28			

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las emisiones por tránsito en camino no pavimentado al exterior del proyecto.

Tabla D.25. Emisión de MP por tránsito de vehículos pesados en camino no pavimentado al exterior de la obra.

Materiales	Fe MP ₁₀ (g/km)	Fe MP _{2,5} (g/km)	Distancia ida y vuelta (km)	Nº de viajes	Na (km/año)	Ea (%)	E MP ₁₀ (ton/año)	E MP _{2,5} (ton/año)
Año 1								
Escombros	786,279	78,628	0,802	521	417,842	0	0,329	0,033
Excedentes	786,279	78,628	0,802	821	658,442	0	0,518	0,052
TOTAL							0,846	0,085

Fuente: Elaboración propia.

Sobre la base de la información presentada, en la siguiente tabla se presenta el total de las emisiones generadas por el tránsito de vehículos en caminos no pavimentados, tanto al interior como exterior de la obra.

Tabla D.26. Emisiones totales producto del tránsito de vehículos en caminos no pavimentados.

Año	Tipo Emisión	Emisión (ton/año)	
		MP ₁₀	MP _{2,5}
1	Internas	0,067	0,007
	Externas	0,846	0,085
	Total	0,913	0,091

Fuente: Elaboración propia.

D.3.10. Emisión durante tránsito de vehículos pesados en caminos pavimentados

Los factores de emisión considerados se presentan según los flujos de las vías que recorren los camiones desde que salen del recinto hasta que llegan al lugar de descarga, o desde los lugares que abastecen de insumos hasta que llegan a la entrada de camiones de la zona del proyecto.

Tabla D.27. Factor de emisión debido al tránsito de camiones.

Actividad	Factor de emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Resuspensión por circulación de vehículos en caminos pavimentados	$fe = k \times sL^{0,91} (W \times 1,1023)^{1,02}$	(g/Km)	sL: Carga de fino de la superficie, g/m ² . <u>Valores por defecto:</u> 0,3 para vías con flujo superior a 10.000 veh/día 0,7 para vías con flujo entre 500 y 10.000 veh/día 2,4 para vías con flujo inferior a 500 vehículos día.

			W: Peso promedio de la flota en ton. [Valor referencia 8 ton]
			K: factor de partícula MP ₁₀ k= 0,62 MP _{2,5} k= 0,15

Fuente: Guía de Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana de la SEREMI MMA RM, octubre 2020.

Para considerar el efecto de las lluvias, se puede aplicar un factor de 0,984, obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de corrección por lluvia camino pavimentado} = 1 - \frac{P}{4 \times 365}$$

Donde P corresponde al número de días en el año con precipitaciones superiores a 0,254 [mm]. En el Apéndice 03. Precipitaciones INIA del presente estudio, se demuestran los días con precipitación mayor a 0,254 [mm] correspondientes al último año.

Tabla D.28. Factores de emisión tránsito de camiones con factor por días de lluvia.

Criterio	Fe (g/Km)	
Superior a 10.000 veh/día	MP ₁₀	1,8792
	MP _{2,5}	0,4546
Entre 500 y 10.000 veh/día	MP ₁₀	4,0629
	MP _{2,5}	0,9830
Menor a 500 veh/día	MP ₁₀	12,4677
	MP _{2,5}	3,0164

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las rutas de los vehículos durante la fase de construcción del proyecto, desde los centros de distribución (proveedores), hasta la obra y viceversa. Los kmz de las rutas se adjuntan en el Apéndice 02. Kmz de rutas y superficies del presente estudio.

Tabla D.29. Rutas seguidas para el transporte de material durante la fase de construcción del Proyecto.

Ruta Ida	Distancia (Km)	Tipo	Ruta vuelta	Distancia (Km)	Tipo
Materiales					
Easy Cerrillos - Cmo. a Melipilla 10939, Santiago, Maipú, Región Metropolitana					
Ruta interior easy	0,1	TM	Camino a Melipilla / Ruta 76	0,27	TA
Camino a Melipilla / Ruta 76	0,27	TA	Ruta interior easy	0,1	TM
Áridos					
Bitumix Planta Maipú - Cerro Sombrero N°1020, Maipú					
Cerro Sombrero	1,1	TA	Camino a Melipilla / Ruta 76	1,5	TA
Camino a Melipilla / Ruta 76	1,87	TA	Cerro Sombrero	1,1	TA
Hormigones					
Hormigones BSA - Ruta G-30 10334, 8060558 Buin, San Bernardo, Región Metropolitana					
Av. Lonquén	0,692	TA	Camino a Melipilla / Ruta 76	0,18	TA
Av. Lo Espejo	1,4	TA	Av. Lo Espejo	1,5	TA
Camino a Melipilla / Ruta 76	0,57	TA	Av. Lonquén	1	TA
RESPEL					
Bravo Energy - Las Industrias N°12600, Maipú					
Camino a Melipilla / Ruta 76	3,48	TA	Las Industrias	0,22	TM
Santa Marta	0,4	TM	Santa Marta	0,5	TM
Las Industrias	0,22	TM	Camino a Melipilla / Ruta 76	2,57	TA
RESCON					
Botadero Sociedad Minera Arrip S.A - Av. Pdte. Salvador Allende 5198, 9230053 Cerrillos					
Camino a Melipilla / Ruta 76	2,28	TA	Av. Presidente Salvador Allende	4,1	TA

Av. Américo Vespucio	1	TA	Av. Esq. Blanca	1,06	TA
Divino Maestro	1,3	TM	Camino a Melipilla / Ruta 76	1,2	TA
Av. Presidente Salvador Allende	1,7	TA			
Vehículos livianos		Acceso Av. Américo Vespucio			
Camino a Melipilla / Ruta 76	1,64	TA	Camino a Melipilla / Ruta 76	2,17	TA

Nota: TA = Flujo Superior a 10.000 veh/día, TM: Entre 500 y 10.000 veh/día y TB Menor a 500 veh/día.

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la información presentada anteriormente, a continuación, se describen las distancias por ruta para cada una de las actividades del proyecto durante la fase de construcción:

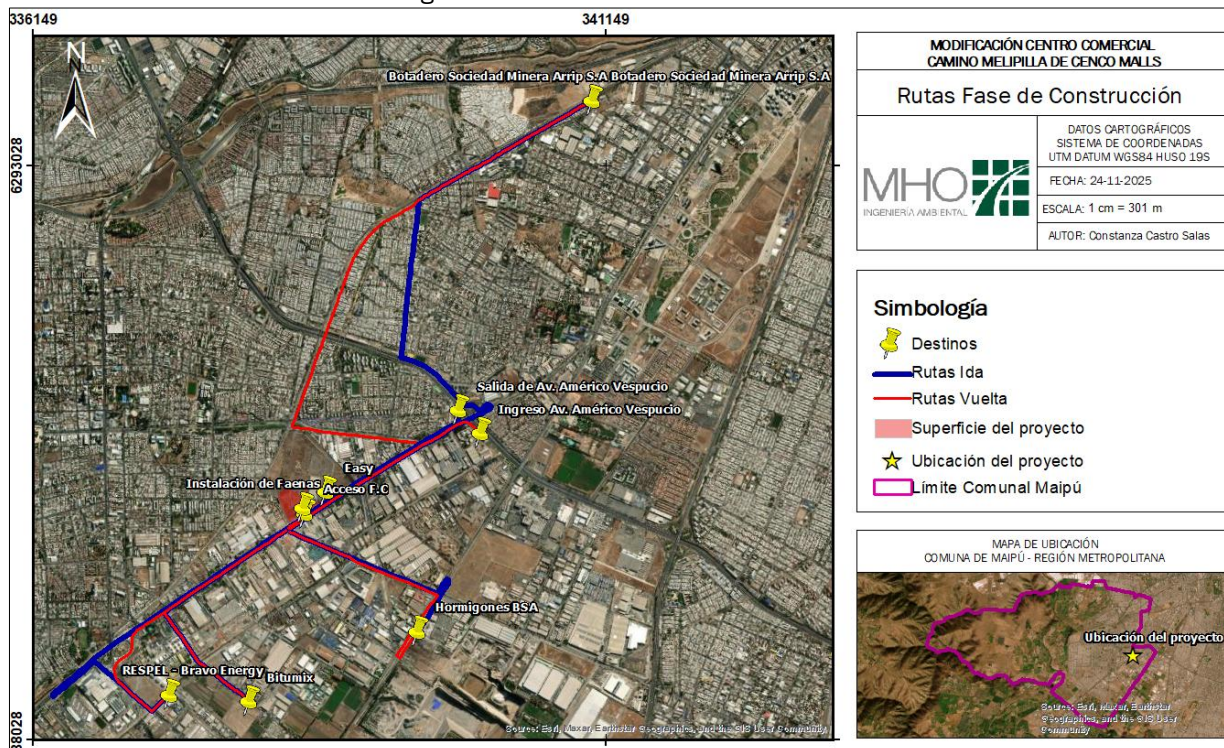
Tabla D.30. Total de las rutas.

	Ruta	TA	TM	TB
Materiales				
Hormigón Mixer	Hormigones	5,342	0,000	0,000
Fierro	Materiales	0,540	0,200	0,000
Tabiquería	Materiales	0,540	0,200	0,000
Asfalto pavimentación	Áridos	5,570	0,000	0,000
Terminaciones	Materiales	0,540	0,200	0,000
Residuos				
Escombros	RESCON	11,340	1,300	0,000
Excedentes	RESCON	11,340	1,300	0,000
Peligrosos	RESPEL	6,050	1,340	0,000
Otros				
Vehículos livianos	Obra	2,170	0,000	0,000

Nota: A= Tráfico Alto, M=Tráfico Medio, B=Tráfico Bajo y NP=No Pavimentado.

Fuente: Elaboración propia.

Figura D.2. Ruta Fase de Construcción.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.31. Viajes finales considerados en el cálculo de emisiones. Fase de construcción.⁹

Resumen cubicaciones	Vehículo	Año 1
Materiales		
Hormigón Mixer	Mixer	694
Fierro	Plano	38
Tabiquería	Plano	872
Asfalto pavimentación	Batea	300
Terminaciones	Plano	221
Residuos		
Escombros	Batea	521
Excedentes	Batea	821
RESPEL	Camión 3/4	2
Otros		
Traslado v. livianos	Camioneta	1.239
Total		5.060

Fuente: Elaboración propia.

Sobre la base de la información presentada, en la siguiente tabla se presenta los niveles de actividad y las emisiones generadas producto de la resuspensión en vías pavimentadas.

Tabla D.32. Emisiones por tránsito de vehículos en vías pavimentadas. Fase de construcción.

Año	Na (km)			Emisión (ton/año)							
				MP ₁₀				MP _{2,5}			
	TA	TM	TB	TA	TM	TB	Total MP10	TA	TM	TB	Total MP2,5
1	23.908,10	1.973,48	0,00	0,045	0,008	0,000	0,053	0,011	0,002	0,000	0,013

Fuente: Elaboración propia.

D.3.11. Emisión por Combustión vehicular

Los factores de emisión que se utilizarán son los que se presentan en la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana” (octubre, 2020) de la SEREMI de MMA de la Región Metropolitana. De manera conservadora se considerarán los factores de emisión para vehículos Diesel, con tecnología Euro IV. En la tabla que se muestra a continuación, se resumen los factores de emisión considerados:

Tabla D.33. Factores de emisión según categoría

Categoría	Subcategoría	Factor de Emisión (g/km) con tecnología Euro IV							
		MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CC	SO ₂	NH ₃	CO	COV
Vehículos Pesados	Diesel < 7,5 t	0,0106	0,0106	1,6400	101,00	0,0030	0,0029	0,0470	0,0050
	Diesel 16-32 t	0,0239	0,0239	3,8300	210,00	0,0063	0,0029	0,1050	0,0100
	Diesel >32 t	0,0268	0,0268	4,6100	251,00	0,0075	0,0029	0,1210	0,0120
Vehículo Comercial Liviano	Diesel < 1,4 t	0,0314	0,0314	0,5800	73,00	0,0022	0,0010	0,0920	0,0140

Fuente: Guía de Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana de la SEREMI MMA RM, octubre 2020.

Para la estimación de las emisiones de SO₂ se debe utilizar la metodología Tier 1, en donde se asume que todo el azufre del combustible es transformado en SO₂, usando la siguiente ecuación:

$$E_{SO_2,m} = 2 \times k_{s,m} \times CC_m$$

⁹ No se considera multiplicar el número de viajes por dos (2) debido a que las rutas establecidas ya consideran distancias de ida y vuelta.

Donde:

E_{so2,m}: Emisiones de SO₂ por combustible m, en [g/año].

k_{S,m}: Peso relativo del azufre en el combustible m, en [g/g combustible]. Para efectos de la revisión de proyectos en la Región Metropolitana, se considerará que el contenido de azufre en el combustible es de 15 [ppm], que equivale a 0,000015 [g/g combustible]5.

CC_m: Consumo del combustible m [g/año].

Cabe señalar que, el nivel de actividad corresponde a los kilómetros anuales recorridos por cada tipo de vehículo del proyecto.

Sobre la base de la información presentada, la siguiente tabla presenta el nivel de actividad y las emisiones generadas por esta actividad:

Tabla D.34. Nivel de actividad y emisiones por tipo de vehículo.

Subcategoría	Na (km/año)	E MP ₁₀ (ton/año)	E MP _{2,5} (ton/año)	E NOX (ton/año)	E CC (ton/año)	E SO ₂ (ton/año)	E NH ₃ (ton/año)	E CO (ton/año)	E COV (ton/año)
Año 1									
Diésel <7,5 t	130,2	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Diésel 16-32 t	0,000	0,000	0,004	0,215	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Diésel >32 t	157.946,7	0,001	0,001	0,114	6,194	0,000	0,000	0,003	0,000
Diésel <1,4 t	6.328,8	0,000	0,000	0,002	0,205	0,000	0,000	0,000	0,000
Emisión (ton/año)	-	0,001	0,001	0,119	6,615	0,000	0,000	0,003	0,000

Fuente: Elaboración propia.

D.3.12. Emisión por Combustión por maquinaria fuera de ruta

La siguiente metodología está basada en dos documentos, en primer lugar, en el “Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling” (EPA, 2002), que aporta con la fórmula general de obtención de emisiones, y en segundo lugar, en el capítulo 1.A.4 Non Road Mobile Machinery (EMEP/EEA, 2016b), que aporta con factores de emisión y parámetros más actualizados que los indicados por la EPA.

Cabe destacar que para efectos de este informe se considera que las maquinarias utilizadas son del Estándar EPA “Tier 2”, por lo que los factores de emisión y otros parámetros se encuentran en el Estándar Europeo “Stage II”, según la Guía de Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana de la SEREMI MMA RM, octubre 2020.

La ecuación para determinar las emisiones es la siguiente:

$$E_{i,j} = h_i \times P_i \times (1 + FD_i) \times FC_i \times TAF_i \times FE_{Base\ i,j}$$

Dónde:

E_{i,j}: Emisiones del contaminante j, de la maquinaria i, en [g/año].

h_i: Horas de utilización de la maquinaria i, en [h/año].

P_i: Potencia del tipo de maquinaria i, en [kW].

FD_i: Factor de deterioro de la maquinaria i, adimensional

FC_i: Factor de carga de la maquinaria i, adimensional.

TAF_i: Factor de ajuste transiente de la maquinaria i, adimensional.

FE_{Base i,j}: Factor de emisión del contaminante j, de la maquinaria i, en [g/kWh].

En cuanto a los parámetros a utilizar para obtener las emisiones, se indica que el factor de deterioro (FD) se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$FD = \frac{K}{VU} \times FD_{VU}$$

Dónde:

K: Edad de la maquinaria (entre 0 y la vida útil), en años.

VU: Vida útil de la maquinaria, en años.

FD_{VU}: Factor de deterioro relativo a la vida útil de la maquinaria.

Cabe señalar que cuando la edad de la maquinaria supera el de la vida útil, se debe usar un *FD* equivalente al *FD_{VU}*.

Para el cálculo del parámetro *FD*, se consideró que; las maquinarias a utilizar tendrán 5 años (*K*), escenario conservador. Para la vida útil (*VU*), se considera lo señalado en Guía de Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana de la SEREMI MMA RM, octubre 2020. Para el factor de carga (*FC*), en base a lo señalado en la guía, y considerando un escenario conservador, se debe utilizar un valor de 0,8 para todas las maquinarias fuera de ruta. Para los Factores de; Factor de deterioro relativo a la vida útil de la maquinaria (*FD_{VU}*), Factor de ajuste transiente de la maquinaria (*TAF*) y Factor de emisión del contaminante (*FE_{Base}*), se considera lo señalado en Guía de Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana de la SEREMI MMA RM, octubre 2020, según el tipo de tecnología de la maquinaria, que, a modo conservador se considerara la “Stage II”, también llamada “Tier 2”.

De esta forma, los parámetros a utilizar se muestran en la siguiente tabla. Cabe señalar que los valores de potencia fueron obtenidos de las fichas técnicas las cuales se adjuntan en el Apéndice 01. Fichas Técnicas del presente estudio.

Tabla D.35. Parámetros para el cálculo de emisiones por combustión de maquinaria.

Maquinaria	P (KW)	FD				K	VU	FC	FD _{VU}				
		MP	NOx	CO	COV				MP	NOx	CO	COV	
Minicargador	55	0,17	0,00	0,04	0,00	5	14	0,8	0,473	0,009	0,101	0,0034	
Excavadora	104	0,24	0,00	0,05	0,00	5	10	0,8	0,473	0,009	0,101	0,0034	
Retroexcavadora	74	0,24	0,00	0,05	0,00	5	10	0,8	0,473	0,009	0,101	0,0034	
Camión Mixer	130	0,16	0,00	0,03	0,00	5	15	0,8	0,473	0,009	0,101	0,0034	
Motoniveladora	108	0,24	0,00	0,03	0,00	5	10	0,8	0,473	0,009	0,101	0,0034	
Rodillo Doble	16,1	0,17	0,00	0,04	0,00	5	14	0,8	0,473	0,009	0,101	0,0034	
Bomba Hormigón	43	0,17	0,00	0,04	0,00	5	15	0,8	0,473	0,009	0,101	0,0034	
Maquinaria	TAF					FE _{Base} (g/kWh)							
	MP	NOx	CC	CO	COV	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
Minicargador	1,23	0,95	1,01	1,53	1,05	0,200	0,200	5,500	260	0,0078	0,002	2,200	0,400
Excavadora	1,23	0,95	1,01	1,53	1,05	0,200	0,200	5,200	255	0,0077	0,002	1,500	0,300
Retroexcavadora	1,23	0,95	1,01	1,53	1,05	0,200	0,200	5,500	260	0,0078	0,002	2,200	0,400
Camión Mixer	1,23	0,95	1,01	1,53	1,05	0,100	0,100	5,200	250	0,0075	0,002	1,500	0,300
Motoniveladora	1,23	0,95	1,01	1,53	1,05	0,200	0,200	5,200	255	0,0077	0,002	1,500	0,300
Rodillo Doble	1,23	0,95	1,01	1,53	1,05	1,600	1,600	11,200	270	0,081	0,020	5,000	2,500
Bomba Hormigón	1,23	0,95	1,01	1,53	1,05	0,200	0,200	5,500	260	0,0078	0,002	2,200	0,400

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía de Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana de la SEREMI MMA RM, octubre 2020.

El nivel de actividad corresponde a las horas anuales de utilización de cada maquinaria usada en el proyecto. Las horas de usos de maquinaria se estimaron según horas al día por la cantidad de días que dura la actividad de acuerdo con el cronograma y/o según el rendimiento de cada maquinaria.

A continuación, se presenta la cantidad de unidades por tipo de maquinaria y el rendimiento según corresponda.

Tabla D.36. Cantidad de maquinarias y rendimiento.

Maquinaria	Cantidad	Rendimiento (m³/h)
Minicargador	1	-
Excavadora	2	54,3
Retroexcavadora	1	-
Motoniveladora*	1	Rendimiento (Nivelación)
Rodillo Doble*	2	Rendimiento (Compactación)
Bomba Hormigón	1	4,6

*El nivel de actividad para la Motoniveladora y Compactadora fue determinado en las actividades correspondientes (Nivelación y Compactación) según ficha técnica de maquinaria y superficie a intervenir.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla D.37. Nivel de Actividad Maquinaria Fuera de Ruta.

Maquinaria	Nivel de Actividad Año 1 (h/año)
Minicargador	880
Excavadora	388
Retroexcavadora	880
Camión Mixer	323
Motoniveladora	29
Rodillo Doble	56
Bomba Hormigón	603

Fuente: Elaboración Propia.

En base a lo anteriormente expuesto, las emisiones producto del funcionamiento de la maquinaria fuera de ruta, son las siguientes:

Tabla D.38. Emisión anual por combustión de maquinarias en (ton/año).

Emisiones Minicargador (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,011	0,011	0,203	10,180	0,000	0,000	0,135	0,016
Emisiones Excavadora (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,010	0,010	0,160	8,308	0,000	0,000	0,078	0,010
Emisiones Retroexcavadora (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,016	0,016	0,273	13,704	0,001	0,000	0,184	0,022
Emisiones Camión Mixer (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,005	0,005	0,166	8,480	0,000	0,000	0,080	0,011
Emisiones Motoniveladora (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,001	0,001	0,012	0,646	0,000	0,000	0,006	0,001
Emisiones Rodillo Doble (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,002	0,002	0,008	0,196	0,000	0,000	0,006	0,002
Emisiones Bomba Hormigón (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,006	0,006	0,109	5,454	0,000	0,000	0,072	0,009

Emisiones Totales (t/año)								
Año	MP10	MP2,5	NOx	CC	SOx	NH3	CO	COV
1	0,050	0,050	0,931	46,968	0,002	0,001	0,561	0,070

Fuente: Elaboración Propia.

D.4. RESUMEN DE EMISIONES DURANTE FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las siguientes tablas muestran las emisiones de la fase de construcción, contrastadas con las emisiones máximas según el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana.

Tabla D.39. Cuadro resumen con emisiones totales en fase de construcción.

Actividades	Emisiones Atmosféricas (ton/año)											
	NO _x	CC	SO _x	NH ₃	CO	COV	MP10 _{comb}	MP2,5 _{comb}	MP10 _{resus}	MP2,5 _{resus}	MP10 _{total}	MP2,5 _{total}
Año 1												
Demolición	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0,000	0,000
Escarpe	-	-	-	-	-	-	-	-	0,180	0,027	0,180	0,027
Excavación	-	-	-	-	-	-	-	-	0,067	0,034	0,067	0,034
Erosión de Material de Acopio	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	0,000	0,003	0,000
Carguío - volteo	-	-	-	-	-	-	-	-	0,022	0,003	0,022	0,003
Compactación	-	-	-	-	-	-	-	-	0,034	0,017	0,034	0,017
Nivelación	-	-	-	-	-	-	-	-	0,052	0,005	0,052	0,005
Circulación de vehículos en caminos pavimentados	-	-	-	-	-	-	-	-	0,053	0,013	0,053	0,013
Circulación de vehículos en caminos no pavimentados	-	-	-	-	-	-	-	-	0,913	0,091	0,913	0,091
Combustión vehículos	0,119	6,615	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,001	-	-	0,001	0,001
Combustión maquinaria fuera de ruta	0,931	46,968	0,002	0,001	0,561	0,070	0,050	0,050	-	-	0,050	0,050
Emisiones Totales (ton/año)	1,051	53,583	0,002	0,001	0,564	0,071	0,051	0,051	1,324	0,192	1,375	0,243

Fuente: Elaboración propia.

Tabla D.40. Cuadro resumen anual por contaminante (ton/año), Fase de construcción.

Año	MP ₁₀		MP ₁₀ total	MP _{2,5}		MP _{2,5} total	NO _x	CC	SO ₂	CO	COV	NH ₃
	Resuspensión	Combustión		Resuspensión	Combustión							
1	1,324	0,051	1,375	0,192	0,051	0,243	1,051	53,583	0,002	0,564	0,071	0,001

Fuente: Elaboración propia.

E ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN LA FASE DE OPERACIÓN

E.1. CÁLCULO DE EMISIONES

Las principales fuentes de emisión asociadas a la fase de operación del proyecto se relacionan con el tránsito vehicular de los futuros habitantes, las cuales han sido estimadas conforme a los desplazamientos proyectados. En la siguiente tabla se resumen las fuentes de emisión de la fase de operación del proyecto:

Tabla E.1. Principales fuentes de emisión.

Tipo de emisión	Actividad	Contaminante
Emisiones Directas	Tránsito de Vehículos Particulares por caminos pavimentados al interior del sitio donde se emplaza el proyecto	MP10, MP2,5
	Emisiones de combustión de Vehículos Particulares	NOx, NH3, CO, HC, MP10, MP2,5
Emisiones Indirectas	Tránsito de Vehículos Particulares por caminos pavimentados fuera del sitio donde se emplaza el proyecto	MP10, MP2,5
	Emisiones de combustión de Vehículos Particulares, Grupos Electrógenos	NOx, NH3, CO, HC, MP10, MP2,5

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

E.1.1. Emisión durante el tránsito de vehículos livianos

Los factores de emisión considerados se presentan según los flujos de las vías que recorren los vehículos particulares desde que salen del área del proyecto.

Tabla E.2. Factor de emisión debido al tránsito de vehículos.

Actividad	Factor de emisión (fe)	Unidad	Parámetros
Circulación de vehículos en caminos pavimentados	$fe = k \times sL^{0,91} (W * 1,1023)^{1,02}$	(g/Km)	sL: Carga de fino de la superficie, g/m ² . Valores por defecto: 0,3 para vías con flujo superior a 10.000 veh/día 0,7 para vías con flujo entre 500 y 10.000 veh/día 2,4 para vías con flujo inferior a 500 vehículos día.
			W: Peso promedio de la flota en ton. [Valor referencia 2,73 ton]
			K: factor de partícula MP10 k= 0,62 MP2,5 k= 0,15

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

Para considerar el efecto de las lluvias, se puede aplicar un factor de 0,984, obtenido mediante la siguiente ecuación (Guía de Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana de la SEREMI MMA RM, 2020):

$$\text{Factor de corrección por lluvia} = 1 - \frac{P}{4x365}$$

Donde P corresponde al número de días en el año con precipitaciones superiores a 0,254 [mm]. En el Apéndice 03. Precipitaciones INIA del presente estudio, se demuestran los días con precipitación mayor a 0,254 [mm] correspondientes al último año.

Con respecto a las rutas, de acuerdo con lo presentado en el Estudio de Emisiones Atmosféricas de la DIA del presente Proyecto, se debe indicar que, en un ámbito de análisis a “escala regional”, como el de aplicación del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, y considerando que las emisiones por tránsito de vehículos en vías pavimentadas tienen su origen en fuentes móviles, no se prevé un incremento de las mismas, sino más bien una reducción de los viajes debido a la relocalización de estos en un sector del Gran Santiago (entorno del Proyecto). Se consideró una distancia de 0.5 km de ida y de vuelta para estimar el efecto local en el aumento de emisiones. Esta distancia corresponde a la máxima distancia que deberán recorrer los vehículos para desviarse desde las calles principales por donde actualmente circulan. Los vehículos que ingresan (o salen por) desde el camino a Melipilla, no deberán desviarse más que algunos metros, al igual que los que provienen (o van al) desde el sur por Lo Espejo. En cuanto a los que circulan por Esquina Blanca, estos deberán acceder (o salir) por la prolongación del camino de Av. El Álamo recorriendo una distancia de aproximadamente 500 metros.

Sobre la base de la información anterior, la cual fue la misma utilizada para el Estudio de Estimación de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante la Consulta de Pertinencia de este proyecto (pronunciamiento favorable a través de la Resolución Exenta N° 202441310120, de fecha 11 de enero de 2024), se presenta en la siguiente tabla la distancias por ruta.

Tabla E.3. Distancias recorridas por ruta, según tipo de tráfico. Fase de Operación.

Tipo de Flujo	Tráfico Alto (TA)	Tráfico Medio (TM)	Tráfico Bajo (TB)
Distancia recorrida (km)	1,000	0,000	0,000

Fuente: Estudio de Estimación de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante la Consulta de Pertinencia de este proyecto, pronunciamiento favorable a través de la Resolución Exenta N° 202441310120, de fecha 11 de enero de 2024.

Con respecto a los flujos, al igual que las rutas, se utilizaron los aprobados en el Estudio de Estimación de Emisiones Atmosféricas asociado a la Consulta de Pertinencia de este proyecto, la cual obtuvo pronunciamiento favorable mediante Resolución Exenta N° 202441310120, de fecha 11 de enero de 2024. En estas emisiones aprobadas se declaró que para la determinación de los viajes generados, se ha considerado un flujo vehicular desde y hacia el Centro Comercial de 750 vehículos diarios correspondientes al Local EASY y 5.000 vehículos diarios correspondientes al Supermercado y Locales Comerciales, dato entregado por el Titular.

Cabe destacar que en el año 1 el Easy se encuentra en funcionamiento total y que, a partir del año 2, opera la totalidad del proyecto, es decir, el Easy, el supermercado y los locales comerciales (Flujo total).

A continuación, se presentan dichos flujos.

Tabla E.4. Flujo Vehicular Proyectado por Año.

Flujo vehicular	Año 1	Año 2+
Viajes diarios	750	5.780
Viajes totales por año	273.750	2.098.750

Fuente: Estudio de Estimación de Emisiones Atmosféricas aprobado mediante la Consulta de Pertinencia de este proyecto, pronunciamiento favorable a través de la Resolución Exenta N° 202441310120, de fecha 11 de enero de 2024.

Cabe destacar que se mantienen las rutas y los flujos, dado que esta nueva Consulta de Pertinencia que se somete a evaluación no modifica las superficies ni la superficie construida, el único cambio corresponde al emplazamiento del proyecto, con respecto de la Consulta de Pertinencia aprobada en 2024.

En la siguiente tabla se resumen los factores de actividad para el tránsito de vehículos en la fase de operación.

Tabla E.5. Nivel de Actividad fase de operación del proyecto.

Año	Na (km)		
	TA	TM	TB
1	2.098.750	0,00	0,00
2+	2.098.750,00	0,00	0,00

Nota: TA= Tráfico Alto, TM=Tráfico Medio y TB=Tráfico Bajo. Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla que se muestran a continuación, se indican las emisiones producto del tránsito de vehículos en caminos pavimentados.

Tabla E.6. Emisión (ton/año) resuspensión circulación vehículos de la operación.

Año	fe [g/km] ¹⁰						Emisión total MP10 [t/año]	
	MP10			MP2,5			MP10	MP2,5
	TA	TM	TB	TA	TM	TB		
1	0,246	0,531	0,394	0,059	0,129	0,394	0,067	0,0163
2+	0,246	0,531	0,394	0,059	0,129	0,394	0,516	0,1247

Fuente: Elaboración propia.

E.1.2. Emisión durante combustión vehicular

Los factores de emisión que se utilizarán los vehículos particulares son los que se presentan en la “Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana” (octubre, 2020) de la SEREMI de MMA de la Región Metropolitana

Para la estimación de las emisiones provenientes de la combustión producida en los vehículos livianos que circulan en las rutas fuera del Proyecto hasta el acceso de este, se realizó el cálculo de emisión para vehículos livianos, considerando el tipo Vehículo Diésel EURO IV, considerando los siguientes factores de emisión:

En la tabla que se muestra a continuación, se resumen los factores de emisión considerados:

Tabla E.7. Factores de emisión según categoría.

Factores de emisión [g/km] con tecnología Euro IV									
Categoría vehicular	Subcategoría	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CC	SO ₂	NH ₃	CO	COV
Veh. Pasajeros	Vehículo Diesel 1,4-2,0(l)	0,0314	0,0314	0,5800	73,00	0,0022	0,0010	0,0920	0,0140

Fuente: Elaboración propia en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

De acuerdo con los viajes anuales de material a transportar se calcularon las emisiones.

Tabla E.8. Nivel de actividad y Emisiones para la combustión de vehículos – Fase operación.

Año	Na	MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	CC	SO ₂	NH ₃	CO	COV
-----	----	------------------	-------------------	-----------------	----	-----------------	-----------------	----	-----

¹⁰ Se utilizaron los mismos valores de factores de emisión de la Consulta de Pertinencia aprobada (Resolución Exenta N°202441310120, 2024), dado que los flujos se mantienen, por lo tanto, no se generan diferencias en las emisiones asociadas a esta actividad.

	(km/año)	(ton/año)	(ton/año)	(ton/año)	(ton/año)	(ton/año)	(ton/año)	(ton/año)	(ton/año)
1	273.750	0,009	0,009	0,159	19,984	0,001	0,000	0,025	0,004
2+	2.098.750	0,066	0,066	1,217	153,209	0,005	0,002	0,193	0,029

Fuente: Elaboración propia.

E.1.3. Emisión por Grupos electrógenos

El proyecto considera la utilización de 3 grupos electrógenos de emergencia, uno de 350 kVA para el Local EASY (ya en uso) y dos de 750 kVA para el Supermercado y los locales comerciales (proyectados). Se proyecta una utilización estimada máxima anual de 24 horas por cada generador como máximo.

A continuación, se presenta los factores de emisiones dependiendo de la potencia de los equipos.

Tabla E.9. Factores de emisión de grupos electrógenos.

Combustible	Unidad	MP _{2,5}	MP ₁₀	NO _x	SO _x	CO	COV
Diésel potencia menor a 600 hp o 447 kW	kg/kg. comb	0,0060783	0,0060783	0,08647	0,00568616	0,0186271	0,00706
Diésel potencia mayor a 600 hp o 447 kW		0,0011235	0,0009392	0,06274	0,0000297	0,0166663	0,0016059

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros de funcionamiento de los grupos electrógenos.

Tabla E.10. Parámetros y nivel de actividad de los grupos electrógenos.

Potencia kVA	tiempo [h]	Rendimiento [L/h]	Consumo [L]	Densidad Kg/M ³	Consumo [kg] Na
350	24	76,6	801,6	876	1.610,44
750	24	156	2131,2	876	3.279,74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E.11. Emisiones de los grupos electrógenos (ton/año).

Año	Na (kg comb)	Emisión (ton/año)					
		MP ₁₀	MP _{2,5}	NO _x	SO _x	CO	COV
1	1.610,44	0,010	0,010	0,139	0,009	0,030	0,011
2+	3.279,74	0,050	0,050	0,706	0,046	0,152	0,058

Fuente: Elaboración propia.

E.1.4. Emisión por combustión de caldera

El proyecto no contempla el uso de calderas en fase de operación.

E.2. RESUMEN DE EMISIONES EN LA FASE DE OPERACIÓN

Las siguientes tablas se muestran los totales de la estimación de emisiones en la fase de operación del Proyecto, clasificados por tipo de contaminante emitido anualmente.

Tabla E.12. Resumen de emisiones fase de operación en ton/año.

Actividades	Emisiones Atmosféricas (ton/año)											
	NO _x	CC	SO _x	NH ₃	CO	COV	MP10 _{comb}	MP2,5 _{comb}	MP10 _{resus}	MP2,5 _{resus}	MP10 _{total}	MP2,5 _{total}
Año 1												
Circulación de vehículos en caminos pavimentados	-	-	-	-	-	-	-	-	0,067	0,0163	0,067	0,0163
Combustión de vehículos	0,159	19,984	0,001	0,000	0,025	0,004	0,009	0,009	-	-	0,009	0,009
Combustión Grupos electrógenos	0,139	-	0,009	-	0,030	0,011	0,010	0,010	-	-	0,010	0,010
Combustión de caldera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emisiones Totales (ton/año)	0,298	19,984	0,010	0,000	0,055	0,015	0,013	0,013	0,067	0,0163	0,086	0,035
Año 2+												
Circulación de vehículos en caminos pavimentados	-	-	-	-	-	-	-	-	0,516	0,1247	0,516	0,1247
Combustión de vehículos	1,217	153,209	0,005	0,002	0,193	0,029	0,066	0,066	-	-	0,066	0,066
Combustión Grupos electrógenos	0,706	-	0,046	-	0,152	0,058	0,050	0,050	-	-	0,050	0,050
Combustión de caldera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Emisiones Totales (ton/año)	1,924	153,209	0,051	0,002	0,345	0,087	0,116	0,166	0,516	0,1247	0,631	0,240

Fuente: Elaboración propia.

Tabla E.13. Cuadro resumen anual por contaminante (ton/año), Fase de operación.

Año	MP ₁₀		MP ₁₀ total	MP _{2,5}		MP _{2,5} total	NO _x	CC	SO ₂	NH ₃	CO	COV
	Resuspensión	Combustión		Resuspensión	Combustión							
1	0,067	0,018	0,086	0,016	0,018	0,035	0,298	19,984	0,010	0,000	0,055	0,015
2+	0,516	0,116	0,631	0,125	0,116	0,240	1,924	153,209	0,051	0,002	0,345	0,087

Fuente: Elaboración Propia.

E.3. RESUMEN EMISIONES DEL PROYECTO

A continuación, se presenta la tabla resumen de emisiones del proyecto.

Tabla E.14. Tabla Resumen total – Fase de construcción más fase de operación (ton/año).

Año	MP ₁₀		MP ₁₀ total	MP _{2,5}		MP _{2,5} total	NOx	CC	SO ₂	NH ₃	CO	COV
	Resuspensión	Combustión		Resuspensión	Combustión							
1	1,391	0,108	1,499	0,208	0,108	0,316	1,349	73,567	0,012	0,001	0,619	0,086
2+	0,516	0,359	0,875	0,125	0,359	0,484	1,924	153,209	0,051	0,002	0,345	0,087

Fuente: Elaboración propia.

F. EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO - PPDA PARA LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO.

Para realizar el análisis correspondiente a superación del límite del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago, D.S. N° 31 del 11 de octubre de 2017 de acuerdo al artículo 64, el cual establece los límites y criterios para la conversión de MP2,5 y MP10 equivalente según la Tabla VI-13 del mismo decreto. En base a lo anterior, se obtiene las siguientes emisiones equivalentes:

Tabla F.1. Resumen de emisiones de NO_x, CC y SO₂ [t/año] según fase de acuerdo con el cronograma.

Año	NO _x		Total NO _x (ton/año)	CC		Total CC (ton/año)	SO ₂		Total SO ₂ (ton/año)
	Co	Op		Co	Op		Co	Op	
1	1,051	0,298	1,349	53,583	19,984	73,567	0,002	0,010	0,012
2+	0,000	1,924	1,924	0,000	153,209	153,209	0,000	0,051	0,051
LÍMITE PPDA			8						10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla F.2. Resumen de emisiones de CO, COV y NH₃ [t/año] según fase de acuerdo con el cronograma.

Año	CO		Total CO (ton/año)	COV		Total COV (ton/año)	NH ₃		Total NH ₃ (ton/año)
	Co	Op		Co	Op		Co	Op	
1	0,564	0,055	0,619	0,071	0,015	0,086	0,001	0,000	0,001
2+	0,000	0,345	0,345	0,000	0,087	0,087	0,000	0,002	0,002
LÍMITE PPDA			-			-			-

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla F.3. Equivalente de MP.

Año	Total NO _x (ton/año)	1t/año NO _x	MP equivalente (ton/año)	Total SO ₂ (ton/año)	1t/año SO ₂	MP equivalente (ton/año)	Total NH ₃ (ton/año)	1t/año NH ₃	MP equivalente (ton/año)
1	1,349	0,11757	1,466	0,012	0,34089	0,353	0,001	0,11339	0,114
2+	1,924	0,11757	2,041	0,051	0,34089	0,392	0,002	0,11339	0,115

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla F.4. Conversión para MP₁₀ equivalente por contaminante (ton/año).

Año	MP ₁₀								Total MP ₁₀ eq
	Construcción				Operación				
	Resuspensión	Combustión			Resuspensión	Combustión			
		MP ₁₀	Eq MP	MP _{10eq}		MP ₁₀	Eq MP	MP ₁₀ eq	
1	1,324	0,051	0,124	0,175	0,067	0,057	0,038	0,095	1,661
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,516	0,359	0,244	0,603	1,119
LÍMITE PPDA									2,5

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla F.5. Conversión para MP_{2,5} equivalente por contaminante (ton/año).

Año	MP _{2,5}								Total MP _{2,5} eq
	Construcción				Operación				
	Resuspensión	Combustión			Resuspensión	Combustión			
		MP _{2,5}	Eq MP	MP _{2,5eq}		MP _{2,5}	Eq MP	MP _{2,5eq}	
1	0,192	0,051	0,124	0,175	0,016	0,057	0,038	0,095	0,479
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,359	0,244	0,603	0,728
LÍMITE PPDA									2,0

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla F.6. Resumen de emisiones totales (t/año) con equivalentes según art. 61 PPDA.

Año	MP ₁₀		MP ₁₀ total	MP _{2,5}		MP _{2,5} total	NOx	CC	SO ₂	NH ₃	CO	COV
	Resuspensión	Combustión		Resuspensión	Combustión							
LÍMITE PPDA			2,5			2	8		10			
1	1,391	0,270	1,661	0,208	0,270	0,479	1,349	73,567	0,012	0,001	0,619	0,086
2+	0,516	0,603	1,119	0,125	0,603	0,728	1,924	153,209	0,051	0,002	0,345	0,087

Fuente: Elaboración Propia.

G. CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, y atendido las estimaciones de emisiones anuales de los contaminantes que emitirá el Proyecto, en relación con las emisiones emanadas durante la etapa de construcción, estas poseen una duración limitada en el tiempo y, según los valores presentados, no alcanzan niveles significativos de concentración de contaminantes. Es importante recordar que la región Metropolitana, se encuentra declarada zona saturada por ozono, material particulado respirable, partículas en suspensión y monóxido de carbono; y zona latente por dióxido de nitrógeno, a su vez el D.S. N°67 de 2014 del Ministerio del Medio ambiente la declara zona saturada por Material Particulado Fino Respirable (MP2,5).

A la fecha se cuenta con Plan de Descontaminación en dicha zona, por cuanto existentes límites asociados a compensación de emisiones. Sobre la base de lo anterior, el D.S. N°31 del Ministerio del Medio Ambiente revisó, reformuló y actualizó el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA) el que contempla, con el objeto de no paralizar el crecimiento en la región, autorizar el emplazamiento de nuevas fuentes emisoras en la Región Metropolitana siempre y cuando compensen sus emisiones atmosféricas en un 120%, cuando dichas fuentes sobrepasen los niveles base de emisión establecidos en el Artículo 64 del PPDA.

Conforme a los resultados obtenidos las emisiones de MP10 equivalente total, MP2,5 equivalente total, NOx y SO2 no superan los límites establecidos en el artículo 64 del PPDA. Sobre la base de lo anterior, se concluye que el proyecto no deberá compensar emisiones para ningún componente establecidos en el art. 64 del PPDA debido a que no se sobrepasan los límites establecidos .

H ACCIONES PREVENTIVAS

- Se realizarán capacitaciones a los trabajadores sobre temas de carácter ambiental relacionados con prevención de contaminación en las faenas.
- Se instalarán señales de reducción de velocidad y velocidad máxima permitida dentro de la zona donde se emplaza el proyecto.
- Realizar el transporte de materiales en camiones encarpados mediante lona hermética, impermeable y sujeta a la carrocería, antes de salir del sitio del proyecto, de modo tal de evitar la caída de materiales y el desprendimiento de polvo en el trayecto del vehículo.
- Se controlará los límites máximos de carga; es decir, mantener un nivel por debajo del máximo de la tolva, además de implementar un plan de seguimiento para esta medida con prohibición del uso de carpas que no cumplan con las características mencionadas; por ejemplo, el uso de malla tipo 'rachel', pues este tipo de malla no cumple con las características señaladas.
- Se realizará diariamente la limpieza de las calles pavimentadas (en frente del proyecto, incluyendo veredas y calzadas).
- Se prohibirá la quema de materiales o desechos para calentar alimentos o calefacción, entre otros.
- Se reforzarán las medidas de mitigación y evitar la realización de actividades que generen emisiones de material particulado y gases durante los períodos en que se decrete Alerta, Pre-Emergencia y Emergencia Ambiental.
- Se aplicará humectación durante el tránsito de camiones por caminos no pavimentados internos.

A continuación, se presenta Plan de seguimiento y monitoreo de la aplicación de humectación de caminos, el cual permanecerá en la obra para fiscalización.

Día aplicación	Hora aplicación	Nombre Encargado aplicación	Firma Encargado aplicación	Nombre Supervisor aplicación	Firma Supervisor aplicación

I. REFERENCIAS

- Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas para la Región Metropolitana, Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente Región Metropolitana, octubre 2020.
- Guía para la estimación de Emisiones Atmosféricas de Proyectos Inmobiliarios para la Región Metropolitana, Sección Asuntos Atmosféricos. Ministerio de Medio Ambiente 2012.
- AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources
- Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA-D.S. N° 31/2017), Ministerio del Medio Ambiente.

J. APÉNDICES

- Apéndice 1_Fichas técnicas.
- Apéndice 2_KMZ Rutas y Superficies.
- Apéndice 3_Precipitaciones INIA.

K PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN DE CAMINOS INTERIORES

K.1. Plan de seguimiento y control del supresor de polvo bischofita en vías internas del proyecto.

Tabla K.1. Plan de seguimiento y control supresor matapolvo Dustkill en vías internas del proyecto.

Plan de seguimiento y control del supresor de polvo bischofita en vías internas del proyecto	
Objetivos	Reducir las emisiones de polvo re-suspendido por el paso de camiones tanto al interior del proyecto como en su entorno inmediato. El objetivo del riego asfáltico (o matapolvo) es cohesionar las partículas superficiales del suelo y servir de paliativo del polvo
Acciones	Para la aplicación se deberá proceder conforme lo siguiente: 1. Nivelación de los caminos 2. Compactación de los caminos 3. Aplicación del producto a una concentración del 30% 4. Reposición según frecuencia indicada
Descripción del producto	Emulsión asfáltica, preliminarmente se ha seleccionado la emulsión asfáltica CSS-1H producido por Dynal Industrial S.A., que cumple con las exigencias 8.301.5.A del Manual de Carreteras (equivalente a LNV 31 de la Dirección Nacional de Vialidad). En caso de no existir disponibilidad al momento de la construcción del proyecto, se utilizará un producto de similares características.
Ficha técnica del producto	Se adjunta en el Apéndice 1 la ficha técnica del producto.
Frecuencia de aplicación	Cada 6 meses, en caso de evidenciar mal estado se aumentará la frecuencia según necesidad.
Responsable	Administrador de Obra o quien éste designe.
Ficha de registro	Se implementará una ficha de registro de la aplicación del riego que contenga a lo menos: 1. Fecha de aplicación: 2. Responsable en obra: 3. Proveedor: 4. Producto aplicado: 5. Zona de aplicación:
Medios de verificación	- Factura que acredite compra y aplicación del producto a empresa proveedora - Ficha de registro - Registro fotográfico de la medida
Indicador de cumplimiento	Buen estado de la carpeta de rodado mediante registro fotográfico. Visualmente podrá constatarse su estado y que no se desprenda polvo por el paso de camiones
Reporte	El Programa de Estabilización de caminos no pavimentados deberá ser presentado ante la Superintendencia del Medio Ambiente a través del Sistema de Seguimiento Ambiental, al cual se accede a través de la página http://www.sma.gob.cl según lo establecido en la Resolución Exenta N° 223/2015 de la SMA

Fuente: Elaboración Propia.

K.2. REGISTRO DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA

A continuación, se presenta Plan de seguimiento y monitoreo de la aplicación de supresor de polvo, el cual permanecerá en la obra para fiscalización.

Día aplicación	Producto aplicar	Duración de producto aplicado ¹	Hora aplicación	Nombre Encargado aplicación	Firma Encargado aplicación	Nombre Supervisor aplicación	Firma Supervisor aplicación
...							

¹Según Ficha Técnica de supresor.