LUIS FELIPE EDWARDS

WINE OF CHILE

ANEXO 3.1
ESTIMACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

PROYECTO
"MODIFICACIÓN BODEGA DE VINOS - LUIS FELIPE EDWARDS"

VIÑA LUIS FELIPE EDWARDS LTDA.

Septiembre, 2026

Sustentable S.A.
Asesoría y Gestión Ambiental.
www.sustentable.cl

Elaborado por:		
Danitza Ferrer	Química Ambiental	
Revisado por:		
Carmen Gloria Mardones	Ingeniero en Medio Ambiente	

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN 5

2 ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO 6

2.1 Descripción 6
2.2 Localización 6
2.3 Cronograma general 8

3 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL PROYECTO 9

3.1 Ecuación general para el cálculo de emisiones 9
3.2 Actividades o fuentes de emisión 10
3.3 Cronograma de actividades emisoras y cubicaciones 13

3.3.1 Cubicaciones Fase de Construcción 14

3.4 Cálculo de emisiones Fase de Construcción 15

3.4.1 Escarpe 16
3.4.2 Excavación 17
3.4.3 Erosión de material en pila 18
3.4.4 Carguío y volteo de material 19
3.4.5 Compactación 21
3.4.6 Nivelación 23
3.4.7 Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados 24
3.4.8 Tránsito de vehículos por vías pavimentadas 34
3.4.9 Combustión de vehículos 40
3.4.10 Combustión de maquinaria fuera de ruta 42
3.4.11 Resumen de emisiones Fase de Construcción 47

3.5 Emisiones Fase de Operación 50

3.5.1 Grupo electrógeno 51
3.5.2 Resumen de emisiones Fase de Operación 53

3.6 Emisiones por año cronológico y fase del proyecto 53

4 CONCLUSIONES 54

5 MEDIDAS DE CONTROL Y/O ACCIONES PREVENTIVAS 56

6 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS 57

6.1 Introducción 57
6.2 Niveles de Actividad 57
6.3 Calculo Emisiones Contaminantes Climáticos 57
6.4 Potencial de Calentamiento Global (GWP) 59
6.5 Resultados 60

6.5.1 Estimación de Contaminantes Climáticos durante la Fase de Construcción 60
6.5.2 Estimación de Contaminantes Climáticos durante la Fase de Operación 63
6.5.3 Resumen de emisiones de contaminantes climáticos 64

6.6 Conclusiones 65

7 BIBLIOGRAFÍA 66

8 ANEXOS 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vértices área del Proyecto, Datum WGS 84, HUSO 19. 7
Figura 2 Instalaciones existentes y proyectadas. 14
Figura 3 Caminos no pavimentados internos. 26
Figura 4 Camino no pavimentado externo: Servidumbre acceso proyecto. 27
Figura 5 Camino no pavimentado externo: acceso a sitio obtención de hormigón y rellenos. 28
Figura 6 Rutas por vías pavimentadas Fase de Construcción. 37
Figura 7 Ubicación Proyecto y área aplicación PDA. 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas del Proyecto, Datum WGS 84, HUSO 19. 7
Tabla 2 Cronograma general Proyecto. 8
Tabla 3 Actividades generadoras de emisiones atmosféricas y su aplicabilidad al Proyecto. 10
Tabla 4 Cronograma General de la Fase de Construcción. 13
Tabla 5 Cubicaciones Planta productiva. 15
Tabla 6 Cubicaciones Sistema de Tratamiento de RILes. 15
Tabla 7 Cubicaciones totales Proyecto, para cálculo Emisiones Atmosféricas. 15
Tabla 8 Factor de emisión para escarpe. 16
Tabla 9 Superficies de escarpe Fase de Construcción. 16
Tabla 10 Emisiones por escarpe. Fase de Construcción. 16
Tabla 11 Factor de emisión para excavación. 17
Tabla 12 Volúmenes de excavaciones y tiempo de excavación (Na) Fase de Construcción. 17
Tabla 13 Emisiones por excavación Fase de Construcción. 18
Tabla 14. Factor de emisión para erosión de material en pila. 18
Tabla 15. Superficie, tiempo de acopio de material y Na calculado. 19
Tabla 16. Emisiones por erosión de material en pila. Fase de Construcción. 19
Tabla 17 Factor de emisión para carguío y volteo de material. 19
Tabla 18 Volúmenes y pesos de transferencia actividades Fase de Construcción. 20
Tabla 19 Emisiones por carguío y volteo de material Fase de Construcción. 20
Tabla 20 Factor de emisión para compactación. 21
Tabla 21 Características de la compactación Fase de Construcción. 22
Tabla 22 Área y Horas de compactación Fase de Construcción. 22
Tabla 23 Emisiones por compactación Fase de Construcción. 22
Tabla 24 Factor de emisión para nivelación. 23
Tabla 25 Características de nivelación Fase de Construcción. 23
Tabla 26 Área a nivelar y km recorridos Fase de Construcción. 23
Tabla 27 Emisiones por nivelación Fase de Construcción. 24
Tabla 28 Factor de emisión para el tránsito de vehículos pesados por caminos no pavimentados. 24
Tabla 29 Resumen caminos no pavimentados (interno y externo) con su longitud y distancia a recorrer ida-vuelta Fase de Construcción. 29
Tabla 30 Características de la flota durante la Fase de Construcción. 29
Tabla 31 Volumen, cantidades y N° Viajes/año calculados en Vías No Pavimentadas externas Fase de Construcción. 30
Tabla 32 Peso promedio de la flota al interior de la obra Fase de Construcción. 32
Tabla 33 Peso promedio de la flota al exterior de la obra Fase de Construcción. 32
Tabla 34 Emisiones por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados Fase de Construcción. 33
Tabla 35 Factor de emisión para tránsito de vehículos por vías pavimentadas. 34
Tabla 36 Características de la flota Fase de Construcción. 35
Tabla 37 N° viajes/año según actividad Fase de Construcción. 36
Tabla 38 Rutas pavimentadas y distancias a recorrer ida y vuelta Fase de Construcción. 37
Tabla 39 Distancias por ruta pavimentada (km ida y vuelta) según actividad Fase de Construcción. 38
Tabla 40 Distancias acumuladas/año según N° viajes/año, por ruta pavimentada Fase de Construcción. 38
Tabla 41 Emisiones por tránsito de vehículos en vías pavimentadas Fase de Construcción. 39

Tabla 42 Factores de emisión por tipo de vehículo EURO V Fase de Construcción. 41
Tabla 43 Características Petróleo Diésel. 41
Tabla 44 Distancias recorridas anuales según categoría vehicular Fase de Construcción. 41
Tabla 45 Emisiones por combustión de vehículos Fase de Construcción. 42
Tabla 46 Parámetros para el cálculo de emisiones por combustión de maquinaria Fase de Construcción. 43
Tabla 47 Horas de uso maquinaria fuera de ruta por año constructivo. 45
Tabla 48 Emisiones por combustión de maquinaria fuera de ruta Fase de Construcción. 45
Tabla 49 Resumen de emisiones por actividad (t/año) Fase Construcción Año 1. 47
Tabla 50 Resumen de emisiones por actividad (t/año) Fase Construcción Año 2. 48
Tabla 51 Resumen de emisiones por actividad (t/año) Fase Construcción Año 3. 49
Tabla 52 Resumen emisiones Fase de Construcción. 49
Tabla 53 Grupos electrógenos RCA N° 290/2014. 50
Tabla 54 Grupos electrógenos existentes incorporados posterior a la RCA N° 290/2014. 51
Tabla 55 Factores de emisión grupo electrógeno. 51
Tabla 56 Características grupos electrógenos. Fase de Operación. 51
Tabla 57 Emisiones Grupo Electrógeno. Fase de Operación. 52
Tabla 58 Resumen emisiones grupos electrógenos incorporados posterior a la RCA N° 290/2014. 53
Tabla 59 Cronograma por año cronológico. 53
Tabla 60 Emisiones totales Proyecto "MODIFICACIÓN BODEGA DE VINOS - LUIS FELIPE EDWARD". 53
Tabla 61 Factores de emisión de GEI para Vehículos propios (considera factores UK para alcance 1 según combustible utilizado). 58
Tabla 62 Factores de emisión de GEI para Transporte de Personas y Carga. Vehículos de reparto externos tamaño medio (considera factores UK para alcance 3 para km recorridos, toneladas, carga máxima, carga. 58
Tabla 63 Factores de emisión de GEI para Combustión de Maquinaria de Construcción. 58
Tabla 64 Combustión estacionaria (considera factores UK para alcance 1: calderas, hornos, grupos electrógenos, calefonts, y otros). 59
Tabla 65 Factores de emisión Black Carbon - Vehículos diésel/Maquinaria fuera de ruta. 59
Tabla 66 Factores de emisión para carbono negro (Black Carbon). Combustión de Petróleo diésel - Combustión Grupos Electrógenos. 59
Tabla 67 Potenciales de calentamiento global (GWP). 60
Tabla 68 Emisiones GEI Tránsito caminos no pavimentados externos. Fase de Construcción. 60
Tabla 69 Emisiones GEI Tránsito caminos pavimentados. Fase de Construcción. 61
Tabla 70 Emisiones GEI Maquinaria fuera de ruta. Fase de Construcción. 61
Tabla 71 Emisiones de BC Tránsito caminos no pavimentados externos. Fase de Construcción. 62
Tabla 72 Emisiones de BC Tránsito caminos pavimentados. Fase de Construcción. 62
Tabla 73 Emisiones de BC Maquinaria fuera de ruta. Fase de Construcción. 63
Tabla 74 Emisiones GEI combustión interna grupos electrógenos. Fase Operación. 63
Tabla 75 Emisiones de BC Combustión interna grupos electrógenos. Fase de Operación. 64
Tabla 76. Resumen Emisiones GEI Fase de Construcción. 64
Tabla 77. Resumen Emisiones GEI Fase de Operación. 64
Tabla 78. Resumen final emisiones de contaminantes climáticos del Proyecto considerando traslape de fases. 65

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe presenta la metodología, los antecedentes y los resultados de la estimación de emisiones atmosféricas asociadas al proyecto denominado "Modificación Bodega de Vinos – Luis Felipe Edwards", ubicado en la comuna de Nancagua, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, el cual será sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Viña Luis Felipe Edwards inició sus actividades en el año 1976, orientándose inicialmente a la producción agrícola, el cultivo de uvas viníferas y la comercialización de vino a granel. Posteriormente, a partir del año 1994, la empresa incorporó los procesos de embotellado y comercialización de vinos bajo su propia marca.

Como resultado del crecimiento experimentado por la Viña y del aumento de sus requerimientos productivos y operacionales, se ha identificado la necesidad de ampliar, modernizar y optimizar las instalaciones de su planta productora de vinos. En este contexto, el Proyecto contempla la incorporación de nueva infraestructura destinada al almacenamiento de vinos, la recepción de uvas, la elaboración de espumantes y el fortalecimiento del sistema de tratamiento de residuos líquidos industriales (RILes). La ejecución de estas obras permitirá adecuar la infraestructura existente a las condiciones actuales y proyectadas de operación, incrementar la capacidad operativa de la planta, optimizar los procesos productivos y logísticos, mejorar la eficiencia de los procesos productivos y asegurar una gestión ambiental adecuada, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente. Se estima que la ejecución e implementación de las obras se desarrollará en un periodo aproximado de 30 meses, mientras que la vida útil del Proyecto se considera indefinida.

En este marco, el presente informe tiene como finalidad identificar, cuantificar y evaluar las emisiones atmosféricas generadas durante la fase de construcción del Proyecto. Para estos efectos, se consideran las principales actividades y fuentes emisoras asociadas a cada fase, incluyendo, entre otras, el movimiento de tierras, la circulación de vehículos y maquinaria y transporte de materiales

La estimación de emisiones se desarrolla utilizando como referencia metodológica la "Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana", versión 2020, elaborada por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región Metropolitana, aplicando los factores de emisión, parámetros y criterios técnicos pertinentes a las características particulares del Proyecto.

Por otro lado, en el presente informe se desarrolla el literal a) del artículo 19 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012 modificado por el D.S. N°30/2023 del Ministerio del Medio Ambiente). En este sentido, se entregan los resultados de la cuantificación de emisiones de contaminantes climáticos del presente proyecto, que incluye la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y Carbono Negro (BC por sus siglas en inglés), como forzante climático de vida corta, asociadas con las actividades en la fase de construcción y de la fase de operación.

Los contaminantes climáticos considerados según lo indicado en la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA son: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) y Carbon Black (BC) como forzante climático de vida media corta.

2 ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

2.1 DESCRIPCIÓN

El Proyecto contempla la modificación de las instalaciones productivas de Viña Luis Felipe Edwards, mediante la incorporación de nuevas obras destinadas a optimizar el proceso de elaboración y almacenamiento de vinos. Las obras proyectadas permitirán optimizar el proceso productivo y la infraestructura existente, manteniendo las condiciones operacionales de la Planta y una capacidad de procesamiento del orden de 55.000.000 kg de uva por año.

A continuación, se presenta un listado de lo que se contempla incorporar:

- **Nueva bodega de vinos (guarda):** compuesta por tanques de hormigón epóxico, sin techumbre.
- **Pozo de recepción de uvas adicional**: destinado a optimizar los flujos de ingreso de uva durante el período de vendimia.
- **Bodega de espumantes**: equipada con sala de máquinas y sistemas de refrigeración para el control térmico del proceso de fermentación secundaria.
- **Sectores de residuos peligrosos y no peligrosos**: destinada al almacenamiento de los residuos, con la finalidad de ordenar el actual almacenamiento existente
- **Estanque ecualizador**: estará ubicado posterior al filtro parabólico y antes del filtro rotatorio, cuya función es recibir los RILes provenientes de la planta productiva, regularizando el caudal y homogenizando las características del afluente antes de su incorporación al sistema de tratamiento existente.
- **Dos nuevos módulos de biofiltro sistema BIDA**[1]: destinados a complementar los dos módulos actualmente existentes, incorporados con posterioridad a la RCA N° 290/2014. Adicionalmente, se contempla la incorporación de un nuevo estanque ecualizador, un decantador cónico y una sala de control asociada a las nuevas unidades de tratamiento.
- **Decantador cónico**: unidad de sedimentación, destinada a favorecer la separación de los sólidos suspendidos generados durante el tratamiento biológico.

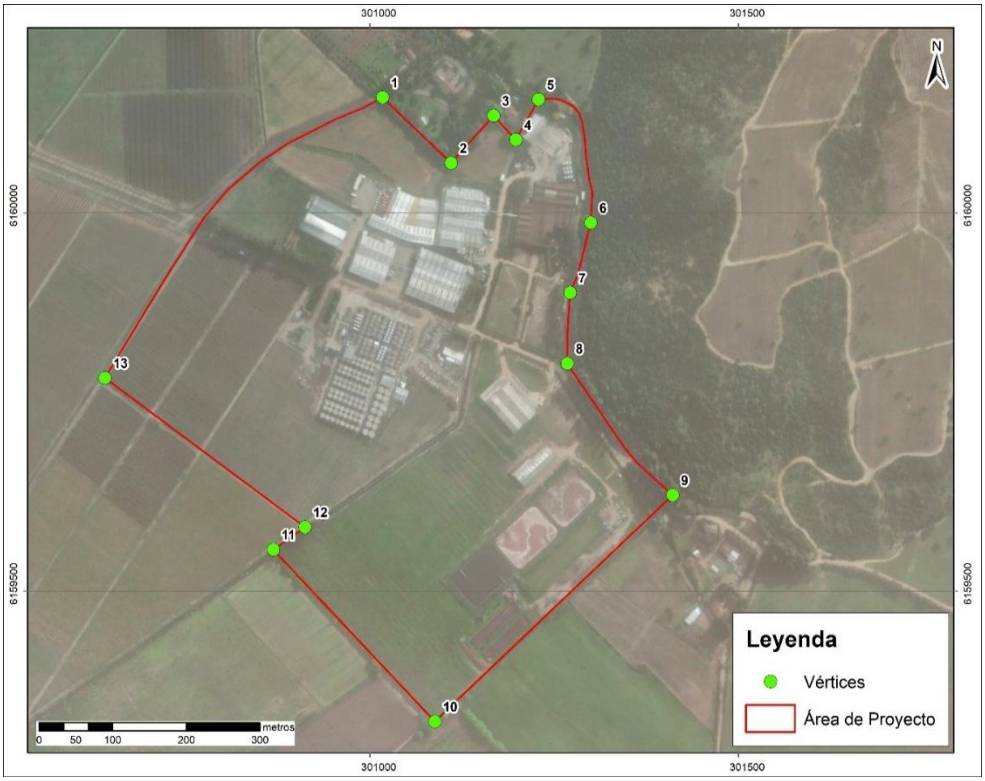
2.2 LOCALIZACIÓN

El Proyecto se emplaza en el Fundo San José de Puquillay, sector Puquillay Alto, comuna de Nancagua, provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. El emplazamiento corresponde al mismo predio donde actualmente opera la planta productiva, predio perteneciente a la Viña Luis Felipe Edwards.

En la siguiente figura y tabla, se entrega vértices y coordenadas (Datum WGS 84, HUSO 19) de la ubicación general del Proyecto.

[1] BIDA: Biofiltro Dinámico Aeróbico

Figura 1 Vértices área del Proyecto, Datum WGS 84, HUSO 19.



Fuente: Elaboración propia.

Las coordenadas del área del Proyecto son las siguientes:

Tabla 1 Coordenadas del Proyecto, Datum WGS 84, HUSO 19.

Vértices	Coordenadas WGS84 19s	
	Este	Norte
1	301.017	6.160.153
2	301.110	6.160.066
3	301.168	6.160.129
4	301.198	6.160.097
5	301.229	6.160.150
6	301.300	6.159.987
7	301.271	6.159.894
8	301.268	6.159.801
9	301.411	6.159.627
10	301.088	6.159.328
11	300.869	6.159.555
12	300.912	6.159.585
13	300.640	6.159.782

Fuente. Elaboración propia.

2.3 CRONOGRAMA GENERAL

En la siguiente tabla, se muestra el cronograma general del Proyecto:

Tabla 2 Cronograma general Proyecto.

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4…
Construcción Fase 1				
Construcción Fase 2				
Construcción Fase 3				
Operación GE post RCA N° 290/2014				

Fuente: Elaboración propia.

3 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DEL PROYECTO

3.1 ECUACIÓN GENERAL PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES

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

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

Ecuación 1

Donde:

E : Emisión (ton/año)
fe : Factor de emisión
Na : Nivel de actividad
EA : Eficiencia de abatimiento

El nivel de actividad (Na) depende del factor de emisión (fe) específico que se utiliza, la información que lo alimenta se detallará en cada punto, según corresponda.

Las emisiones son estimadas sobre una base anual y expresadas en función a un año hipotético de comienzo de proyecto, de acuerdo al cronograma del mismo. En el acápite 3.4 se describe las emisiones a generar durante la fase construcción, en el 3.5 se entrega el detalle de las emisiones asociadas a la Operación de grupos electrógenos incorporados de manera posterior a la obtención de RCA N° 290/2014 y en el acápite 3.6 se describen las emisiones totales del Proyecto considerando traslapes entre fases.

3.2 ACTIVIDADES O FUENTES DE EMISIÓN

Las distintas fases del Proyecto contemplan actividades o fuentes de emisión ya sea por re-suspensión o combustión. Sobre la base de lo anterior, la siguiente tabla da cuenta de las actividades generadoras de emisiones:

Tabla 3 Actividades generadoras de emisiones atmosféricas y su aplicabilidad al Proyecto.

Tipo	Actividad	Contaminante emitido	Descripción	Aplica / Fase	Justificación
Emisiones Directas	Demolición	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Demolición de estructuras presentes en el área del proyecto y que interfieren en la ejecución del mismo.	No	El proyecto no consideró este tipo de actividades.
	Perforación	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Perforaciones consideradas para cierre perimetral o construcción de subterráneos entre otras actividades.	No	El proyecto no consideró este tipo de actividades.
	Escarpe	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Remoción de la capa vegetal del suelo correspondiente a un espesor de 0,15 m del perfil aproximadamente.	Si/ Construcción	Se contempla el escarpe de la superficie involucrada en el proyecto. La actividad se realizará de forma posterior al retiro de parras existentes y previo a las excavaciones. El material removido se dispondrá en el interior del predio, en áreas con vegetación.
	Excavaciones	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Movimiento de tierra para la urbanización, nivelación de terrenos, subterráneos y/o fundaciones.	Si/ Construcción	Las obras contemplan realizar excavaciones y fundaciones, cuyo volumen total será de 12.449 m^3. La profundidad máxima de excavación será de 0,8 m, el material resultante será utilizado en el interior del área del proyecto como relleno y nivelación de terreno, el resto será dispuesto en otros terrenos de propiedad del titular, que se encuentran a aproximadamente 3 km de distancia o algún recinto autorizado.

Tipo	Actividad	Contaminante emitido	Descripción	Aplica / Fase	Justificación
	Erosión de material en pila	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Corresponde a los acopios de material (áridos) y residuos de movimientos de tierra al interior de la obra.	Si/ Construcción	Se considera acopio de material proveniente de movimiento de tierra para las 3 fases de construcción del Proyecto. Para ello, se dispondrá de una superficie de 500 m^2 en donde el material podrá permanecer 304 días/año como escenario más desfavorable.
	Carguío y volteo de material	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Transferencia discreta de material que comprende las acciones de voltear un camión con material movimiento de tierra.	Si/ Construcción	Se considera el carguío y volteo de los camiones con el material de escarpe, excavaciones y rellenos
	Compactación	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Corresponde a la acción de compactar el terreno mediante utilización de maquinaria.	Si/ Construcción	Se considera compactar superficie de escarpe para las 3 fases de construcción del proyecto.
	Nivelación	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Corresponde a la acción de nivelar terreno mediante utilización de maquinaria	Si/ Construcción	Se considera compactar superficie de escarpe para las 3 fases de construcción del proyecto.
	Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados al interior del sitio donde se emplaza el proyecto	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Considera el tránsito de camiones y otro tipo vehículos por caminos que desprenden polvo (material particulado) al interior de la obra.	Si/ Construcción Operación Situación Inicial Operación Situación Final	El Proyecto contempla rutas internas no pavimentadas. Las cuales se incorporan en Apéndice A.
	Tránsito de vehículos por vías pavimentadas al interior del sitio donde se emplaza el proyecto	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Considera el tránsito de camiones y otro tipo vehículos por caminos pavimentados al interior de la obra.	No	La Viña no cuenta con vías internas pavimentadas, por lo tanto no generará emisiones directas relacionadas con esta actividad.
	Combustión de vehículos	MP_{10}, $MP_{2,5}$, NOx, SOx, NH_3, CO y COV.	Incluye las emisiones de todos los vehículos que funcionan con combustible y que generan combustión interna.	Si/ Construcción	Se considera todas las emisiones producto de la combustión interna de vehículos.
	Combustión de maquinarias fuera de ruta	MP_{10}, $MP_{2,5}$, NOx, SOx, NH_3, CO y COV.	Incluye las emisiones de todas las maquinarias que funcionan con combustible y que generan combustión interna.	Si/ Construcción	Considera todas las emisiones producto de la combustión interna de las maquinarias utilizadas para la ejecución del Proyecto.

Tipo	Actividad	Contaminante emitido	Descripción	Aplica / Fase	Justificación
	Combustión de grupos electrógenos	MP_{10}, $MP_{2,5}$, NOx, SOx, NH_3, CO y COV	Incluye las emisiones de todos los equipos que funcionan con combustible y que generan combustión interna.	Si/ Operación	Se considera emisiones de grupos electrógenos utilizados para corte de punta y emergencia ante corte de suministro, incorporados posterior a la RCA N° 290/2014.
Emisiones Indirectas	Tránsito de camiones por caminos no pavimentados fuera del sitio donde se emplaza el proyecto	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Considera el tránsito de camiones y otro tipo vehículos por caminos que desprenden polvo (material particulado) fuera del área de emplazamiento del proyecto.	Si/ Construcción	El acceso a la Viña, se realiza a través de una servidumbre no pavimentada de 342 m de longitud. Adicionalmente, se considera camino no pavimentado para acceso a sitio de obtención de hormigón y rellenos.
	Tránsito de camiones por caminos pavimentados fuera del sitio donde se emplaza el proyecto	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Considera el tránsito de camiones y otro tipo de vehículos por vías o caminos pavimentados (caminos de acceso al proyecto) susceptibles de emitir polvo a la atmósfera.	Si/ Construcción	Considera todas las emisiones de material particulado respirable re-suspendido por el paso de los camiones por en las rutas pavimentadas.
	Carguío y Volteo de material en empréstito o sitio de disposición	MP_{10}, $MP_{2,5}$	Transferencia discreta de material que comprende las acciones de voltear un camión con material de escarpe y relleno.	Sí	El Proyecto contempla carguío y volteo de material del 60% de excavaciones y relleno.
	Combustión de vehículos	MP_{10}, $MP_{2,5}$, NOx, SOx, NH_3, CO y COV	Incluye las emisiones de todos los vehículos y maquinarias que funcionan con combustible y que generan combustión interna fuera de la obra.	Si/ Construcción	Considera todas las emisiones producto de la combustión interna de los vehículos según los km recorridos desde sus puntos de origen hasta la obra y viceversa.
	Combustión de maquinarias fuera de ruta	MP_{10}, $MP_{2,5}$, NOx, SOx, NH_3, CO y COV.	Incluye las emisiones de todas las maquinarias que funcionan con combustible y que generan combustión interna.	No	No se considera la combustión de maquinarias fuera del área del área de Proyecto.

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

3.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EMISORAS Y CUBICACIONES

A continuación se presenta el cronograma de la Fase de Construcción del Proyecto:

Tabla 4 Cronograma General de la Fase de Construcción.

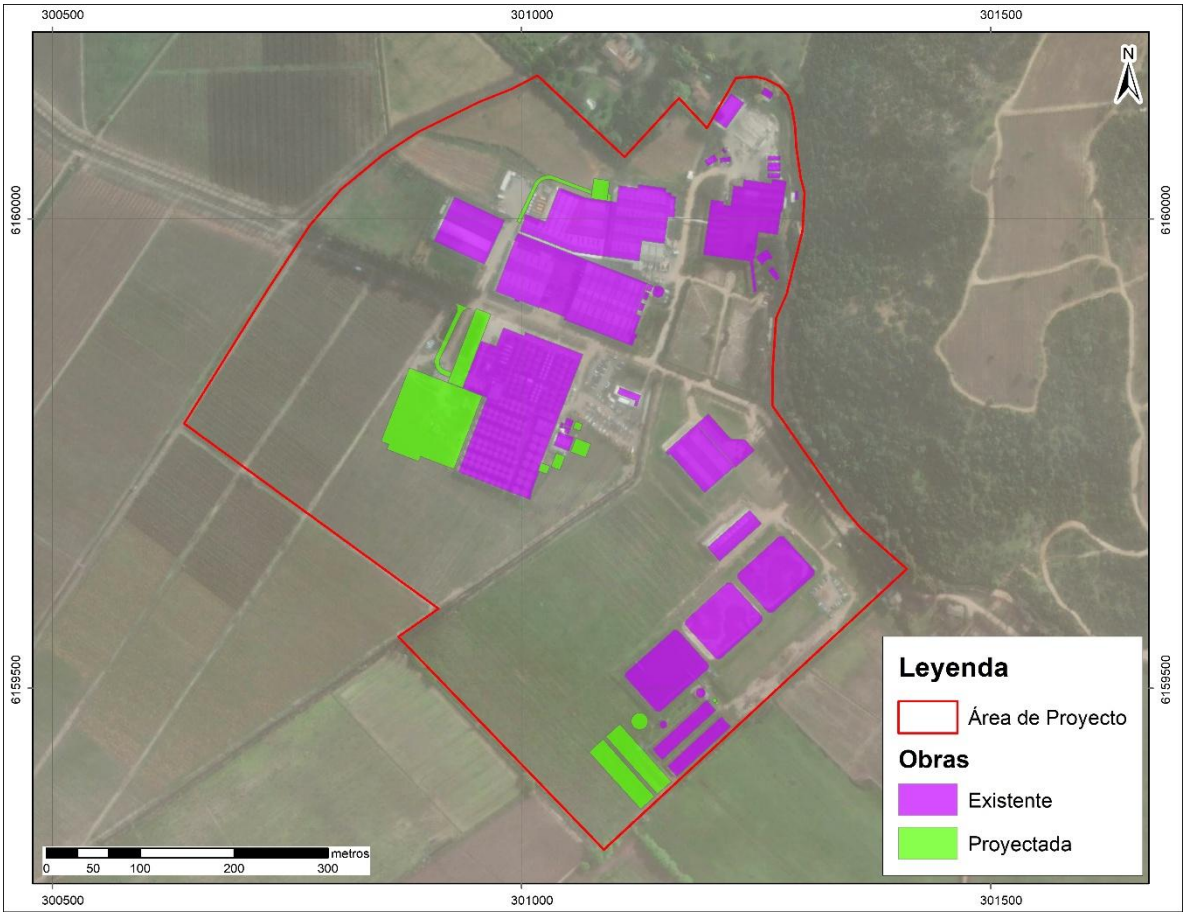
ACTIVIDADES		AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3											
Ítem	Actividad / Obra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
	Retiro parras																																				
FASE 1 – Bodega Espumante 1 y 2, Radier exterior Bodega Espumante y Calle acceso Bodega Espumante																																					
1.1	Instalación de faenas																																				
1.2	Bodega Espumante:movimiento de tierra (escarpe,excavaciones), fundaciones, nivelación y																																				
1.3	Bodega Espumante: rellenos y hormigón																																				
1.4	Radier exterior Bodega Espumante: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), nivelación, compactación, rellenos y hormigón																																				
1.5	Calle acceso Bodega Espumante: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), nivelación, compactación, rellenos																																				
1.6	Terminaciones, limpieza y recepción parcial Fase 1																																				
FASE 2 – Calle acceso Bodega Guarda, Patio de recepción Bodega Guarda 3, Bodega de Guarda 3 y Estanques TK 150 / TK 200 / TK 400 m3																																					
2.1	Calle acceso Bodega Guarda: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), nivelación, compactación y rellenos																																				
2.2	Patio recepción Bodega Guarda 3: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), compactación y nivelación																																				
2.3	Patio recepción Bodega Guarda 3: relleno y hormigón																																				
2.4	Bodega de Guarda 3: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), fundaciones, compactación y nivelación,																																				
2.5	Bodega de Guarda 3: Relleno y hormigón																																				
2.6	Estanques TK 150 m³: enfierradura y hormigón																																				
2.7	Estanques TK 200 m³: enfierradura y hormigón																																				
2.8	Estanques TK 400 m³: enfierradura y hormigón																																				
2.9	Terminaciones, limpieza y recepción parcial Fase 2																																				
FASE 3 – Sala de Máquinas 3, Taller y Bodega de Materiales Enológicos y Ampliación capacidad de Biofiltros																																					
3.1	Sala de Máquinas 3: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), fundaciones, nivelación y compactación																																				
3.2	Sala de Máquinas 3: rellenos y hormigón																																				
3.3	Taller y Bodega de materiales enológicos: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), fundaciones, nivelación y compactación																																				
3.4	Taller y Bodega de materiales enológicos: rellenos y hormigón																																				
3.5	Ampliación capacidad de Biofiltros: movimiento de tierra (escarpe, excavaciones), nivelación y compactación																																				
3.6	Ampliación capacidad de Biofiltros: rellenos y hormigón																																				
3.7	Ampliación capacidad de Biofiltros: pruebas y puesta en marcha																																				
3.8	Terminaciones, limpieza, recepción final y entrega																																				

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Cubicaciones Fase de Construcción

En la siguiente figura se muestra las instalaciones existentes y proyectadas.

Figura 2 Instalaciones existentes y proyectadas.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se entrega las cubicaciones segregadas por Planta Productiva y Sistema de Tratamiento de PTRiles.

Tabla 5 Cubicaciones Planta productiva.

Actividad	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Escarpe	m³/año	95	1.397	-	**1.492**
Excavaciones	m³/año	651	11.712	86	**12.449**
Rellenos	m³/año	464	6.799	275	**7.538**
Hormigón	m³/año	72	4.395	78	**4.545**
Enfierradura	t/año	-	358	-	**358**
Residuos inertes de la construcción	m³/año	60	60	60	**180**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Cubicaciones Sistema de Tratamiento de RILes.

Actividad	Unidad	Año 2	Año 3	Total
Escarpe	m³/año	454	-	**454**
Excavaciones	m³/año	3.744	-	**3.744**
Rellenos	m³/año	307	1.536	**1.843**
Hormigón	m³/año	86	432	**518**
Enfierradura	t/año	-	-	**-**
Residuos inertes de la construcción	m³/año	-	-	**-**

Fuente: Elaboración propia.

La tabla a continuación, entrega detalle de las cubicaciones totales del Proyecto, a partir de las cuales se realiza la estimación de emisiones atmosféricas:

Tabla 7 Cubicaciones totales Proyecto, para cálculo Emisiones Atmosféricas.

Actividad	Unidad	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Escarpe	m³/año	95	1.851	0	**1.946**
Excavaciones	m³/año	651	15.456	86	**16.193**
Rellenos	m³/año	464	7.106	1.811	**9.381**
Hormigón	m³/año	72	4.482	509	**5.063**
Enfierradura	t/año	-	358	-	**358**
Residuos inertes de la construcción	m³/año	60	60	60	**180**

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de emisiones generadas por las obras ejecutadas se detallará en el capítulo 3.4 del presente informe.

3.4 CÁLCULO DE EMISIONES FASE DE CONSTRUCCIÓN

A continuación, se describen las actividades generadoras de emisiones para las obras asociadas a fase de construcción.

3.4.1 Escarpe

3.4.1.1 Factor de emisión

Para el factor de emisión de MP2,5 se considera que corresponde a un 15% del MP10, de acuerdo con esto, en la siguiente tabla se presenta los factores de emisión para esta actividad:

Tabla 8 Factor de emisión para escarpe.

Factor de emisión	Unidad
fe_{MP10} = 5,7	[kg/km]
$fe_{MP2,5}$ = 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.

3.4.1.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad (Na) 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].

La siguiente tabla da cuenta de la superficies de escarpe y el Na calculado:

Tabla 9 Superficies de escarpe Fase de Construcción.

Obra	Año 1	Año 2	Año 3
Superficie escarpe Fase 1: área Bodega Espumante, radier exterior y calle acceso Bodega Espumante (m^2)	633	-	-
Superficie escarpe Fase 2: Bodega de Guarda, patio de recepción Bodega de Guarda, calle acceso Bodega Guarda, sala de máquina, Taller y Bodega de materiales enológicos (m^2)	-	9.313	-
Superficie escarpe Fase 3: Ampliación capacidad de Biofiltros (m^2)	-	3.024	-
Superficie total escarpe (m^2)	633	12.337	-
Superficie total escarpe (ha)	**0,06**	**1,23**	**-**
Na: Distancia Recorrida (km)	0,23	4,40	-

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.3 Emisiones por año

Utilizando la información contenida en la tabla precedente y la Ecuación 1, se obtiene que las emisiones que generará la actividad son las siguientes:

Tabla 10 Emisiones por escarpe. Fase de Construcción.

Año	Material particulado	fe (kg/km)	Na (km)	Emisión (t/año)
1	MP10	5,7	0,23	0,001
	MP2,5	0,855	0,23	0,000
2	MP10	5,7	4,40	0,025
	MP2,5	0,855	4,40	0,004
3	No contempla realizar actividades de escarpe			

Fuente: Elaboración propia.

Importante indicar que la totalidad del material removido será reutilizado en el interior del área del proyecto, razón por la cual no se contempla flujo de vehículos asociado a su traslado.

3.4.2 Excavación

3.4.2.1 Factor de emisión

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

Tabla 11 Factor de emisión para excavación.

Fórmula	Unidad	Parámetros
$fe_{MP10,MPT} = \frac{k_{MP10/MPT} \times 0,45(s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$ **Ecuación 2**	[kg/h]	k_{MP10}: 0,75 k_{MPT}: 1 s: Porcentaje de finos del suelo. Valor por defecto: 8,5 M: Porcentaje de humedad del suelo. Valor por defecto: 6,5
$fe_{MP2,5} = \frac{0,105 \times 2,6(s)^{1,2}}{(M)^{1,3}}$ **Ecuación 3**	[kg/h]	

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

3.4.2.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad (Na) 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 (m^3), se tiene un rendimiento igual a 54,27 (m^3/h), aplicando una eficiencia del 67% (Caterpillar 2017). Importante 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 para el caso de la presente estimación se utilizará un esponjamiento de 20%, lo anterior, de acuerdo por el titular.

A continuación, se indica los volúmenes de excavación considerados según cubicaciones señaladas en Tabla 7, además se indica el Na calculado:

Tabla 12 Volúmenes de excavaciones y tiempo de excavación (Na) Fase de Construcción.

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3
Total excavaciones con esponjamiento 20 % (m^3/año)	781	18.547	104
Rendimiento excavadora (m^3/h)	54,27	54,27	54,27
Na: Tiempo de excavación (h)	14	342	2

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.3 Emisiones por año

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

Tabla 13 Emisiones por excavación Fase de Construcción.

Año	Material particulado	fe (kg/h)	Na (h)	Emisión (t/año)
1	MP10	0,609	14	0,009
	MP2,5	0,312	14	0,004
	MPT	0,811	14	0,012
2	MP10	0,609	342	0,208
	MP2,5	0,312	342	0,107
	MPT	0,811	342	0,277
3	MP10	0,609	2	0,001
	MP2,5	0,312	2	0,001
	MPT	0,811	2	0,002

Fuente: Elaboración propia.

Importante indicar que parte del material resultante será utilizado en el interior del área del proyecto como relleno y nivelación de terreno, el resto será dispuesto en otros terrenos de propiedad del titular, que se encuentran a aproximadamente 3 km de distancia o algún recinto autorizado.

3.4.3 Erosión de material en pila

3.4.3.1 Factor de emisión

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

Tabla 14. Factor de emisión para erosión de material en pila.

Fórmula	Unidad	Parámetros
$fe = k(\frac{s}{1,5})(\frac{f}{15})$ **Ecuación 4**	[kg/ha-día]	k MP_{10}: 0,953 k $MP_{2,5}$: 0,146
		s: Contenido de fino del material (%). Valor por defecto: 8,5
		f: Porcentaje del tiempo que la velocidad del viento no obstruido es mayor a 5,4 [m/s] a la altura media de la pila. Valor utilizado: 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.

3.4.3.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad se determina multiplicando la superficie de acopio expuesta a los vientos, medido en hectáreas, por los días al año que se mantiene el material apilado.

Para la estimación de emisiones, se consideró una superficie de acopio de 500 m^2, en donde el material podría permanecer por un tiempo de 304 días/año, considerando un escenario más desfavorable En la siguiente tabla se indica la superficie, tiempo de acopio por cada año y el nivel de actividad (Na):

Tabla 15. Superficie, tiempo de acopio de material y Na calculado.

Ítem	Años		
	1	2	3
Superficie acopio (ha)	0,05	0,05	0,05
Tiempo acopio (días/año)	304	304	304
Na (ha)	15	15	15

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.3 Emisiones por año

La información presentada es utilizada en la Ecuación 1 y Ecuación 4 con lo cual se obtiene las emisiones a generar por la actividad. En la siguiente tabla se detallan los resultados correspondientes.

Tabla 16. Emisiones por erosión de material en pila. Fase de Construcción.

Año	Material Particulado	fe (kg/ha)	Na (ha)	Emisión (t/año)
1	MP10	1,800	15	0,027
	MP2,5	0,276	15	0,004
2	MP10	1,800	15	0,027
	MP2,5	0,276	15	0,004
3	MP10	1,800	15	0,027
	MP2,5	0,276	15	0,004

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Carguío y volteo de material

3.4.4.1 Factor de emisión

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

Tabla 17 Factor de emisión para carguío y volteo de material.

Fórmula	Unidad	Parámetros
$fe = k_{MP10,MP2,5,MPT} \times (0,0016) \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$ **Ecuación 5**	[kg/t]	k MP_{10}: 0,350 k $MP_{2,5}$: 0,053 k MPT: 0,740
		U: Velocidad del viento promedio. 4,6 [m/s] Valor se ha obtenido de la plataforma de Agrometeorología de la Red Agrometeorológica INIA[2], específicamente de la estación El Tambo, que es la más cercana al área del Proyecto.
		M: Porcentaje de humedad del suelo. Valor por defecto: 6,5

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

[2] https://agrometeorologia.cl/

3.4.4.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad (Na) es equivalente a las toneladas del material cargado más el descargado, es decir, es igual a las toneladas del material trasladado, multiplicadas por dos.

Para obtener las toneladas de material de carguío y volteo, se consideró una densidad de 2,0 t/m^3, para actividades relacionadas con movimiento de tierra asociado a escarpe y excavaciones, mientras que para rellenos, se utilizó una densidad de 1,50 t/m^3.

La siguiente tabla da cuenta de los volúmenes de material y sus respectivos pesos, calculados según su densidad.

Tabla 18 Volúmenes y pesos de transferencia actividades Fase de Construcción.

Material	Densidad	Año 1		Año 2		Año 3	
		Volumen (m^3/año)	Na (t/año)	Volumen (m^3/año)	Na (t/año)	Volumen (m^3/año)	Na (t/año)
Escarpe*	2,00	114	228	2.221	4.441	-	-
Excavaciones*	2,00	781	1.562	18.547	37.094	104	207
Rellenos compactados	1,55	464	719	7.106	11.015	1.811	2.806
Total		**1.359**	**2.509**	**27.874**	**52.550**	**1.914**	**3.013**

(*): Considera 20% de esponjamiento, en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.3 Emisiones por año

De acuerdo con la información presentada se obtienen las emisiones generadas por esta actividad, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 19 Emisiones por carguío y volteo de material Fase de Construcción.

Año	Parámetro	Actividad	Na (t/año)	fe (kg/t)	Emisión (t/año)
1	MP_{10}	Carguío	2.509	0,00011	0,000
		Volteo	2.509	0,00011	0,000
	Total MP_{10}				**0,001**
	$MP_{2,5}$	Carguío	2.509	0,00002	0,000
		Volteo	2.509	0,00002	0,000
	Total $MP_{2,5}$				**0,000**
	MPT	Carguío	2.509	0,00023	0,001
		Volteo	2.509	0,00023	0,001
	Total MPT				**0,001**
2	MP_{10}	Carguío	52.550	0,00011	0,006
		Volteo	52.550	0,00011	0,006
	Total MP_{10}				**0,011**
	$MP_{2,5}$	Carguío	52.550	0,00002	0,001

Año	Parámetro	Actividad	Na (t/año)	fe (kg/t)	Emisión (t/año)
		Volteo	52.550	0,00002	0,001
	Total $MP_{2,5}$				**0,002**
	MPT	Carguío	52.550	0,00023	0,012
		Volteo	52.550	0,00023	0,012
	Total MPT				**0,024**
3	MP_{10}	Carguío	3.013	0,00011	0,000
		Volteo	3.013	0,00011	0,000
	Total MP_{10}				**0,001**
	$MP_{2,5}$	Carguío	3.013	0,00002	0,000
		Volteo	3.013	0,00002	0,000
	Total $MP_{2,5}$				**0,000**
	MPT	Carguío	3.013	0,00023	0,001
		Volteo	3.013	0,00023	0,001
	Total MPT				**0,001**

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5 Compactación

3.4.5.1 Factor de emisión

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

Tabla 20 Factor de emisión para compactación.

Fórmula	Unidad	Parámetros
$fe_{MP10} = \frac{0,75 \times 0,45(s)^{1,5}}{(M)^{1,4}}$ **Ecuación 6**	[kg/h]	s: Porcentaje de finos del suelo. Valor por defecto: 8,5
$fe_{MP2,5} = \frac{0,105 \times 2,6(s)^{1,2}}{(M)^{1,3}}$ **Ecuación 7**	[kg/h]	M: Porcentaje de humedad del suelo. Valor por defecto: 6,5

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

3.4.5.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad corresponde a las horas de compactación, las que se pueden obtener en base al área a recorrer, número de pasadas, velocidad y ancho de la compactadora, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Horas\ compactación = \frac{Área[m^2]}{Ancho[m] \times Vel\left[\frac{km}{h}\right] \times 1000\left[\frac{m}{km}\right]} \times Nº\ pasadas$$

Ecuación 8

Se considera compactar la superficie de escarpe para las 3 fases de construcción del proyecto.

De acuerdo a las características de la maquinaria entregadas en la Tabla 21 y del área a compactar, se calculó las horas de compactación anual, las que se entregan en la Tabla 22.

Tabla 21 Características de la compactación Fase de Construcción.

Ítem	Valor	Unidad
Ancho rodillo	0,9	m
Velocidad	9	km/h
Nº pasadas	10	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 Área y Horas de compactación Fase de Construcción.

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3
Área total compactación (m²)	633	12.337	-
Na: Horas compactación (h)	1	15	-

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5.3 Emisiones por año

Sobre la base de la información presentada y las ecuaciones: 1, 6 y 7, la siguiente tabla presenta las emisiones generadas por esta actividad:

Tabla 23 Emisiones por compactación Fase de Construcción.

Año	Material particulado	fe (kg/h)	Na (h)	Emisión (t/año)
1	MP10	0,6086	1	0,000
	MP2.5	0,3124	1	0,000
2	MP10	0,6086	15	0,009
	MP2.5	0,3124	15	0,005
3	No contempla actividades de compactación de terreno			

Fuente: Elaboración propia.

3.4.6 Nivelación

3.4.6.1 Factor de emisión

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

Tabla 24 Factor de emisión para nivelación.

Fórmula	Unidad	Parámetros
$fe_{MP10} = 0,6 \times 0,0056(S)^2$ **Ecuación 9**	[kg/km]	S: Velocidad media de niveladora [km/h]. Valor por defecto 11,4 [km/h].
$fe_{MP2,5} = 0,031 \times 0,0034(S)^{2,5}$ **Ecuación 10**	[kg/km]	

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

3.4.6.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad corresponde a los kilómetros recorridos por la niveladora, determinados a partir del área a nivelar, el ancho de la maquinaria y el número de pasadas, como se puede observar en la siguiente ecuación:

$$km\ de\ nivelación = \frac{Área\ [m^2]}{Ancho\ [m]} \times \frac{1}{1000}\left[\frac{km}{m}\right] \times Nº\ pasadas$$

Ecuación 11

Se considera nivelar la superficie de escarpe para las 3 fases de construcción del proyecto.

En la siguiente tabla, se entrega las características de la maquinaria, información que se utilizará para calcular los km de nivelación calculados a partir de la Ecuación 11.

Tabla 25 Características de nivelación Fase de Construcción.

Ítem	Valor	Unidad
Ancho hoja	3,7	m
Nº pasadas	10	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 Área a nivelar y km recorridos Fase de Construcción.

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3
Área total nivelación (m²)	633	12.337	-
Horas de uso maquinaria (h)	1	4	-
km nivelación (Na)	2	33	-

Fuente: Elaboración propia.

3.4.6.3 Emisiones por año

Sobre la base de la información presentada y las ecuaciones: 1, 9 y 10, la siguiente tabla presenta las emisiones generadas por nivelación:

Tabla 27 Emisiones por nivelación Fase de Construcción.

Año	Material particulado	fe (kg/km)	Na (km)	Emisión (t/año)
1	MP10	0,437	2	0,001
	MP2,5	0,026	2	0,000
2	MP10	0,437	33	0,015
	MP2,5	0,026	33	0,002
3	No contempla actividades de nivelación de terreno			

Fuente: Elaboración propia.

3.4.7 Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados

3.4.7.1 Factor de emisión

Tabla 28 Factor de emisión para el tránsito de vehículos pesados por caminos no pavimentados.

Actividad	Fórmula	Unidad	Parámetros
Camino no pavimentado vehículos pesados	$fe = k \times 281{,}9 \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} \left(\frac{W}{2{,}72}\right)^{0,45}$ **Ecuación 12**	[g/km]	k MP_{10}: 1,5 k $MP_{2,5}$: 0,15 k MPT: 4,90
			s: Contenido de material fino en la superficie [%]. Valor por defecto: 8,5
			W: Peso promedio de la flota que transita por las vías [t]

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

El peso promedio de la flota, para un determinado camino no pavimentado y año cronológico, se calcula mediante la siguiente ecuación:

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

Ecuación 13

Dónde:

W: Peso promedio de la flota que transita por un determinado camino y año cronológico, en [t].

$\bar{P}_i$: Promedio entre el peso con y sin carga (en [t]), del vehículo que hace un determinado tipo de viaje i. Por ejemplo, un tipo de viaje puede ser el traslado de escombros en el año 1 del proyecto.

Nvi: Número de viajes del tipo de viaje i.

Nvj: Número de viajes del tipo de viaje j.

n: Cantidad de tipos de viajes.

Para considerar el efecto de las lluvias, se puede aplicar un factor de **0,907**, obtenido mediante la siguiente ecuación, que corresponde a su vez a la ecuación (2) presentada en (EPA, 2006).

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

Ecuación 14

Donde P es el número de días en el año con precipitaciones superiores a 0,254 [mm], el cual corresponde a un promedio de 34 días, considerando los últimos 5 años de acuerdo con el registro obtenido desde la plataforma de Agrometeorología de la Red Agrometeorológica INIA[3], específicamente de la estación Peor es Nada de Chimbarongo, INIA que es la más cercana al área del Proyecto.

3.4.7.2 Nivel de actividad

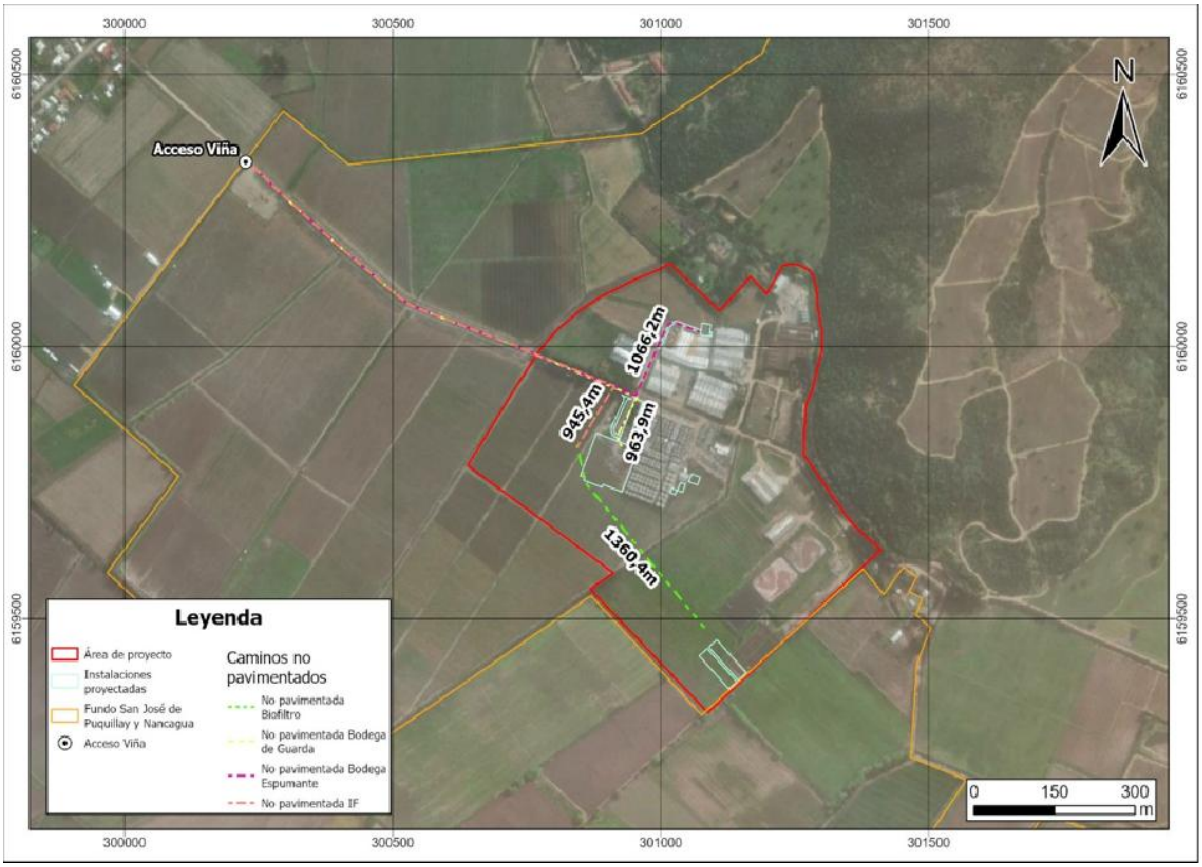
Para el nivel de actividad (Na) se deben considerar los caminos no pavimentados por donde circularán los camiones para la ejecución de obras y el número de viajes anual. A continuación se entrega detalle de los caminos no pavimentados internos y externos considerados para la estimación de emisiones:

- **Caminos no pavimentados internos**

A continuación, se muestra las rutas no pavimentadas internas para las diferentes fases de la construcción, con su respectiva longitud.

[3] https://agrometeorologia.cl/

Figura 3 Caminos n pavimentados internos.

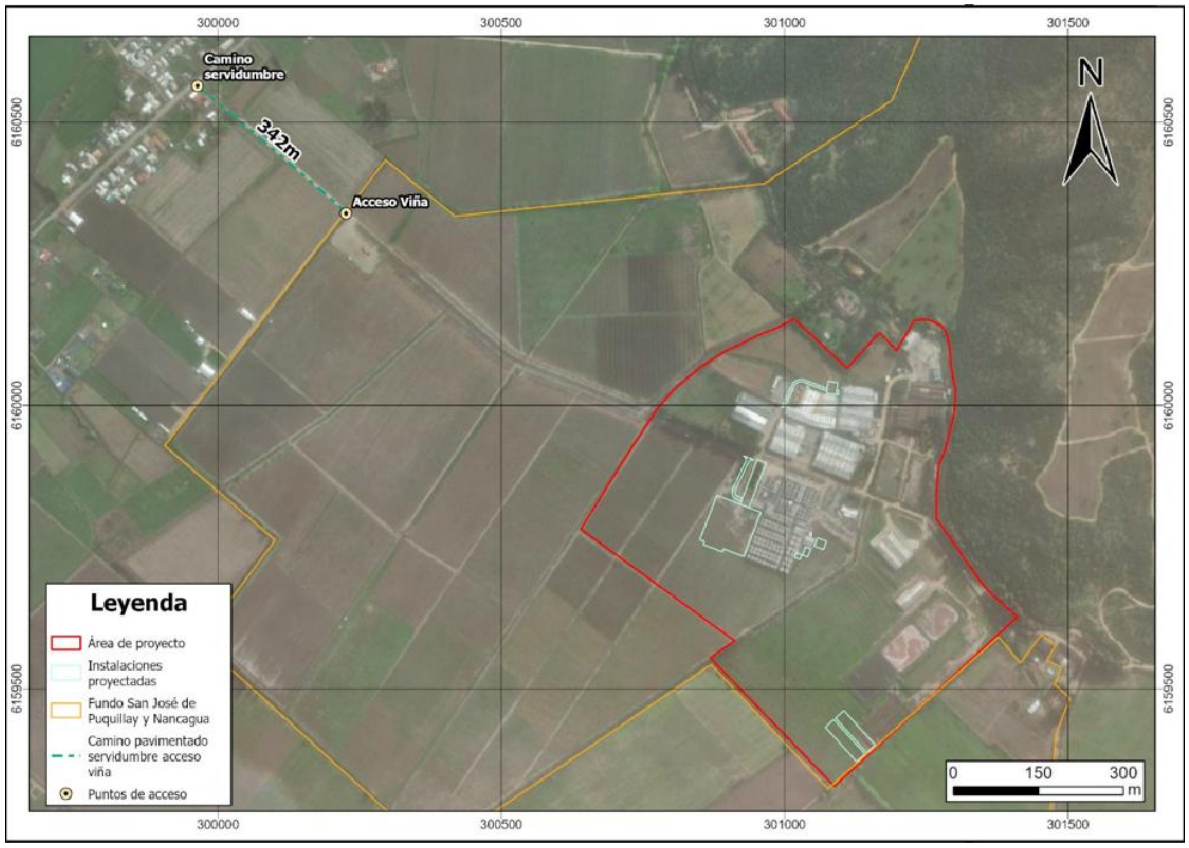


Fuente: Elaboración propia.

- **Caminos no pavimentados externos**

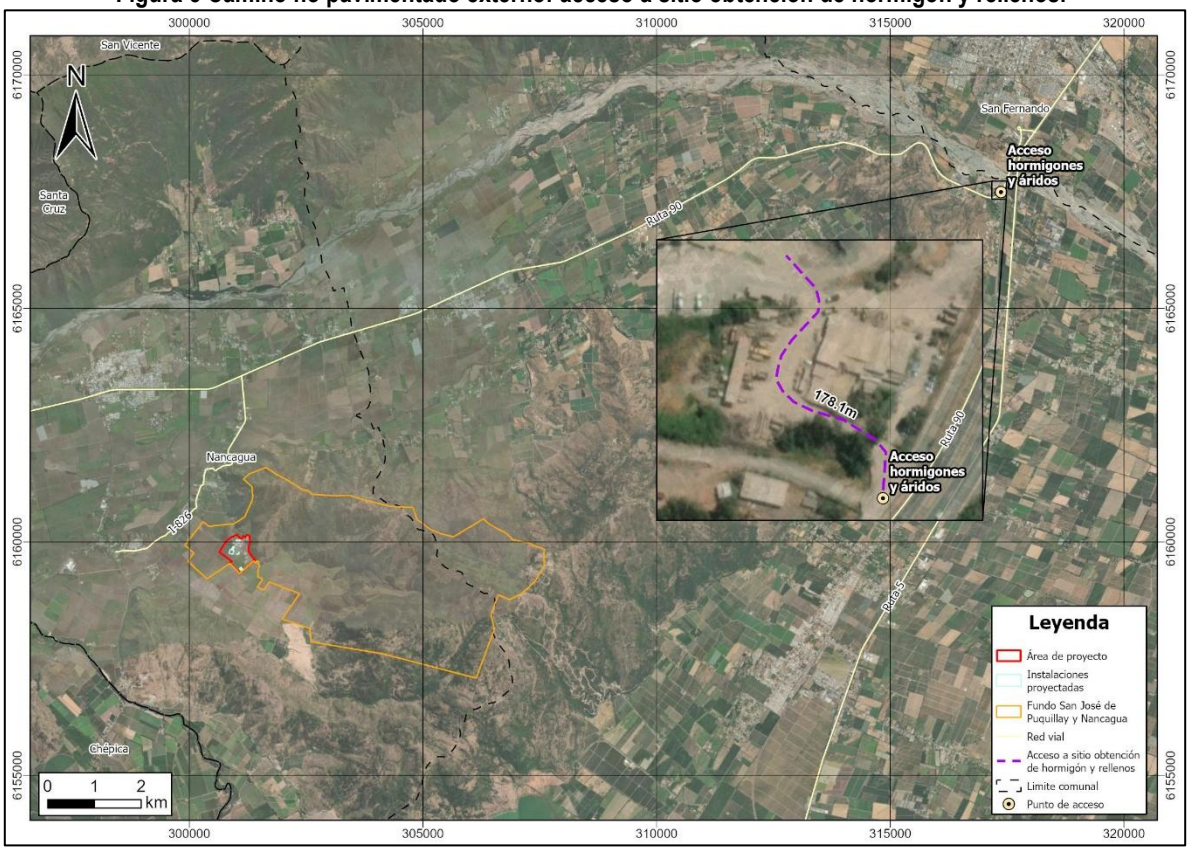
A continuación, se muestra las rutas no pavimentadas externas consideradas para la estimación de emisiones, con su respectiva longitud.

Figura 4 Camino no pavimentado externo: Servidumbre acceso proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Camino no pavimentado externo: acceso a sitio obtención de hormigón y rellenos.



Fuente: Elaboración propia.

- **Resumen caminos no pavimentados**

A continuación se entrega resumen de las longitudes de caminos sin pavimento (interno y externo) con distancia ida y vuelta que deberá recorrer cada vehículo, según corresponda:

Tabla 29 Resumen caminos no pavimentados (interno y externo) con su longitud y distancia a recorrer ida-vuelta Fase de Construcción.

Ruta	Ubicación	Longitud (m)	Distancia recorrida ida y vuelta (km)
Camino no pavimentado Instalación de faena	Interno	945,4	1,89
Camino no pavimentado Bodega Espumante	Interno	1.066,2	2,13
Camino no pavimentado Bodega de Guarda	Interno	963,9	1,93
Camino no pavimentado Biofiltro	Interno	1.360,4	2,72
Camino sitio obtención de hormigón y rellenos	Externo	178,1	0,36
Camino servidumbre acceso	Externo	342	0,68

Fuente: Elaboración propia.

Viajes

El número de viajes para el traslado de un determinado material se obtiene de la siguiente manera:

- En primer lugar, se divide el volumen de material a transportar, por la capacidad en metros cúbicos del camión que lo transporta, luego, este resultado se debe redondear al entero superior.
- De forma paralela, se dividen las toneladas de material a transportar, por la capacidad en toneladas del camión que lo transporta, y al igual que en el caso anterior, este resultado se redondea al entero superior.
- Finalmente, el número de viajes corresponde al máximo entre los dos resultados obtenidos anteriormente, puesto que de esta manera se asegura que no se sobrepase la capacidad de los vehículos, tanto en volumen como en peso.

Para realizar el cálculo del número de viajes realizado por los camiones para las diferentes actividades, se debe conocer las características de la flota de camiones. En la siguiente tabla se detalla:

Tabla 30 Características de la flota durante la Fase de Construcción.

Vehículo	Tara	Capacidad camión		Peso bruto camión
	t	m^3	t	t
Camión Tolva 12 m^3	11,25	12	21,8	33,0
Camión Mixer	13,0	8,0	26,5	39,5
Camión Rampla	5,80	20,0	13,0	18,8
Camión Pequeño	2,00	1,5	1,5	3,5

Fuente: Elaboración propia.

En Apéndice 2, se adjunta ficha técnica de Vehículos.

En la siguiente tabla, se indica las cubicaciones a partir de las cuales se obtiene el número de viajes asociados a la actividad.

Tabla 31 Volumen, cantidades y N° Viajes/año calculados en Vías No Pavimentadas externas Fase de Construcción.

Año	Actividad	Vehículo	Volumen (m^3)	Densidad (ton/m^3)	Cantidad (t)	Ruta	N° viajes/año		
							m^3	t	Final
1	Excavaciones*	Camión tolva	468,7	2,0	937,4	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	39,06	43,10	44
	Rellenos	Camión tolva	464,0	1,6	719,2	Camino no pavimentado Bodega Espumante/ Camino servidumbre acceso/ Camino sitio obtención de hormigón y rellenos.	38,67	33,07	39
	Hormigón	Camión mixer	72,0	2,4	172,8	Camino no pavimentado Bodega Espumante/ Camino servidumbre acceso/ Camino sitio obtención de hormigón y rellenos.	9,00	6,52	9
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	60,0	1,5	90,0	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	5,00	4,14	5
	RESPEL	C. Pequeño	-	1,0	-	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	2	2	2
	Total						**94**	**89**	**99**
2	Excavaciones*	Camión tolva	11.128,1	2,0	22.256,3	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	927,35	1.023,28	1.024
	Rellenos	Camión tolva	7.106,4	1,6	11.014,9	Camino no pavimentado Bodega de Guarda Camino servidumbre acceso/ Camino sitio obtención de hormigón y rellenos.	592,20	506,43	593
	Hormigón	Camión mixer	4.481,7	2,4	10.756,2	Camino no pavimentado Bodega de Guarda/ Camino servidumbre acceso/	560,22	405,89	561

Año	Actividad	Vehículo	Volumen (m^3)	Densidad (ton/m^3)	Cantidad (t)	Ruta	N° viajes/año		
							m^3	t	Final
						Camino sitio obtención de hormigón y rellenos.			
	Enfierradura	Camión rampla	45,6	7,9	358,2	Camino no pavimentado Bodega de Guarda/ Camino servidumbre acceso	2,28	27,55	28
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	60,0	1,5	90,0	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	5,00	4,14	5
	RESPEL	C. Pequeño	-	1,0		Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	2,00	2,00	2
	Total						**2.089**	**1.969**	**2.213**
3	Excavaciones*	Camión tolva	62,1	2,0	124,2	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	5,18	5,71	6
	Rellenos	Camión tolva	1.810,6	1,6	2.806,5	Camino no pavimentado Biofiltro/ Camino servidumbre acceso/ Camino sitio obtención de hormigón y rellenos.	150,89	129,03	151
	Hormigón	Camión mixer	509,3	2,4	1.222,2	Camino no pavimentado Biofiltro/ Camino servidumbre acceso/ Camino sitio obtención de hormigón y rellenos.	63,66	46,12	64
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	60,0	1,5	90,0	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	5,00	4,14	5
	RESPEL	C. Pequeño	-	1,0	-	Camino no pavimentado Instalación de faena/ Camino servidumbre acceso.	2,00	2,00	2
	Total						**227**	**187**	**227**

(*): Considera 20% de esponjamiento, en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Peso promedio flota Ruta interna

La siguiente tabla presenta los cálculos de peso promedio de la flota considerando la Ecuación 13.

Tabla 32 Peso promedio de la flota al interior de la obra Fase de Construcción.

Año	Actividad	Vehículo	Tara del vehículo (Ti)*	Peso Neto del Vehículo (Pi)**	Flujo por Categoría (Fi)	Distancia que recorren los vehículos de la categoría (Di)	((Ti+Pi)/2) * FiDi	FiDi	W
1	Excavaciones*	Camión tolva	11,25	33,00	44	1,89	1.839,9	83,2	
	Rellenos	Camión tolva	11,25	33,00	39	2,13	1.822,2	82,4	
	Hormigón	Camión mixer	13,00	39,50	9	2,13	503,2	19,2	
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	11,25	33,00	5	1,89	209,1	9,5	
	RESPEL	C. Pequeño	2,00	3,50	2	1,89	10,4	3,8	
	Total				**99**		**4.384,8**	**197,9**	**22**
2	Excavaciones*	Camión tolva	11,25	33,00	1.024	1,89	42.819,8	1.935,4	
	Rellenos	Camión tolva	11,25	33,00	593	1,93	25.321,8	1.144,5	
	Hormigón	Camión mixer	13,00	39,50	561	1,93	28.421,7	1.082,7	
	Enfierradura	Camión rampla	5,80	18,80	28	1,93	654,1	53,2	
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	11,25	33,00	5	1,89	209,1	9,5	
	RESPEL	C. Pequeño	2,00	3,50	2	1,89	10,4	3,8	
	Total				**2.213**		**97.436,9**	**4.229,0**	**23**
3	Excavaciones*	Camión tolva	11,25	33,00	6	1,89	238,8	10,8	
	Rellenos	Camión tolva	11,25	33,00	151	2,72	9.080,3	410,4	
	Hormigón	Camión mixer	13,00	39,50	64	2,72	4.545,2	173,2	
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	11,25	33,00	5	1,89	209,1	9,5	
	RESPEL	C. Pequeño	2,00	3,50	2	1,89	10,4	3,8	
	Total				**227**		**14.083,8**	**607,6**	**23**

(*): Considera 20% de esponjamiento, en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020. Fuente: Elaboración propia.

Peso promedio flota Ruta externa

La siguiente tabla presenta los cálculos de peso promedio de la flota considerando la Ecuación 13.

Tabla 33 Peso promedio de la flota al exterior de la obra Fase de Construcción.

Año	Actividad	Vehículo	Tara del vehículo (Ti)*	Peso Neto del Vehículo (Pi)**	Flujo por Categoría (Fi)	Distancia que recorren los vehículos de la categoría (Di)	((Ti+Pi)/2) * FiDi	FiDi	W
1	Excavaciones*	Camión tolva	11,25	33,00	44	0,68	662,0	29,9	
	Rellenos	Camión tolva	11,25	33,00	39	1,04	889,7	40,2	
	Hormigón	Camión mixer	13,00	39,50	9	1,04	245,7	9,4	

Año	Actividad	Vehículo	Tara del vehículo (Ti)*	Peso Neto del Vehículo (Pi)**	Flujo por Categoría (Fi)	Distancia que recorren los vehículos de la categoría (Di)	((Ti+Pi)/2) * FiDi	FiDi	W
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	11,25	33,00	5	0,68	75,2	3,4	
	RESPEL	C. Pequeño	2,00	3,50	2	0,68	3,7	1,4	
	Total				**99**		**1.876,4**	**84,3**	**22**
2	Excavaciones*	Camión tolva	11,25	33,00	1.024	0,68	15.406,1	696,3	
	Rellenos	Camión tolva	11,25	33,00	593	1,04	13.644,9	616,7	
	Hormigón	Camión mixer	13,00	39,50	561	1,04	15.315,3	583,4	
	Enfierradura	Camión rampla	5,80	18,80	28	0,68	230,5	18,7	
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	11,25	33,00	5	0,68	75,2	3,4	
	RESPEL	C. Pequeño	2,00	3,50	2	0,68	3,7	1,4	
	Total				**2.213**		**44.675,7**	**1.920,0**	**23**
3	Excavaciones*	Camión tolva	11,25	33,00	6	0,68	85,9	3,9	
	Rellenos	Camión tolva	11,25	33,00	151	1,04	3.471,9	156,9	
	Hormigón	Camión mixer	13,00	39,50	64	1,04	1.737,9	66,2	
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	11,25	33,00	5	0,68	75,2	3,4	
	RESPEL	C. Pequeño	2,00	3,50	2	0,68	3,7	1,4	
	Total				**227**		**5.374,6**	**231,8**	**23**

(*): Considera 20% de esponjamiento, en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020. Fuente: Elaboración propia.

3.4.7.3 Emisiones por año

La siguiente tabla presenta los parámetros utilizados de acuerdo a los antecedentes del proyecto, los factores de emisión y las emisiones finales obtenidas.

Tabla 34 Emisiones por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados Fase de Construcción.

Año	Material particulado	Ruta	W (t)	fe (g/km)	Distancia Recorrida (km)	Emisión (t/año)
1	MP10	Interna	22	722,6	197,9	0,143
	MP2,5	Interna	22	72,3	197,9	0,014
	MPT	Interna	22	2.360,6	197,9	0,467
	MP10	Externa	22	724,3	84,3	0,061
	MP2,5	Externa	22	72,4	84,3	0,006
	MPT	Externa	22	2.366,1	84,3	0,199
2	MP10	Interna	23	735,5	4.229,0	3,110
	MP2,5	Interna	23	73,5	4.229,0	0,311

Año	Material particulado	Ruta	W (t)	fe (g/km)	Distancia Recorrida (km)	Emisión (t/año)
	MPT	Interna	23	2.402,6	4.229,0	10,160
	MP10	Externa	23	738,8	1.920,0	1,418
	MP2,5	Externa	23	73,9	1.920,0	0,142
	MPT	Externa	23	2.413,3	1.920,0	4,633
3	MP10	Interna	23	737,5	607,6	0,448
	MP2,5	Interna	23	73,7	607,6	0,045
	MPT	Interna	23	2.409,1	607,6	1,464
	MP10	Externa	23	737,6	231,8	0,171
	MP2,5	Externa	23	73,8	231,8	0,017
	MPT	Externa	23	2.409,6	231,8	0,558

Fuente: Elaboración propia.

3.4.8 Tránsito de vehículos por vías pavimentadas

3.4.8.1 Factor de emisión

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

Tabla 35 Factor de emisión para tránsito de vehículos por vías pavimentadas.

Fórmula	Unidad	Parámetros
$fe_{MP} = k \times (sL)^{0,91}(w \times 1,1023)^{1,02}$ **Ecuación 15**	[g/km]	k MP_{10}: 0,62 g/km k $MP_{2,5}$: 0,15 g/km k MPT: 3,23 g/km
		sL: Carga superficial de finos [g/m²]. Valores por defecto: 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.
		W: peso promedio en toneladas de los vehículos que transitan por las vías. Por defecto se puede usar un valor de 8 [t].

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

Para considerar el efecto de las lluvias, se puede aplicar un factor de **0,977**, obtenido mediante la siguiente ecuación, que corresponde a su vez a la ecuación (2) presentada en (EPA, 2011).

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

Ecuación 16

Donde P es el número de días en el año con precipitaciones superiores a 0,254 [mm], el cual corresponde a un promedio de 34 días, considerando los últimos 5 años de acuerdo con el registro obtenido desde la plataforma de Agrometeorología de la Red Agrometeorológica INIA[4], específicamente de la estación Peor es Nada de Chimbarongo, INIA que es la más cercana al área del Proyecto.

3.4.8.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad (Na) equivale a la suma de los kilómetros recorridos por los vehículos del proyecto, en las vías de cada rango de flujo. Primero que todo, para poder realizar los cálculos se debe tener en consideración los viajes asociados y las rutas por las que circularon los camiones dependiendo de la actividad realizada.

A continuación, se presenta el criterio aplicado para determinar el N° de viajes/año:

Viajes

Para determinar la cantidad de viajes se deben considerar las capacidades de cada camión, las cuales dependen de las especificaciones técnicas de cada vehículo. El número de viajes totales se obtiene de la siguiente forma:

- En primer lugar, se divide el volumen de material a transportar, por la capacidad en metros cúbicos del camión que lo transporta, luego, este resultado se debe redondear al entero superior.
- De forma paralela, se dividen las toneladas de material a transportar, por la capacidad en toneladas del camión que lo transporta y al igual que en el caso anterior, este resultado hay que redondearlo al entero superior.
- Finalmente, el número de viajes corresponde al máximo entre los dos resultados obtenidos anteriormente, puesto que de esta manera se asegura que no se sobrepase la capacidad de los vehículos, tanto en volumen como en peso.

La tabla siguiente presenta las características de la flota de camiones utilizados para la construcción del Proyecto:

Tabla 36 Características de la flota Fase de Construcción.

Vehículo	Tara	Capacidad camión		Peso bruto camión
	t	m³	t	t
Camión Tolva 12 m³	11,25	12	21,8	33,0
Camión Mixer	13,0	8,0	26,5	39,5
Camión Rampla	5,80	20,0	13,0	18,8
Camión Pequeño	2,00	1,5	1,5	3,5

Fuente: Elaboración propia.

En Apéndice 2, se adjunta ficha técnica de Vehículos.

[4] https://agrometeorologia.cl/

La siguiente tabla presenta el N° de viajes/año por actividad, calculados según criterio descrito:

Tabla 37 N° viajes/año según actividad Fase de Construcción.

Año	Actividad	Vehículo	Volumen (m^3)	Densidad (ton/m^3)	Cantidad (t)	Ruta	N° viajes/año		
							m^3	t	Final
1	Excavaciones*	Camión tolva	468,7	2,0	937,4	TERRENO TITULAR	39,06	43,10	44
	Rellenos	Camión tolva	464,0	1,6	719,2	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	38,67	33,07	39
	Hormigón	Camión mixer	72,0	2,4	172,8	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	9,00	6,52	9
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	60,0	1,5	90,0	LÍMITE REGIONAL NORTE	5,00	4,14	5
	RESPEL	C. Pequeño	-	1,0	-	LÍMITE REGIONAL NORTE	2	2	2
	Total						**94**	**89**	**99**
2	Excavaciones*	Camión tolva	11.128,1	2,0	22.256,3	TERRENO TITULAR	927,35	1.023,28	1.024
	Rellenos	Camión tolva	7.106,4	1,6	11.014,9	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	592,20	506,43	593
	Hormigón	Camión mixer	4.481,7	2,4	10.756,2	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	560,22	405,89	561
	Enfierradura	Camión rampla	45,6	7,9	358,2	LÍMITE REGIONAL SUR	2,28	27,55	28
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	60,0	1,5	90,0	LÍMITE REGIONAL NORTE	5,00	4,14	5
	RESPEL	C. Pequeño	-	1,0		LÍMITE REGIONAL NORTE	2,00	2,00	2
	Total						**2.089**	**1.969**	**2.213**
3	Excavaciones*	Camión tolva	62,1	2,0	124,2	TERRENO TITULAR	5,18	5,71	6
	Rellenos	Camión tolva	1.810,6	1,6	2.806,5	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	150,89	129,03	151
	Hormigón	Camión mixer	509,3	2,4	1.222,2	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	63,66	46,12	64
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	60,0	1,5	90,0	LÍMITE REGIONAL NORTE	5,00	4,14	5
	RESPEL	C. Pequeño	-	1,0	-	LÍMITE REGIONAL NORTE	2,00	2,00	2
	Total						**227**	**187**	**227**

(*): Considera 20% de esponjamiento, en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

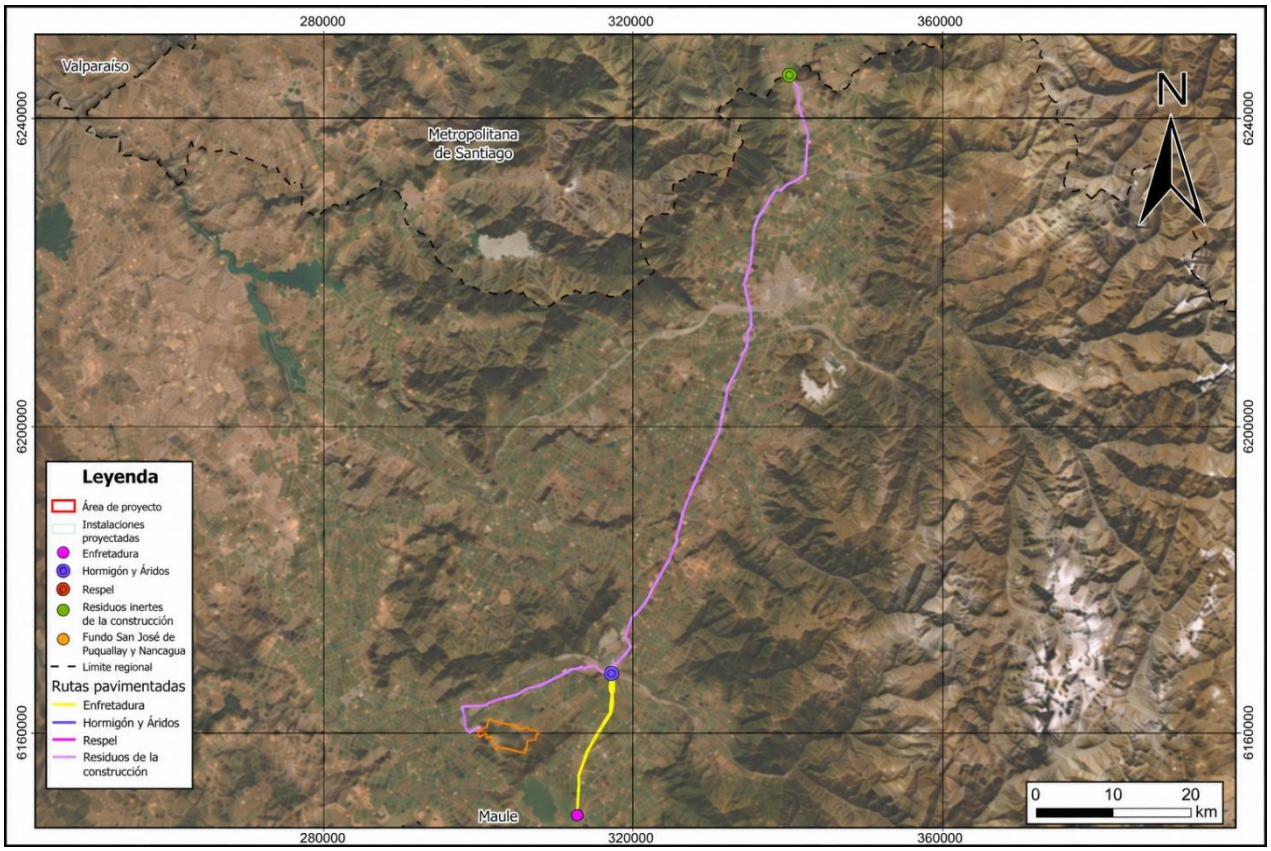
Fuente: Elaboración propia.

Rutas asociadas

Las siguientes figuras y tabla a continuación, muestran y describen las rutas asociadas a las diferentes actividades, considerando distancia de ida y vuelta para cada actividad.

En Apéndice 1, se adjunta rutas en KMZ.

Figura 6 Rutas por vías pavimentadas Fase de Construcción.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describe las rutas utilizadas por camiones para la fase de construcción del Proyecto:

Tabla 38 Rutas pavimentadas y distancias a recorrer ida y vuelta Fase de Construcción.

Ruta	Tramo Ruta		Kilómetros	Flujo
	Ida	Vuelta	km	-
HORMIGÓN Y ÁRIDOS	Ruta 90, I-82, I-826.	I-826, I-82, Ruta 90, Camino A. Sta. Cruz, Ruta 90.	46,65	C
			6,25	B
			0,01	A
LÍMITE REGIONAL NORTE	Ruta 5, salida hacia Sta. Cruz/ San Fernando, Ruta 90, I-82, I-826.	I-826, I-82, Ruta 90, Ruta 5.	216,69	C
			6,19	B
			0,01	A
LÍMITE REGIONAL SUR	Ruta Panamericana Sur/ Ruta 5, Sta. Cruz/ San Fernando, Ruta 90,I-82, I-826.	I-826, I-82, Ruta 90, I-870, Ruta Panamericana Sur/ Ruta 5.	83,96	C
			8,91	B
			0,01	A

Nota: Flujo A= inferior a 500 (veh/día), Flujo B= entre 500 y 10.000 (veh/día), Flujo C= superior a 10.000 (veh/día).
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, a continuación, se entregan las distancias por ruta según actividad.

Tabla 39 Distancias por ruta pavimentada (km ida y vuelta) según actividad Fase de Construcción.

Actividad	Tipo vehículo	Ruta	Distancias recorridas (ida y vuelta) (km)		
			TA	TM	TB
Excavaciones	Camión tolva	TERRENO TITULAR	-	5,00	-
Rellenos	Camión tolva	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	40,20	7,66	0,01
Hormigón	Camión mixer	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	40,20	7,66	0,01
Enfierradura	Camión rampla	LÍMITE REGIONAL SUR	77,68	10,37	0,01
Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	LÍMITE REGIONAL NORTE	210,31	7,60	0,01
RESPEL	C. Pequeño	LÍMITE REGIONAL NORTE	210,31	7,60	0,01

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

A continuación, se presentan las distancias acumuladas recorridas según el número de viajes/año, asociados por cada actividad:

Tabla 40 Distancias acumuladas/año según N° viajes/año, por ruta pavimentada Fase de Construcción.

Año	Actividad	Tipo de vehículo	Ruta	N° Viajes/año	Distancias acumuladas recorridas (km)		
					TA	TM	TB
1	Excavaciones*	Camión tolva	TERRENO TITULAR	44	0,0	220,0	0,0
	Rellenos	Camión tolva	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	39	1.554,4	296,2	0,4
	Hormigón	Camión mixer	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	9	361,8	68,9	0,1
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	LÍMITE REGIONAL NORTE	5	1.051,6	38,0	0,1
	RESPEL	C. Pequeño	LÍMITE REGIONAL NORTE	2	420,6	15,2	0,0
	Total			**99**	**3.388,4**	**638,3**	**0,5**
2	Excavaciones*	Camión tolva	TERRENO TITULAR	1.024	0,0	5.120,0	0,0
	Rellenos	Camión tolva	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	593	23.838,6	4.542,4	5,9
	Hormigón	Camión mixer	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	561	22.552,2	4.297,3	5,6
	Enfierradura	Camión rampla	LÍMITE REGIONAL SUR	28	2.140,4	285,7	0,3
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	LÍMITE REGIONAL NORTE	5	1.051,6	38,0	0,1
	RESPEL	C. Pequeño	LÍMITE REGIONAL NORTE	2	420,6	15,2	0,0
	Total			**2.213**	**50.003,4**	**14.298,6**	**11,9**

Año	Actividad	Tipo de vehículo	Ruta	N° Viajes/año	Distancias acumuladas recorridas (km)		
					TA	TM	TB
3	Excavaciones*	Camión tolva	TERRENO TITULAR	6	0,0	28,6	0,0
	Rellenos	Camión tolva	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	151	6.065,6	1.155,8	1,5
	Hormigón	Camión mixer	HORMIGÓN Y ÁRIDOS	64	2.559,1	487,6	0,6
	Residuos inertes de la construcción	Camión tolva	LÍMITE REGIONAL NORTE	5	1.051,6	38,0	0,1
	RESPEL	C. Pequeño	LÍMITE REGIONAL NORTE	2	420,6	15,2	0,0
	Total			**227**	**10.096,9**	**1.725,2**	**2,2**

Nota: A= Tráfico Alto, M=Tráfico Medio, B=Tráfico Bajo.
(*): Considera 20% de esponjamiento, en base a la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.8.3 Emisiones por año caminos pavimentados

Sobre la base de la información presentada y los parámetros utilizados de acuerdo a los antecedentes del proyecto, en la siguiente tabla presenta las emisiones generadas por la actividad:

Tabla 41 Emisiones por tránsito de vehículos en vías pavimentadas Fase de Construcción.

Año	Tipo Emisión	Parámetro	Tipo de Tráfico	fe (g/km)	sL (g/m²)	W (t)	Distancia recorrida (km/año)	Emisiones (t/año)
1	Directa / Indirecta	MP10	Alto	1,865	0,30	8,00	3.388,4	0,006
			Medio	4,033	0,70	8,00	638,3	0,003
			Bajo	12,376	2,40	8,00	0,5	0,000
			Total MP10					**0,009**
		MP2,5	Alto	0,451	0,30	8,00	3.388,4	0,002
			Medio	0,976	0,70	8,00	638,3	0,001
			Bajo	2,994	2,40	8,00	0,5	0,000
			Total MP2,5					**0,002**
		MPT	Alto	9,718	0,30	8,00	3.388,4	0,033
			Medio	21,010	0,70	8,00	638,3	0,013
			Bajo	64,474	2,40	8,00	0,5	0,000
			Total MPT					**0,046**
2	Directa / Indirecta	MP10	Alto	1,865	0,30	8,00	50.003,4	0,093
			Medio	4,033	0,70	8,00	14.298,6	0,058
			Bajo	12,376	2,40	8,00	11,9	0,000
			Total MP10					**0,151**
		MP2,5	Alto	0,451	0,30	8,00	50.003,4	0,023
			Medio	0,976	0,70	8,00	14.298,6	0,014

Año	Tipo Emisión	Parámetro	Tipo de Tráfico	fe (g/km)	sL (g/m²)	W (t)	Distancia recorrida (km/año)	Emisiones (t/año)
			Bajo	2,994	2,40	8,00	11,9	0,000
			Total MP2,5					**0,037**
		MPT	Alto	9,718	0,30	8,00	50.003,4	0,486
			Medio	21,010	0,70	8,00	14.298,6	0,300
			Bajo	64,474	2,40	8,00	11,9	0,001
			Total MPT					**0,787**
3	Directa / Indirecta	MP10	Alto	1,865	0,30	8,00	10.096,86	0,019
			Medio	4,033	0,70	8,00	1.725,16	0,007
			Bajo	12,376	2,40	8,00	2,22	0,000
			Total MP10					**0,026**
		MP2,5	Alto	0,451	0,30	8,00	10.096,86	0,005
			Medio	0,976	0,70	8,00	1.725,16	0,002
			Bajo	2,994	2,40	8,00	2,22	0,000
			Total MP2,5					**0,006**
		MPT	Alto	9,718	0,30	8,00	10.096,86	0,098
			Medio	21,010	0,70	8,00	1.725,16	0,036
			Bajo	64,474	2,40	8,00	2,22	0,000
			Total MPT					**0,135**

Fuente: Elaboración propia.

3.4.9 Combustión de vehículos

3.4.9.1 Factor de emisión

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de las emisiones por combustión interna de motores de vehículos fueron obtenidos del (**EMEP/EEA, 2019c),** en particular los señalados en la sección 3.3 "Tier 2 Method", Tabla 3-16**.** Estos factores dependen de la categoría vehicular, del tipo de combustible, cilindrada, peso y de la normativa de emisiones.

En la Tabla 42 se presentan los factores de emisión correspondientes para vehículos con motores EURO V, los cuales fueron utilizados en la estimación de emisiones.

Tabla 42 Factores de emisión por tipo de vehículo EURO V Fase de Construcción.

Categoría	Subcategoría	Tecnología	Factor de Emisión (g/km)						
			MP_{10}	$MP_{2,5}$	NO_x	SO_2[5]	NH_3	CO	COVDM
Vehículos pesados	Diesel > 32 t	HD Euro V - 2008	0,027	0,027	2,630	0,008	0,011	0,121	0,012
	Diesel 16 - 32t	HD Euro V - 2008	0,024	0,024	2,180	0,006	0,011	0,105	0,010
	Diesel 7.5 - 16t	HD Euro V - 2008	0,016	0,016	1,510	0,005	0,011	0,071	0,008
	Diesel <= 7.5t	HD Euro V - 2008	0,011	0,011	0,933	0,003	0,011	0,047	0,005

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 estimación de las emisiones de SO_2 se debe utilizar la metodología Tier 1, en donde se asume que todo el azufre del combustible es transformado en SO_2, usando la siguiente ecuación:

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

Ecuación 17

Dónde:

$E_{SO_2,m}$: emisiones de SO_2 por combustible m, en [g/año]

$k_{s,m}$: Peso relativo del azufre en el combustible m, en [g/g combustible].

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

Para realizar el cálculo, el valor del contenido de azufre en el combustible Petróleo Diésel que se ha considerado es de 15 ppm, valor máximo permitido en Chile[6].

Tabla 43 Características Petróleo Diésel.

Combustible	Contenido Azufre		Densidad (kg/L)
	ppm	g/g comb	
Diésel	15	0,000015	0,85

Fuente: Elaboración propia.

3.4.9.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad (Na) corresponde a los kilómetros anuales recorridos por cada tipo de vehículo del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los km totales recorridos por cada vehículo según subcategoría, considerando vías pavimentadas y no pavimentadas externas.

Tabla 44 Distancias recorridas anuales según categoría vehicular Fase de Construcción.

Año	Categoría	Subcategoría	Tecnología	Na (km/año)
1	V. Pesado	Diesel > 32 t	HD Euro V - 2008	3.868,4
		Diesel <= 7.5t	HD Euro V - 2008	441,0
	Total			**4.309,4**
2	V. Pesado	70.021,8	HD Euro V - 2008	70.021,8
		Diesel <= 7.5t	HD Euro V - 2008	441,0
	Total			**70.462,8**

[5] Factor calculado según Ecuación 17

[6] Valor máximo permitido en Chile. Página web ENAP. www.enap.cl – Anexo Diesel Grado B2.

Año	Categoría	Subcategoría	Tecnología	Na (km/año)
3	V. Pesado	Diesel > 32 t	HD Euro V - 2008	12.222,6
		Diesel <= 7.5t	HD Euro V - 2008	441,0
	Total			**12.663,6**

Fuente: Elaboración propia.

3.4.9.3 Emisiones por año

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

Tabla 45 Emisiones por combustión de vehículos Fase de Construcción.

Año	Tipo emisión	Tipo fuente	Categoría Vehicular	Subcategoría vehicular	Na (km/año)	Emisiones (t/año)						
						MP10	MP2,5	NO_x	SO_x	NH_3	CO	COVDM
1	Directa/ Indirecta	Móvil	V. Pesado	Diesel > 32 t	3.868,4	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
				Diesel <= 7.5t	441,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Total		**4.309,4**	**0,000**	**0,000**	**0,011**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**
2	Directa/ Indirecta	Móvil	V. Pesado	Diesel > 32 t	70.021,8	0,002	0,002	0,184	0,001	0,001	0,008	0,001
				Diesel <= 7.5t	441,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Total		**70.462,8**	**0,002**	**0,002**	**0,185**	**0,001**	**0,001**	**0,008**	**0,001**
3	Directa/ Indirecta	Móvil	V. Pesado	Diesel > 32 t	12.222,6	0,000	0,000	0,032	0,000	0,000	0,001	0,000
				Diesel <= 7.5t	441,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			Total		**12.663,6**	**0,000**	**0,000**	**0,033**	**0,000**	**0,000**	**0,001**	**0,000**

Fuente: Elaboración propia.

3.4.10 Combustión de maquinaria fuera de ruta

3.4.10.1 Factor de emisión

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, 2019b), que aporta con factores de emisión y parámetros más actualizados que los indicados por la EPA.

El algoritmo de esta metodología está dado por la siguiente ecuación:

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

Ecuación 18

Dónde:

$Ei,$: Emisiones del contaminante j, de la maquinaria i, en [g/año].

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

Pi: Potencia del tipo de maquinaria i, en [kW].
FDi: Factor de deterioro de la maquinaria i, adimensional.
FCi: Factor de carga de la maquinaria i, adimensional.
$TAFi$: Factor de ajuste transiente de la maquinaria i, adimensional.
$FEBase$: Factor de emisión del contaminante j, de la maquinaria i, en [g/kWh]

A su vez, el Factor de Deterioro (FD), está dado por la siguiente ecuación:

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

Ecuación 19

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}.

De esta forma, los parámetros a utilizar, considerando un escenario conservador, se muestran a continuación:

Tabla 46 Parámetros para el cálculo de emisiones por combustión de maquinaria Fase de Construcción.

MP10 = MP2,5								
Maquinaria	**P (kW)**	**K (años)**	**VU**	**FD_{VU} (Stage III)**	**FD**	**FC[7]**	**TAF**	**Fe_{Base} (g/kWh) Stage III**
Motoniveladora	108	4	10	0,473	0,1892	0,8	1,47	0,200
Rodillo compactador	16	4	14	0,473	0,1351	0,8	1,47	0,400
Camión Mixer	283,6	4	15	0,473	0,1261	0,8	1,47	0,100
Excavadora	101	4	10	0,473	0,1892	0,8	1,47	0,200
Camión Grúa	350	4	10	0,473	0,1892	0,8	1,47	0,100
NO_x								
Maquinaria	**P (kW)**	**K (años)**	**VU**	**FD_{VU} (Stage III)**	**FD**	**FC[8]**	**TAF**	**Fe_{Base} (g/kWh) Stage III**
Motoniveladora	108	4	10	0,008	0,0032	0,8	1,04	3,240
Rodillo compactador	16	4	14	0,008	0,0023	0,8	1,04	6,080
Camión Mixer	283,6	4	15	0,008	0,0021	0,8	1,04	3,240
Excavadora	101	4	10	0,008	0,0032	0,8	1,04	3,240
Camión Grúa	350	4	10	0,008	0,0036	0,8	1,04	3,240

[7] Caterpillar, 2017
[8] Caterpillar, 2017

CO								
Maquinaria	**P (kW)**	**K (años)**	**VU**	**FD_{VU} (Stage III)**	**FD**	**FC[9]**	**TAF**	**Fe_{Base} (g/kWh) Stage III**
Motoniveladora	108	4	10	0,151	0,0604	0,8	1,53	1,500
Rodillo compactador	16	4	14	0,151	0,0431	0,8	1,53	3,960
Camión Mixer	283,6	4	15	0,151	0,0403	0,8	1,53	1,500
Excavadora	101	4	10	0,151	0,0604	0,8	1,53	1,500
Camión Grúa	350	4	10	0,151	0,0604	0,8	1,53	1,500
COVDM								
Maquinaria	**P (kW)**	**K (años)**	**VU**	**FD_{VU} (Stage III)**	**FD**	**FC[10]**	**TAF**	**Fe_{Base} (g/kWh) Stage III**
Motoniveladora	108	4	10	0,027	0,0108	0,8	1,05	0,300
Rodillo compactador	16	4	14	0,027	0,0077	0,8	1,05	0,680
Camión Mixer	283,6	4	15	0,027	0,0072	0,8	1,05	0,300
Excavadora	101	4	10	0,027	0,0108	0,8	1,05	0,300
Camión Grúa	350	4	10	0,027	0,0108	0,8	1,05	0,300
SO_x								
Maquinaria	**P (kW)**	**K (años)**	**VU**	**FC**	**Fe(g/kWh)[11]**			
Motoniveladora	108	4	10	0,8	0,008			
Rodillo compactador	16	4	14	0,8	0,008			
Camión Mixer	283,6	4	15	0,8	0,008			
Excavadora	101	4	10	0,8	0,008			
Camión Grúa	350	4	10	0,8	0,008			
NH_3								
Maquinaria	**P (kW)**	**K (años)**	**VU**	**FC**	**Fe(g/kWh)**			
Motoniveladora	108	4	10	0,8	0,002			
Rodillo compactador	16	4	14	0,8	0,002			
Camión Mixer	283,6	4	15	0,8	0,002			
Excavadora	101	4	10	0,8	0,002			
Camión Grúa	350	4	10	0,8	0,002			

[9] Caterpillar, 2017
[10] Caterpillar, 2017
[11] Fe obtenidos a partir de Ecuación 17

Fuente: Elaboración propia en base a las tablas 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 de la Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

En Apéndice 3, se adjunta fichas técnicas de maquinaria.

3.4.10.2 Nivel de actividad

El nivel de actividad (Na) corresponde a las horas anuales de utilización de cada maquinaria.

Tabla 47 Horas de uso maquinaria fuera de ruta por año constructivo.

Maquinaria	Año 1	Año 2	Año 3
Motoniveladora	1	3	-
Rodillo compactador	1	15	-
Camión Mixer	8	523	59
Excavadora	14	342	2
Camión Grúa	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

3.4.10.3 Emisiones por año

Sobre la base de la información presentada, reemplazada en la ecuación 18 y 19, la siguiente tabla entrega el detalle de las emisiones generadas por esta actividad:

Tabla 48 Emisiones por combustión de maquinaria fuera de ruta Fase de Construcción.

Año	Tipo emisión	Maquinaria	Na (h)	Emisiones (t/año)						
				MP10	MP2,5	NO_x	SO_x	NH_3	CO	COVDM
1	Directa	Motoniveladora	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Rodillo compactador	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Camión Mixer	8	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,005	0,001
		Excavadora	14	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,003	0,000
		Camión Grúa	1.000	0,049	0,049	0,947	0,002	0,001	0,681	0,089
		Total		**0,050**	**0,050**	**0,958**	**0,002**	**0,001**	**0,689**	**0,090**
2	Directa	Motoniveladora	3	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000
		Rodillo compactador	15	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000
		Camión Mixer	523	0,020	0,020	0,401	0,001	0,000	0,283	0,038
		Excavadora	342	0,010	0,010	0,093	0,000	0,000	0,067	0,009
		Camión Grúa	1.000	0,049	0,049	0,947	0,002	0,001	0,681	0,089
		Total		**0,078**	**0,078**	**1,443**	**0,003**	**0,001**	**1,034**	**0,136**
3	Directa	Camión Mixer	59	0,002	0,002	0,046	0,000	0,000	0,032	0,004

Año	Tipo emisión	Maquinaria	Na (h)	Emisiones (t/año)						
				MP10	MP2,5	NO_x	SO_x	NH_3	CO	COVDM
		Excavadora	2	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
		Camión Grúa	1.000	0,049	0,049	0,947	0,002	0,001	0,681	0,089
		Total		**0,051**	**0,051**	**0,993**	**0,002**	**0,001**	**0,714**	**0,093**

Fuente: Elaboración propia.

3.4.11 Resumen de emisiones Fase de Construcción

En la siguiente tabla se entrega un resumen de las emisiones presentadas anteriormente:

3.4.11.1 Resumen de emisiones por actividad

Tabla 49 Resumen de emisiones por actividad (t/año) Fase Construcción Año 1.

Origen	Actividad	Año 1							
		MP10 (t/año)	MP2,5 (t/año)	MPT (t/año)	CO (t/año)	COVDM (t/año)	NO_X (t/año)	SO_X (t/año)	NH_3 (t/año)
(Re-suspensión)	**Escarpe**	0,001	0,000						
	Excavaciones	0,009	0,004	0,012					
	Transferencia de material								
	Carguío	0,000	0,000	0,001					
	Volteo	0,000	0,000	0,001					
	Compactación	0,000	0,000						
	Nivelación	0,001	0,000						
	Tránsito Vías No Pavimentadas (vías internas)	0,143	0,014	0,467					
	Tránsito Vías No Pavimentadas (vías externas)	0,061	0,006	0,199					
	Tránsito Vías Pavimentadas								
	Tráfico Alto	0,006	0,002	0,033					
	Tráfico Medio	0,003	0,001	0,013					
	Tráfico Bajo	0,000	0,000	0,000					
	Sub-total	**0,225**	**0,028**	**0,726**					
Combustión interna de motores	Combustión Vehículos	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
	Combustión de Maquinaria fuera de ruta	0,050	0,050	0,000	0,689	0,090	0,958	0,002	0,001
	Sub-total	**0,050**	**0,050**	**0,000**	**0,690**	**0,090**	**0,968**	**0,002**	**0,001**
Total		**0,275**	**0,077**	**0,726**	**0,690**	**0,090**	**0,968**	**0,002**	**0,001**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 50 Resumen de emisiones por actividad (t/año) Fase Construcción Año 2.

Origen	Actividad	Año 2							
		MP10 (t/año)	MP2,5 (t/año)	MPT (t/año)	CO (t/año)	COVDM (t/año)	NO_X (t/año)	SO_X (t/año)	NH_3 (t/año)
(Re-suspensión)	**Escarpe**	0,025	0,004						
	Excavaciones	0,208	0,107	0,277					
	Transferencia de material								
	Carguío	0,006	0,001	0,012					
	Volteo	0,006	0,001	0,012					
	Compactación	0,009	0,005						
	Nivelación	0,015	0,002						
	Tránsito Vías No Pavimentadas (vías internas)	3,110	0,311	10,160					
	Tránsito Vías No Pavimentadas (vías externas)	1,418	0,142	4,633					
	Tránsito Vías Pavimentadas								
	Tráfico Alto	0,093	0,023	0,486					
	Tráfico Medio	0,058	0,014	0,300					
	Tráfico Bajo	0,000	0,000	0,001					
	Sub-total	**4,948**	**0,608**	**15,882**					
Combustión interna de motores	Combustión Vehículos	0,002	0,002	0,000	0,008	0,001	0,185	0,001	0,001
	Combustión de Maquinaria fuera de ruta	0,078	0,078	0,000	1,034	0,136	1,443	0,003	0,001
	Sub-total	**0,080**	**0,080**	**0,000**	**1,042**	**0,137**	**1,628**	**0,004**	**0,002**
Total		**5,028**	**0,688**	**15,882**	**1,042**	**0,137**	**1,628**	**0,004**	**0,002**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51 Resumen de emisiones por actividad (t/año) Fase Construcción Año 3.

Origen	Actividad	Año 3							
		MP10 (t/año)	MP2,5 (t/año)	MPT (t/año)	CO (t/año)	COVDM (t/año)	NO_X (t/año)	SO_X (t/año)	NH_3 (t/año)
(Re-suspensión)	**Escarpe**	0,000	0,000						
	Excavaciones	0,001	0,001	0,002					
	Transferencia de material								
	Carguío	0,000	0,000	0,001					
	Volteo	0,000	0,000	0,001					
	Compactación	0,000	0,000						
	Nivelación	0,000	0,000						
	Tránsito Vías No Pavimentadas (vías internas)	0,448	0,045	1,464					
	Tránsito Vías No Pavimentadas (vías externas)	0,171	0,017	0,558					
	Tránsito Vías Pavimentadas								
	Tráfico Alto	0,019	0,005	0,098					
	Tráfico Medio	0,007	0,002	0,036					
	Tráfico Bajo	0,000	0,000	0,000					
	Sub-total	**0,647**	**0,069**	**2,160**					
Combustión interna de motores	Combustión Vehículos	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,033	0,000	0,000
	Combustión de Maquinaria fuera de ruta	0,051	0,051	0,000	0,714	0,093	0,993	0,002	0,001
	Sub-total	**0,052**	**0,052**	**0,000**	**0,715**	**0,094**	**1,025**	**0,002**	**0,001**
Total		**0,698**	**0,120**	**2,160**	**0,715**	**0,094**	**1,025**	**0,002**	**0,001**

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.11.2 Resumen emisiones Fase de Construcción

Tabla 52 Resumen emisiones Fase de Construcción.

Año	MP10	MP 2,5	MPT	CO	COVDM	NO_X	SO_X	NH_3
	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
1	0,275	0,077	0,726	0,690	0,090	0,968	0,002	0,001
2	5,028	0,688	15,882	1,042	0,137	1,628	0,004	0,002
3	0,698	0,120	2,160	0,715	0,094	1,025	0,002	0,001

Fuente: Elaboración Propia.

3.5 EMISIONES FASE DE OPERACIÓN

La Viña cuenta con la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N.° 290/2014, en la cual se evaluó un escenario proyectado de producción de 76.000.000 kg de uva al año. No obstante, dicho nivel es superior a la producción efectivamente desarrollada por la instalación durante los últimos años, la cual no ha sobrepasado los 55.000.000 kg de uva anuales. En consecuencia, el presente Proyecto se sustenta en las condiciones reales de operación de la Viña y no contempla un aumento de producción respecto de los niveles registrados.
Adicionalmente, el Proyecto considera un aumento de la capacidad de guarda de vino al interior de la instalación. Esta modificación permitirá disminuir la necesidad de trasladar vino hacia dependencias externas para su almacenamiento, práctica que actualmente genera viajes adicionales de camiones.
Por lo anterior, durante la fase de operación, el Proyecto generará una reducción del flujo vehicular respecto de la situación actual, especialmente del número de viajes realizados por vehículos pesados. Esta disminución se traducirá directamente en una reducción de las emisiones atmosféricas asociadas al tránsito de camiones, incluyendo las emisiones de gases de combustión y de material particulado generadas por la circulación vehicular.

En este contexto, el Proyecto no implica un aumento de las emisiones atmosféricas por re-suspensión de material particulado debido a la circulación de vehículos en vías pavimentadas y no pavimentadas, así como tampoco por combustión interna de vehículos, evaluadas en la RCA N° 290/2014. Por el contrario, la adecuación de la capacidad de almacenamiento a las necesidades reales de la operación permitirá optimizar la logística interna de la Viña y disminuir los traslados hacia instalaciones externas, generando un efecto ambiental favorable durante su fase de operación.

No obstante lo anterior, si se ha considerado las emisiones por combustión interna de motores asociado a grupos electrógenos, lo anterior debido a que en la RCA N° 290/2014, se informó sobre la existencia de los siguientes grupos electrógenos:

Tabla 53 Grupos electrógenos RCA N° 290/2014.

ID	Potencia KVA	Ubicación	Año instalación
Grupo electrógeno 1	500	Bodega general reserva 1	2010
Grupo electrógeno 2	500	Patio de Recepción de Uva / Compresores Bodega reserva 2	2014
Grupo electrógeno 3	500	Patio recepción botellas producción	2006
Grupo electrógeno 6	66	Pozo de Abastecimiento de agua planta	2006

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, posterior a la RCA N° 290/2014, se han incorporado otros grupos electrógenos, utilizados para corte de punta y emergencia ante corte de suministro.

Tabla 54 Grupos electrógenos existentes incorporados posterior a la RCA N° 290/2014.

ID	Potencia KVA	Ubicación	Año instalación
Grupo electrógeno 4	900	Bodega Puquillay /embotellación	2010
Grupo electrógeno 5	900	Bodega Guarda Equipos frio /patio Molienda	2014
Grupo electrógeno 7	100	Planta Riles / Bodega de Insumos seco /Taller Agricola	2018

Fuente: Elaboración propia.

Debido a lo anterior, a continuación se estiman las emisiones atmosféricas generadas por el uso de grupos electrógenos incorporados:

3.5.1 Grupo electrógeno

3.5.1.1 Factor de emisión

Tabla 55 Factores de emisión grupo electrógeno.

Combustible	MP10	MP2,5	CO	COV	NO_x	SO_x
Diesel menos a 600 HP o 447 KW	0,0061	0,0061	0,0186	0,0071	0,0865	0,0057
Diesel mayor a 600 HP o 447 kW	0,0011	0,0009	0,0167	0,0016	0,0627	0,0000

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

3.5.1.2 Nivel de actividad

El Nivel de actividad (Na) corresponde al consumo de combustible (kg/año), el cual se obtiene a partir del consumo de combustible del equipo (L/h), la densidad de combustible y las horas de uso/año.

En la siguiente tabla, se describen las características de los grupos generadores considerados para el cálculo de emisiones.

Tabla 56 Características grupos electrógenos. Fase de Operación.

ID	Potencia (kVA)	Potencia (kW)	Consumo/ Rendimiento (L/h)	Tipo de Combustible	Densidad de combustible (kg/L)	Horas de uso anual	Na: Consumo combustible (kg/año)
Grupo electrógeno 4	900	720	127	Diesel	0,85	900	97.155
Grupo electrógeno 5	900	720	127	Diesel	0,85	900	97.155
Grupo electrógeno 7	100	80	19,1	Diesel	0,85	1.260	20.456

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.1.3 Emisiones

De acuerdo a los antecedentes presentados en la tabla precedentes y utilizando la ecuación 1, las emisiones calculadas se muestran a continuación:

Tabla 57 Emisiones Grupo Electrógeno. Fase de Operación.

Tipo emisión	ID	Na (kg comb./año)	Emisiones (t/año)						
			MP10	MP2,5	NO_x	SO_x	CO	COVDM	NH_3
Puntual	Grupo electrógeno 4	97.155	0,109	0,091	6,096	0,003	1,619	0,156	0,777
Puntual	Grupo electrógeno 5	97.155	0,109	0,091	6,096	0,003	1,619	0,156	0,777
Puntual	Grupo electrógeno 7	20.456	0,124	0,124	1,769	0,116	0,381	0,144	0,164
Total			**0,343**	**0,307**	**13,960**	**0,122**	**3,619**	**0,456**	**1,718**

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.2 Resumen de emisiones Fase de Operación

Las siguiente tabla, entrega el resumen de emisiones estimadas:

Tabla 58 Resumen emisiones grupos electrógenos incorporados posterior a la RCA N° 290/2014.

MP10	MP 2,5	MPT	CO	COVDM	NO_X	SO_X	NH_3
t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
0,343	0,307	0,000	13,960	0,122	3,619	0,456	1,718

Fuente: Elaboración Propia.

3.6 EMISIONES POR AÑO CRONOLÓGICO Y FASE DEL PROYECTO

El siguiente cronograma muestra las fases y traslape de las emisiones generadas:

Tabla 59 Cronograma por año cronológico.

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4…
Construcción Fase 1				
Construcción Fase 2				
Construcción Fase 3				
Operación GE post RCA N° 290/2014				

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el cronograma, entre el año 1 y año 3, se produce un traslape de las emisiones asociadas a la fase de construcción con la operación de los grupos electrógenos incorporados posterior a RCA N° 290/2014. A partir del año 4 en adelante, las emisiones a generar conciernen únicamente a la operación.

Tabla 60 Emisiones totales Proyecto "MODIFICACIÓN BODEGA DE VINOS - LUIS FELIPE EDWARDS".

Año	Fase	MP10	MP 2,5	MPT	CO	COVDM	NO_X	SO_X	NH_3
		t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
1	Construcción Fase 1	0,275	0,077	0,726	0,690	0,090	0,968	0,002	0,001
	Operación GE post RCA N° 290/2014	0,343	0,307	0,000	3,619	0,456	13,960	0,122	1,718
	Total	**0,617**	**0,384**	**0,726**	**4,309**	**0,547**	**14,928**	**0,124**	**1,719**
2	Construcción Fase 2/Fase 3	5,028	0,688	15,882	1,042	0,137	1,628	0,004	0,002
	Operación GE post RCA N° 290/2014	0,343	0,307	0,000	3,619	0,456	13,960	0,122	1,718
	Total	**5,371**	**0,995**	**15,882**	**4,662**	**0,593**	**15,587**	**0,126**	**1,720**
3	Construcción Fase 3	0,698	0,120	2,160	0,715	0,094	1,025	0,002	0,001
	Operación GE post RCA N° 290/2014	0,343	0,307	0,000	3,619	0,456	13,960	0,122	1,718
	Total	**1,041**	**0,427**	**2,160**	**4,335**	**0,550**	**14,985**	**0,124**	**1,719**

Año	Fase	MP10	MP 2,5	MPT	CO	COVDM	NO_X	SO_X	NH_3
		t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año	t/año
4…	Operación GE post RCA N° 290/2014	0,343	0,307	0,000	3,619	0,456	13,960	0,122	1,718

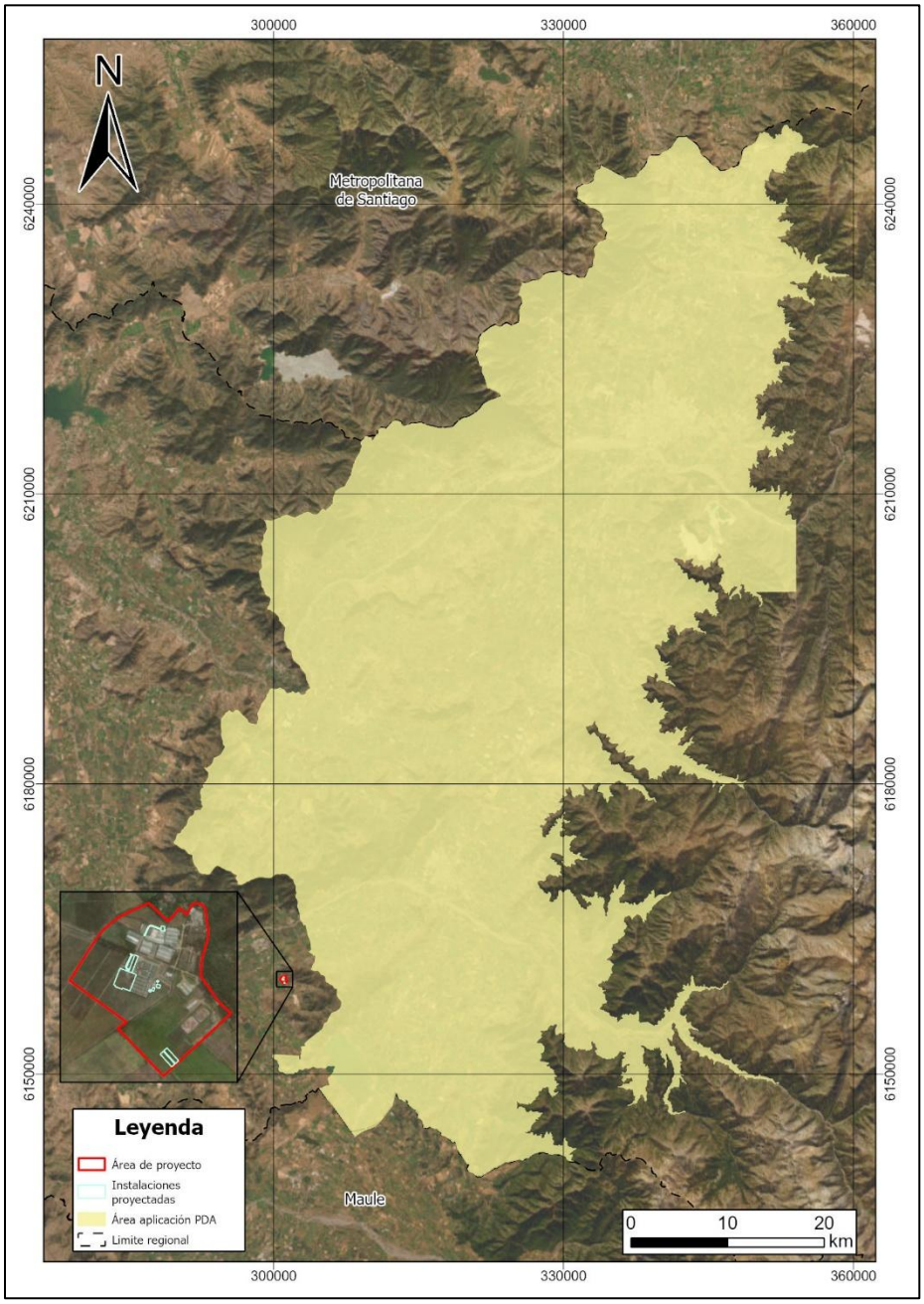
Fuente: Elaboración Propia.

4 CONCLUSIONES

Con la estimación de emisiones atmosféricas y de los antecedentes aportados por la modelación de calidad del aire, adjunta en el Anexo 3.2 de la DIA, se concluye que las emisiones asociadas a la ejecución del Proyecto serán **acotadas, temporales y de baja magnitud**, sin generar aportes significativos sobre la calidad del aire del área de influencia.

Es importante destacar que el Proyecto se ubica en la comuna de Nancagua, fuera del área de aplicación del D.S N°1/2021 del Ministerio del Medio ambiente que Establece Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA) para el Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O´Higgins. En la siguiente figura se muestra ubicación y área de aplicación del PDA:

Figura 7 Ubicación Proyecto y área aplicación PDA.



Fuente: Elaboración Propia.

5 MEDIDAS DE CONTROL Y/O ACCIONES PREVENTIVAS

Durante la fase de construcción del proyecto se generarán emisiones atmosféricas, principalmente por circulación de camiones. Si bien estas emisiones son transitorias (lo que dura la fase de construcción), el Proyecto ha considerado las siguientes medidas para su control:

- Se transportarán los materiales de la construcción en camiones con carga cubierta.
- No se permitirán las quemas de ningún tipo de residuo.
- Se mantendrán en óptimas condiciones y con sus revisiones al día, toda la maquinaria y vehículos.
- Se mantendrá el área de la obra aseada y sin desperdicios.
- En cuanto a la emisión de gases, se exigirá a los contratistas mantener los vehículos con revisión técnica al día.

6 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CLIMÁTICOS

6.1 INTRODUCCIÓN

En el presente acápite se desarrolla el literal a) del artículo 19 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012 modificado por el D.S. N°30/2023 del Ministerio del Medio Ambiente). En este sentido, se entregan los resultados de la cuantificación de emisiones de contaminantes climáticos del presente proyecto, que incluye la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y Carbono Negro (BC por sus siglas en inglés), como forzante climático de vida corta, asociadas con las operaciones y actividades en las fases de construcción y operación.

Los contaminantes climáticos considerados según lo indicado en la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA son: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) y Carbon Black (BC) como forzante climático de vida media corta.

El acápite corresponde a una estimación de contaminantes climáticos, elaborado según las directrices del SEA y criterios generales del GHG Protocol, sin embargo, no se clasifican las emisiones en Alcance 1, 2 y 3, dado que no es un inventario de huella de carbono. Además de las directrices mencionadas, se han utilizado los siguientes documentos:

- Factores de emisión publicados por el Reino Unido (DEFRA) actualizados al año 2023.
- EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook. 2023.
- IPCC, 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

6.2 NIVELES DE ACTIVIDAD

Todos los niveles de actividad fueron extraídos del componente anterior: Emisiones Atmosféricas del proyecto.

Los Contaminantes Climáticos considerados provienen de actividades de combustión de combustibles fósiles en fuentes móviles y fijas, tales como:

- Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados externos
- Tránsito de vehículos por caminos pavimentados.
- Operación de maquinaria fuera de ruta.
- Combustión de grupos electrógenos

6.3 CALCULO EMISIONES CONTAMINANTES CLIMÁTICOS

Para seleccionar los factores de emisión (FE) necesarios para los cálculos de las emisiones, se han priorizado fuentes reconocidas y actualizadas como DEFRA (Department for Environment Food and Rural Affairs, Reino Unido), por tratarse de factores validados, actualizados y que se alinean con las directrices del IPCC, el GHG Protocol, la EPA y Huella Chile.

Todos los factores de emisión de DEFRA incluyen el Potencial de Calentamiento Global (GWP), por lo que se expresan directamente en CO_2e. El GWP, define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1 kg de un GEI, en comparación con el causado por el CO_2. Por lo

tanto, para efectos de este informe se han recalculado los factores para mostrarlos como especie química individual de gas de efecto invernadero, y posteriormente se convierten a CO_2e. De esta forma, se pueden tener en cuenta los efectos radiativos de contaminante, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera.

A continuación, se presentan los factores de emisión utilizados para el desarrollo del inventario. Estos muestran las emisiones de gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4 y N_2O) y BC por unidad, según la actividad desarrollada.

Tabla 61 Factores de emisión de GEI para Vehículos propios (considera factores UK para alcance 1 según combustible utilizado).

Combustible usado	Factor de emisión GEI - UK 2023			Unidad FE	Unidad de NA
	CO_2	CH_4	N_2O		
Pet. diésel (en kg)	3,19000	0,00013	0,00012	kg GEI/kg	kg
Pet. diésel (en L)	2,72417	0,00011	0,00011	kg GEI/L	Litros
Gasolina	2,33086	0,00029	0,00002	kg GEI/L	Litros
Gas licuado (kg)	2,93518	0,00009	0,00001	kg GEI/kg	kg
Gas licuado (L)	1,55491	0,00005	0,00000	kg GEI/L	Litros

Fuente: Factores de emisión sin Potencial de Calentamiento Global (GWP).
Fuente: DEFRA, 2023. Conversion factors 2023: condensed set (for most users) - updated 28 June 2023.

Tabla 62 Factores de emisión de GEI para Transporte de Personas y Carga. Vehículos de reparto externos tamaño medio (considera factores UK para alcance 3 para km recorridos, toneladas, carga máxima, carga.

Vehículo	Tipo	Factor de emisión GEI - UK 2023			Unidad FE	Unidad de Na
		CO_2	CH_4	N_2O		
Camión diésel rígido	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	0,48019	0,0000040	0,0000201	kg GEI / km	km
Camión diésel rígido	Rígido >7.5 ton-17 ton, carga promedio	0,58615	0,0000048	0,0000245	kg GEI / km	km
Camión diésel rígido	Rígido >17 ton, carga promedio	0,96354	0,0000080	0,0000400	kg GEI / km	km
Camión diésel rígido	Todos camiones rígidos, carga promedio	0,81406	0,0000068	0,0000335	kg GEI / km	km
Camión diésel rígido	Todos los camiones, carga promedio	0,85994	0,0000056	0,0000451	kg GEI / km	km
Camionetas (tamaño promedio)	Camioneta a diesel	0,16815	0,0000002	0,0000063	kg GEI / km	km
Bus local	Bus promedio	0,10141	0,0000004	0,0000028	kg GEI / (pasajeros.km)	pasajeros.km

Factores de emisión sin Potencial de Calentamiento Global (GWP).
Fuente: DEFRA, 2023. Conversion factors 2023: condensed set (for most users) - updated 28 June 2023.

Tabla 63 Factores de emisión de GEI para Combustión de Maquinaria de Construcción.

Tipo de combustible	EMEP/EEA 2023			Unidad FE	Unidad de Na
	CO_2	CH_4	N_2O		
Pet. Diesel (kg)	3,16000	0,000144	0,000135	kg GEI/kg	kg

Factores de emisión sin Potencial de Calentamiento Global (GWP).
Fuente: EMEP/EEA. Air Pollutant Emission Inventory Guidebook. 2023. Tabla 1.A.2.g.vii

Tabla 64 Combustión estacionaria (considera factores UK para alcance 1: calderas, hornos, grupos electrógenos, calefonts, y otros).

Tipo de combustible	Factor de emisión GEI - UK 2023			Unidad FE	Unidad de Na
	CO_2	CH_4	N_2O		
Pet. Diesel (kg)	3,19000	0,000132	0,000124	kg GEI/kg	kg
Pet. Diesel (L)	2,72417	0,000112	0,000106	kg GEI/L	Litros
Gasolina	2,33086	0,000293	0,000023	kg GEI/L	Litros
Gas licuado (kg)	2,93518	0,000091	0,000006	kg GEI/kg	kg
Gas licuado (L)	1,55491	0,000048	0,000003	kg GEI/kg	Litros
Gas natural	2,03437	0,000110	0,000004	kg GEI/m^3	m3

Factores de emisión sin Potencial de Calentamiento Global (GWP).
Fuente: DEFRA, 2023. Conversion factors 2023: condensed set (for most users) - updated 28 June 2023.

Tabla 65 Factores de emisión Black Carbon - Vehículos diésel/Maquinaria fuera de ruta.

Rango de potencia	Tecnología	FE	Unidad de Na
		kg BC/kg	
Maquinaria / Camiones	Stage II	0,000825	kg
Vehículos diésel	Stage V	0,000056	kg

Fuente: EMEP/EEA. Air Pollutant Emission Inventory Guidebook. 2023. NFR 1.A.2.g.vii. Tabla_3-2_23/
EMEP/EEA. Air Pollutant Emission Inventory Guidebook. 2023. NFR 1.A.2.g.vii. Tabla 3-2_27.

Tabla 66 Factores de emisión para carbono negro (Black Carbon). Combustión de Petróleo diésel - Combustión Grupos Electrógenos.

Actividad	Tipo de combustible	FACTOR DE EMISIÓN		Unidad de Na
		g/GJ	kg BC/kg	
Combustión G. Electrógenos	Pet. Diesel (kg)	16,9260	0,000772	kg
Combustión G. Electrógenos	Pet. Diesel (L)	16,9260	0,000657	L

Factores de emisión sin Potencial de Calentamiento Global (GWP).
Fuente: MMA, 2019. Guía metodológica para la estimación de emisiones provenientes de fuentes puntuales. Tabla 2-4.

6.4 Potencial de Calentamiento Global (GWP)

El potencial de calentamiento global (GWP) es un término utilizado para describir el impacto durante 100 años de una unidad de un gas de efecto invernadero relativo a una unidad equivalente de dióxido de carbono. Este parámetro define el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy una liberación instantánea de 1 kg de un gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO_2.

Se han utilizado los valores proporcionados por el IPCC en el “Quinto Informe de Evaluación (AR5)”, y se muestran a continuación:

Tabla 67 Potenciales de calentamiento global (GWP).

Contaminantes Climático	Símbolo	GWP
Dióxido de Carbono	CO2	1
Metano	CH4	28
Óxido Nitroso	N2O	265
Carbono Negro global	BC	900 (100 A 1700)

Fuente: AR5, IPCC. Tablas 8.A.1 y 8.A.6.

El valor para GWP para el Carbono Negro es extremadamente variable porque depende de la composición del combustible, las condiciones de combustión y de las características de las partículas. Con el objetivo de reflejar el efecto radiactivo se utilizará un promedio de 900, según se indica en la Tabla 8.A.6 del AR5 del IPCC.

6.5 RESULTADOS

6.5.1 Estimación de Contaminantes Climáticos durante la Fase de Construcción

En este apartado se entrega la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero CO_2, CH_4 y N_2O, y Black Carbon durante la fase de construcción de las obras proyectadas del Proyecto.

Tabla 68 Emisiones GEI Tránsito caminos no pavimentados. Fase de Construcción.

Año	Vehículo	Tipo vehículo	Na (km/año)	FE (kg GEI/km)			Emisiones GEI (t/año)		
				CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	Camión diésel rígido	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	5,14	0,480190	0,000004	0,000020	0,002	0,000	0,000
	Camión diésel rígido	Rígido >17 ton, carga promedio	277,03	0,963540	0,000008	0,000040	0,267	0,000	0,000
	Total						**0,269**	**0,000**	**0,000**
2	Camión diésel rígido	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	5,14	0,480190	0,000004	0,000020	0,002	0,000	0,000
	Camión diésel rígido	Rígido >17 ton, carga promedio	6.143,83	0,963540	0,000008	0,000040	5,920	0,000	0,000
	Total						**5,922**	**0,000**	**0,000**
3	Camión diésel rígido	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	5,14	0,480190	0,000004	0,000020	0,002	0,000	0,000
	Camión diésel rígido	Rígido >17 ton, carga promedio	834,21	0,963540	0,000008	0,000040	0,804	0,000	0,000
	Total						**0,806**	**0,000**	**0,000**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 69 Emisiones GEI Tránsito caminos pavimentados. Fase de Construcción.

Año	Vehículo	Tipo vehículo	Na (km/año)	FE (kg GEI/km)			Emisiones GEI (t/año)		
				CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	Camión diésel rígido	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	435,84	0,48019	0,000004	0,00002	0,209	0,000	0,000
	Camión diésel rígido	Rígido >17 ton, carga promedio	3.591,40	0,96354	0,000008	0,00004	3,460	0,000	0,000
	Total						**3,670**	**0,000**	**0,000**
2	Camión diésel rígido	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	435,84	0,48019	0,000004	0,00002	0,209	0,000	0,000
	Camión diésel rígido	Rígido >17 ton, carga promedio	63.877,97	0,96354	0,000008	0,00004	61,549	0,001	0,003
	Total						**61,758**	**0,001**	**0,003**
3	Camión diésel rígido	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	435,84	0,48019	0,000004	0,00002	0,209	0,000	0,000
	Camión diésel rígido	Rígido >17 ton, carga promedio	11.388,39	0,96354	0,000008	0,00004	10,973	0,000	0,000
	Total						**11,182**	**0,000**	**0,000**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 70 Emisiones GEI Maquinaria fuera de ruta. Fase de Construcción.

Año	Maquinaria	Potencia (kW)	CC (g/kWh)	Na		FE (kg GEI/kg)			Emisión GEI (t/año)		
				(h/año)	(kg/año)	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1	Motoniveladora	108	255	1	27,5	3,16	0,000144	0,000135	0,087	0,000	0,000
	Rodillo compactador	16	270	1	3,4	3,16	0,000144	0,000135	0,011	0,000	0,000
	Camión Mixer	283,6	250	8	595,7	3,16	0,000144	0,000135	1,882	0,000	0,000
	Excavadora	101	260	14	378,0	3,16	0,000144	0,000135	1,194	0,000	0,000
	Camión Grúa	350	250	1.000	87.500,0	3,16	0,000144	0,000135	276,500	0,013	0,012
	Total								**279,674**	**0,013**	**0,012**
2	Motoniveladora	108	255	3	80,6	3,16	0,000144	0,000135	0,255	0,000	0,000
	Rodillo compactador	16	270	15	65,8	3,16	0,000144	0,000135	0,208	0,000	0,000
	Camión Mixer	283,6	250	523	37.077,6	3,16	0,000144	0,000135	117,165	0,005	0,005
	Excavadora	101	260	342	8.974,4	3,16	0,000144	0,000135	28,359	0,001	0,001
	Camión Grúa	350	250	1.000	87.500,0	3,16	0,000144	0,000135	276,500	0,013	0,012
	Total								**422,487**	**0,019**	**0,018**
3	Motoniveladora	108	255	0	-	3,16	0,000144	0,000135	0,000	0,000	0,000
	Rodillo compactador	16	270	0	-	3,16	0,000144	0,000135	0,000	0,000	0,000
	Camión Mixer	283,6	250	59	4.213,2	3,16	0,000144	0,000135	13,314	0,001	0,001

Año	Maquinaria	Potencia (kW)	CC (g/kWh)	Na		FE (kg GEI/kg)			Emisión GEI (t/año)		
				(h/año)	(kg/año)	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
	Excavadora	101	260	2	50,1	3,16	0,000144	0,000135	0,158	0,000	0,000
	Camión Grúa	350	250	1.000	87.500,0	3,16	0,000144	0,000135	276,500	0,013	0,012
	Total								**289,972**	**0,013**	**0,012**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 71 Emisiones de BC Tránsito caminos no pavimentados. Fase de Construcción.

Año	Actividad	Rango de Potencia	Tipo vehículo	CC (g/km)	Na		FE (kg BC/kg)	Emisión BC (t/año)
					km/año	CC (kg/año)		
1	Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	Maquinaria/Camiones	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	101	5,14	0,52	0,000825	0,000
			Rígido >17 ton, carga promedio	210	277,03	58,18	0,000825	0,000
		Total						**0,000**
2	Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	Maquinaria/Camiones	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	101	5,14	0,52	0,000825	0,000
			Rígido >17 ton, carga promedio	210	6.143,83	1.290,20	0,000825	0,001
		Total						**0,001**
3	Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	Maquinaria/Camiones	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	101	5,14	0,52	0,000825	0,000
			Rígido >17 ton, carga promedio	210	834,21	175,18	0,000825	0,000
		Total						**0,000**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72 Emisiones de BC Tránsito caminos pavimentados. Fase de Construcción.

Año	Actividad	Rango de Potencia	Tipo vehículo	CC (g/km)	Na		FE (kg BC/kg)	Emisión BC (t/año)
					km/año	CC (kg/año)		
1	Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	Maquinaria/Camiones	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	101	435,84	44,0	0,000825	0,000
			Rígido >17 ton, carga promedio	210	3.591,40	754,2	0,000825	0,001
		Total				**798,2**		**0,001**
2	Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	Maquinaria/Camiones	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	101	435,84	44,0	0,000825	0,000
			Rígido >17 ton, carga promedio	210	63.877,97	13.414,4	0,000825	0,011
		Total				**13.458,4**		**0,011**
3	Tránsito de vehículos por caminos no pavimentados	Maquinaria/Camiones	Rígido >3.5 ton-7.5 ton, carga promedio	101	435,84	44,0	0,000825	0,000
			Rígido >17 ton, carga promedio	210	11.388,39	2.391,6	0,000825	0,002
		Total				**2.435,6**		**0,002**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 73 Emisiones de BC Maquinaria fuera de ruta. Fase de Construcción.

Año	Actividad	Rango de Potencia	Maquinaria	Potencia (kW)	CC (g/kWh)	Na		FE (kg BC/kg)	Emisión BC (t/año)
						h/año	CC (kg/año)		
1	Maquinaria fuera de ruta	Maquinaria/Camiones	Motoniveladora	108	255	1	27,5	0,00	0,0000
			Rodillo compactador	16	270	1	3,4	0,00	0,0000
			Camión Mixer	283,6	250	8	595,7	0,00	0,0005
			Excavadora	101	260	14	378,0	0,00	0,0003
			Camión Grúa	350	250	1000	87.500,0	0,00	0,0722
			Total						**0,0730**
2	Maquinaria fuera de ruta	Maquinaria/Camiones	Motoniveladora	108	255	3	80,6	0,00	0,0001
			Rodillo compactador	16	270	15	65,8	0,00	0,0001
			Camión Mixer	283,6	250	523	37.077,6	0,00	0,0306
			Excavadora	101	260	342	8.974,4	0,00	0,0074
			Camión Grúa	350	250	1000	87.500,0	0,00	0,0722
			Total						**0,1103**
3	Maquinaria fuera de ruta	Maquinaria/Camiones	Motoniveladora	108	255	0	-	0,00	0,0000
			Rodillo compactador	16	270	0	-	0,00	0,0000
			Camión Mixer	283,6	250	59	4.213,2	0,00	0,0035
			Excavadora	101	260	2	50,1	0,00	0,0000
			Camión Grúa	350	250	1000	87.500,0	0,00	0,0722
			Total						**0,0757**

Fuente: Elaboración Propia.

6.5.2 Estimación de Contaminantes Climáticos durante la Fase de Operación

En este apartado se entrega la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero CO_2, CH_4 y N_2O, y Black Carbon durante la fase de operación, donde es aplicable al uso de grupo electrógeno.

Tabla 74 Emisiones GEI combustión interna grupos electrógenos. Fase Operación.

ID	Na (kg/año)	FE (kg GEI/kg)			EMISIONES GEI (t/año)		
		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
Grupo electrógeno 4	97.155	3,19	0,000132	0,000124	309,924	0,013	0,012
Grupo electrógeno 5	97.155	3,19	0,000132	0,000124	309,924	0,013	0,012
Grupo electrógeno 7	20.456	3,19	0,000132	0,000124	65,255	0,003	0,003
Total					**685,104**	**0,028**	**0,027**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 75 Emisiones de BC Combustión interna grupos electrógenos. Fase de Operación.

Actividad	Tipo de combustible	ID	Na (kg/año)	FE (kg BC/kg)	Emisión BC (t/año)
Combustión G. Electrógenos	Pet. Diesel (kg)	Grupo electrógeno 4	97.155	0,000772	0,075
		Grupo electrógeno 5	97.155	0,000772	0,075
		Grupo electrógeno 7	20.456	0,000772	0,016
		Total			**0,166**

Fuente: Elaboración Propia.

6.5.3 Resumen de emisiones de contaminantes climáticos

A continuación, se presenta un resumen de las emisiones de los contaminantes climáticos del Proyecto:

Tabla 76. Resumen Emisiones GEI Fase de Construcción.

Año	Actividad	Fase de Construcción				
		Emisiones GEI (t/año)			Emisiones BC (t/año)	CO_2e (t/año)
		CO_2	CH_4	N_2O		
1	Tránsito por caminos no pavimentados	0,269	0,000	0,000	0,000	0,316
	Tránsito por caminos pavimentados	3,670	0,000	0,000	0,001	4,304
	Maquinaria fuera de ruta	279,674	0,013	0,012	0,073	348,912
	Total	**283,614**	**0,013**	**0,012**	**0,074**	**353,532**
2	Tránsito por caminos no pavimentados	5,922	0,000	0,000	0,001	6,947
	Tránsito por caminos pavimentados	61,758	0,001	0,003	0,011	72,444
	Maquinaria fuera de ruta	422,487	0,019	0,018	0,110	527,080
	Total	**490,167**	**0,020**	**0,021**	**0,122**	**606,471**
3	Tránsito por caminos no pavimentados	0,806	0,000	0,000	0,000	0,946
	Tránsito por caminos pavimentados	11,182	0,000	0,000	0,002	13,116
	Maquinaria fuera de ruta	289,972	0,013	0,012	0,076	361,759
	Total	**301,961**	**0,013**	**0,013**	**0,078**	**375,821**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77. Resumen Emisiones GEI Fase de Operación.

Actividad	Fase de Operación				
	Emisiones GEI (t/año)			Emisiones BC (t/año)	CO_2e (t/año)
	CO_2	CH_4	N_2O		
Grupo Electrógeno	685,104	0,028	0,027	0,166	842,264
Total	**685,104**	**0,028**	**0,027**	**0,166**	**842,264**

Fuente: Elaboración Propia.

6.6 CONCLUSIONES

El proyecto tendrá asociada la generación de contaminantes climáticos generados de las distintas actividades directas del Proyecto, provenientes de la combustión de combustible fósil, específicamente CO_2, CH_4, N_2O y Carbono Negro (BC), cuyas tasas de emisión se estiman en el presente acápite.

Si bien el presente informe no es una cuantificación de la Huella de Carbono, se ha utilizado el CO_2e como un indicador del impacto climático de las actividades del Proyecto. La siguiente tabla resume las emisiones estimadas.

Tabla 78. Resumen final emisiones de contaminantes climáticos del Proyecto considerando traslape de fases.

Año	Fase	Resumen emisiones				
		Emisiones GEI (t/año)			Emisiones BC (t/año)	CO_2e (t/año)
		CO_2	CH_4	N_2O		
1	Construcción Fase 1	283,614	0,013	0,012	0,074	353,532
	Operación GE post RCA N° 290/2014	685,104	0,028	0,027	0,166	842,264
	Total	**968,717**	**0,041**	**0,039**	**0,240**	**1.195,796**
2	Construcción Fase 2/Fase 3	490,167	0,020	0,021	0,122	606,471
	Operación GE post RCA N° 290/2014	685,104	0,028	0,027	0,166	842,264
	Total	**1.175,271**	**0,048**	**0,048**	**0,288**	**1.448,735**
3	Construcción Fase 3	301,961	0,013	0,013	0,078	375,821
	Operación GE post RCA N° 290/2014	685,104	0,028	0,027	0,166	842,264
	Total	**987,065**	**0,042**	**0,040**	**0,244**	**1.218,085**
4…	Operación GE post RCA N° 290/2014	685,104	0,028	0,027	0,166	842,264
	Total	**685,104**	**0,028**	**0,027**	**0,166**	**842,264**

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando los contaminantes mayoritarios, de las tablas anteriores se concluye lo siguiente:

Las mayores emisiones se generarán durante el año 2, alcanzando a 1.448,7 tCO2e/año y 0,288 tBC/año. Del total de estas, el uso de grupos electrógenos durante la operación, son las que más emisiones de CO_2e/año aportan (842,26 t/año), que representa el 58% de las emisiones anuales.

7 BIBLIOGRAFÍA

Guía Para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana, SEREMI de Medio Ambiente RM, 2020.

AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, US EPA, 1995 y sus actualizaciones.

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, European Environment Agency, 2019.

EPA Report No. NR-009d, Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling – Compression – Ignition, July 2010.

EPA Report No. NR-005b, Median Life, Annual Activity, and Load Factor Values for Nonroad Engine Emissions Modeling, Revised December 6, 2002.

Fugitive Dust Handbook, Chapter 2 Agricultural Tilling de la Western Regional Air Partnership (WRAP).

Caterpillar, Caterpillar Performance Handbook. 2017.

DEFRA, 2023. Conversion factors 2023: condensed set (for most users) - updated 28 June 2023

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestvedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

EMEP/EEA. Air Pollutant Emission Inventory Guidebook. 2023.

MMA, 2019. Guía metodológica para la estimación de emisiones provenientes de fuentes puntuales. Tabla 2-4.

8 ANEXOS

Apéndice 1 – Rutas KMZ
Apéndice 2 – Fichas Técnicas Vehículos
Apéndice 3 – Fichas Técnicas Maquinarias