

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 1 de 54	

Tercera Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla

Anexo D - Estimación de Emisiones Atmosféricas

Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE)

2026

	Elaborado	Revisado GHD	Aprobado EFE
Nombre /Cargo	Carolina Muñoz / Especialista calidad del Aire	Paula Hincapie / Ingeniera Ambiental de Proyecto	Pamela Santander / Jefa de Proyecto
Fecha Rev. B	6/07/2026	7/07/2026	14/07/2026
Fecha Rev. O	20/07/2026	20/07/2026	22/07/2026
Código Doc. EFE		GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002	
Código Doc. GHD		12676345-00000-EN-INF-0002	

PREPARADO PARA GHD



	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 1 de 54	

Índice

1	Introducción	4
2	Objetivos	6
2.1	Objetivo general	6
2.2	Objetivos específicos	6
3	Estimación de Emisiones Atmosféricas	7
3.1	Principales fuentes emisoras	7
3.2	Metodología general	7
3.3	Cronograma del proyecto	8
3.4	Emisiones de forzantes climáticos de vida corta (FCVC)	9
3.4.1	Escarpe	9
3.4.2	Excavación	10
3.4.3	Carga y descarga (transferencia de material)	12
3.4.4	Tránsito vehicular por camino pavimentado	13
3.4.5	Tránsito vehicular por camino no pavimentado	19
3.4.6	Combustión de vehículos	23
3.4.7	Combustión de maquinarias	26
3.4.8	Combustión de grupos electrógenos	31
3.5	Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	33
3.5.1	Combustión de vehículos	34
3.5.2	Combustión de maquinaria	37
3.5.3	Combustión de grupos electrógenos	39
3.6	Resultados Emisiones Atmosféricas	40
3.6.1	Resultados emisiones de forzantes climáticos de vida corta (FCVC)	40
3.6.2	Resultados emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	41
3.6.3	Incremento en emisiones atmosféricas Estación Lo Errázuriz	41
4	Evaluación del cumplimiento normativo de las emisiones en zona declarada saturada y/o latente	43
5	Actualización del programa de compensación de emisiones	47
5.1	Situación actual del PCE	47
5.2	Mantenimiento de áreas verdes y/o masas de vegetación	49
5.3	Recambio de calefactores	49
6	Medidas de control y/o acciones preventivas	51
7	Conclusiones	52
8	Referencias Bibliográficas	53

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 2 de 54	

Índice de Tablas

Tabla 1. Actividades que generarán emisiones atmosféricas	7
Tabla 2. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para escarpe	9
Tabla 3. Nivel de actividad escarpe	9
Tabla 4. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por escarpe	10
Tabla 5. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para excavación	10
Tabla 6. Nivel de actividad excavación	11
Tabla 7. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por excavación, fase de construcción	11
Tabla 8. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para carga y descarga de material	12
Tabla 9. Nivel de actividad carga y descarga de material	12
Tabla 10. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por carga y descarga de material	13
Tabla 11. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para tránsito vehicular por camino pavimentado	13
Tabla 12. Número de viajes por tipo de transporte	15
Tabla 13. Distancia recorrida por rutas pavimentadas	15
Tabla 14. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por tránsito de vehículos en caminos pavimentados	18
Tabla 15. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para tránsito vehicular por camino no pavimentado	19
Tabla 16. Distancia recorrida por rutas no pavimentadas	20
Tabla 17. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados	22
Tabla 18. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 y gases para combustión de vehículos	23
Tabla 19. Categoría definida por tipo de vehículo	23
Tabla 20. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por combustión de vehículos	24
Tabla 21. Emisión NOx, SO ₂ , NH ₃ , CO, COV y BC por combustión de vehículos	25
Tabla 22. Parámetros utilizados para determinar FE por combustión de maquinaria fuera de ruta	27
Tabla 23. Factor de ajuste transiente	27
Tabla 24. Factor de deterioro relativo a la vida útil de maquinaria	27
Tabla 25. Factores de emisión de base para maquinaria fuera de ruta	27
Tabla 26. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 y gases para maquinaria fuera de ruta	28
Tabla 27. Nivel de actividad para maquinaria fuera de ruta	28
Tabla 28. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por combustión de maquinaria fuera de ruta	29
Tabla 29. Emisión NOx, SOx, NH ₃ , CO, COV y BC por combustión de maquinaria fuera de ruta	30
Tabla 30. Factores de emisión de MP, MP10 y MP2.5 y gases para combustión de grupos electrógenos	31
Tabla 31. Nivel de actividad para grupos electrógenos, fase de construcción	31
Tabla 32. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por combustión de grupos electrógenos	32
Tabla 33. Emisión NOx, SOx, CO, COV y BC por combustión de grupos electrógenos	32
Tabla 34. Potencial de Calentamiento Global	33
Tabla 35. Factores de emisión de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para combustión de vehículos	34

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 3 de 54	

Tabla 36. Nivel de actividad para combustión de vehículos	35
Tabla 37. Emisión CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para combustión de vehículos	36
Tabla 38. Factores de emisión de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para combustión de maquinaria	37
Tabla 39. Nivel de actividad para maquinaria fuera de ruta	37
Tabla 40. Emisión CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O por combustión de maquinaria fuera de ruta	38
Tabla 41. Factores de emisión de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para combustión de grupos electrógenos	39
Tabla 42. Nivel de actividad para grupos electrógenos	39
Tabla 43. Emisión CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O por combustión para grupos electrógenos	39
Tabla 44. Resumen Emisiones atmosféricas de MPS, MP10 y MP2.5 y gases, Estación Lo Errázuriz aprobada y modificada	40
Tabla 45. Resumen Emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero, Estación Lo Errázuriz aprobada y modificada	41
Tabla 46. Incremento en emisiones atmosféricas producto de la modificación de la Estación Lo Errázuriz	41
Tabla 47. Incremento en emisiones atmosféricas producto de la modificación en la Estación Lo Errázuriz, según cronograma de construcción	42
Tabla 48. Incremento en emisiones atmosféricas de MP10 producto de la modificación en La Estación Lo Errázuriz, según cronograma de construcción	42
Tabla 49. Límites de emisión total anual establecidos por D.S. N° 66, de 2009 (PPDA anterior)	43
Tabla 50. Comparación de emisiones con proyecto aprobado por RCA y con modificación de proyecto	44
Tabla 51. Comparación de la compensación aprobada por la RCA y la requerida por el Proyecto Modificado	45
Tabla 52. Resumen medidas de compensación del PCE aprobado en el proyecto original	47
Tabla 53. Requerimiento de compensación adicional por la Modificación del Proyecto	48
Tabla 54. Requerimiento de compensación adicional: Mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación	49
Tabla 55. Requerimiento de compensación adicional: Recambio de calefactores	50

Índice de Figuras

Figura 1	Cronograma fase de construcción Estación Lo Errázuriz	8
Figura 2	Cronograma fase de construcción Estación Lo Errázuriz Modificada	8
Figura 3	Rutas pavimentadas	16
Figura 4	Rutas pavimentadas cercanas al Proyecto	17
Figura 5	Rutas no pavimentadas	21

Índice de Apéndices

Apéndice D-1 Inventario de Emisiones (formato .xlxs)

Apéndice D-2 Rutas del Proyecto (formato .kmz)

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 4 de 54	

1 Introducción

En el presente informe corresponde al inventario de emisiones del Proyecto “Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del proyecto Tren Alameda Melipilla” (en adelante, el Proyecto), el cual comprende la estimación de emisiones atmosféricas de contaminantes criterios¹ tales como material particulado (MPS, MP10 y MP2.5) y gases contaminantes (NO_x, SO_x, CO, COV y NH₃), los cuales también son reconocidos como forzantes climáticos de vida corta (FCVC), además de la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Proyecto.

El Proyecto Tren Alameda Melipilla se localiza en las provincias de Santiago, Talagante y Melipilla, Región Metropolitana, atravesando distintas comunas, entre las cuales se encuentra Estación Central, Cerrillos, Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante, El Monte y Melipilla.

El Proyecto Original fue sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), aprobado mediante RCA N°286/2019 de fecha 30 de mayo de 2019. Este consiste en la habilitación de un tren de cercanía para pasajeros que unirá la ciudad de Santiago con la localidad de Melipilla. El proyecto comprende aproximadamente 61 km de extensión y se emplaza en la faja vía existente de EFE, actualmente utilizada para el transporte de carga. En este sentido, el proyecto considera la habilitación de nuevas vías, el mejoramiento de la infraestructura ferroviaria existente y el confinamiento de la faja vía lo cual permitirá contar con un nuevo servicio de transporte público de alto estándar en términos de seguridad y confort para los usuarios.

Posteriormente, el 28 de septiembre del año 2020, se presentó una consulta de pertinencia (Optimización Tramo Zanjón de la Aguada – Melipilla), que obtuvo pronunciamiento mediante la Resolución Exenta N°202113101260 del año 2021, en la cual se modificó el proyecto original en relación con la estandarización de diseño de pasos peatonales y el ajuste en el emplazamiento de la estación Melipilla y que la Autoridad determinó que no está obligado a someterse al SEIA.

Adicionalmente, se presentó la DIA “Soterramiento Tramo Alameda - Estación Central 2”, aprobada mediante la Resolución Exenta N°202213001674 del 19 de diciembre de 2022, la cual incluyó principalmente cambios al diseño y método constructivo del primer tramo (tramo PK 0+000 hasta el PK 3+688) del Proyecto Tren Alameda-Melipilla, pasando de un trazado superficial aprobado mediante RCA N°286/2019 a un tramo soterrado.

Finalmente, con fecha 3 de octubre del 2024 se ingresa una segunda consulta de pertinencia “Modificaciones Tren Alameda – Melipilla” referente a modificaciones en algunas de las obras temporales, documento que fue resuelto mediante Resolución Exenta N°20251310159 de fecha 30 de enero de 2025, en la cual la Autoridad determinó que no está obligado a someterse al SEIA.

Conforme al avance de la ingeniería, y en cumplimiento del compromiso de intermodalidad establecido en la RCA N°286/2019, se ha identificado la necesidad de implementar una modificación al diseño aprobado de la Estación Lo Errázuriz, a fin de viabilizar su interconexión con la Línea 6 de Metro de Santiago (aprobada mediante Resolución Exenta N°202113001302 del 2022). Esta modificación comprende el desplazamiento del andén, la optimización del pique de conexión EFE–Metro y la ampliación del edificio de recintos de la estación, desarrollándose íntegramente dentro del área previamente evaluada ambientalmente.

¹ Entiéndase técnicamente por “contaminantes criterios” aquellos contaminantes atmosféricos que cuentan con norma primaria o secundaria de calidad ambiental y que son medidos.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 5 de 54	

Dado lo anterior, se presenta la tercera Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA, con el objetivo de exponer a la Autoridad la modificación contemplada a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto aprobado mediante RCA N°286/2019.

La metodología utilizada para estimar las emisiones de forzantes climáticos de vida corta y gases de efecto invernadero se basa en los lineamientos señalados en la “Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta” (primera edición, 2025).

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 6 de 54	

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este documento es realizar la estimación de emisiones atmosféricas de forzantes climáticos de vida corta correspondientes a material particulado (MPS, MP10 y MP2.5) y gases contaminantes (NO_x, SO_x, CO, COV y NH₃), así como también la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄ y N₂O), asociados a la modificación del diseño aprobado de la Estación Lo Errázuriz del Proyecto “Tren Alameda Melipilla”.

2.2 Objetivos específicos

A partir del objetivo general recientemente mencionado se definen los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las principales acciones, obras y actividades del Proyecto que generarán emisiones a la atmósfera.
- Identificar y estimar los factores de emisión, según las acciones, obras o actividades del Proyecto.
- Estimar el nivel de actividad para cada factor de emisión estimado.
- Estimar las tasas de emisiones a la atmósfera, tanto para material particulado como para gases.
- Comparar las tasas de emisión con los valores aprobados, evaluando el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable.

3 Estimación de Emisiones Atmosféricas

3.1 Principales fuentes emisoras

A continuación, se presentan las principales actividades que generarán emisiones atmosféricas, asociadas a la construcción de la Estación Lo Errázuriz

Tabla 1. Actividades que generarán emisiones atmosféricas

Fase del Proyecto	Tipo de Emisión	Actividad Emisora	Contaminantes Emitidos
Construcción	Emisiones Directas	Escarpe	MPS, MP10 y MP2.5
		Excavaciones	
		Transferencia de material (carga y descarga)	
	Emisiones Indirectas	Combustión de maquinarias y grupos electrógenos	MPS, MP10, MP2.5, BC, COV, CO, NOx, SOx, NH ₃ , CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O
		Tránsito de vehículos por caminos pavimentados y no pavimentados	MPS, MP10 y MP2.5
		Combustión de vehículos	MPS, MP10, MP2.5, BC, COV, CO, NOx, SOx, NH ₃ , CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O

Fuente: ModeloSimple, 2026.

Cabe señalar que la fase de operación no contempla modificaciones.

3.2 Metodología general

La metodología utilizada para la estimación de emisiones atmosféricas de material particulado (MPS, MP10 y MP2.5) y gases contaminantes (NOx, CO, COV, SOx y NH₃), además de gases de efecto invernadero (GEI) se basa en los factores de emisión, valores por defecto y criterios definidos en los siguientes documentos:

- “Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta” (primera edición, 2025), en adelante *Guía Metodológica Emisiones SEA 2025*.

El análisis utilizado se basa en la estimación de emisiones mediante el uso de factores de emisión (Fe), nivel de actividad (Na) y factor de corrección (1-Ea/100, donde Ea corresponde a la eficiencia de abatimiento) que son posibles de relacionar para estimar la emisión (E) de una sustancia “i” de acuerdo con la siguiente ecuación (I):

$$E = Fe \cdot Na \cdot \left(1 - \frac{Ea}{100}\right) \quad (I)$$

Donde:

E : Emisión.

Fe : Factor de emisión.

Na : Nivel de actividad.

Ea : Eficiencia de abatimiento.

3.3 Cronograma del proyecto

La Estación Lo Errázuriz fue aprobada mediante la RCA N°286/2019 como parte de las estaciones que componen el sistema ferroviario del Proyecto Tren Alameda–Melipilla, emplazada en la comuna de Cerrillos, en el entorno del eje de avenida Lo Errázuriz, aproximadamente a 120 m al suroriente de dicho cruce, con frente a las calles Pedro Lagos Palacios y Presidente Salvador Allende. De acuerdo con el Anexo “Cronograma de la Fase de Construcción” de la Adenda Complementaria, su ejecución presenta una duración estimada de 19 meses.

Como se observa en la Figura 1, las actividades constructivas presentadas en la RCA para la Estación Lo Errázuriz se desarrollan entre los meses 6 y 24 del cronograma general del proyecto, comprendiendo los últimos 7 meses del Año 1 y los primeros 12 meses del Año 2.

No obstante, para efectos de la presente evaluación, se considera una actualización de la programación de las obras de la Estación Lo Errázuriz, manteniéndose la duración total de 19 meses definida para su construcción. En este contexto, las actividades constructivas se proyectan entre los meses 13 y 31 del cronograma general del proyecto como se presenta en la Figura 2, desplazando su inicio respecto de lo considerado originalmente en la RCA N°286/2019.

Figura 1 Cronograma fase de construcción Estación Lo Errázuriz



Fuente: Adaptado de Anexo “Cronograma de la Fase de Construcción” Adenda Complementaria del Proyecto Tren Alameda–Melipilla

Figura 2 Cronograma fase de construcción Estación Lo Errázuriz Modificada



Fuente: Elaboración propia

3.4 Emisiones de forzantes climáticos de vida corta (FCVC)

A continuación, se presentan las emisiones de acuerdo con las actividades asociadas a la fase de construcción de la Estación Lo Errázuriz, contrastando los valores aprobados con la modificación de la presente Consulta de Pertinencia.

Para efectos de este análisis, **Estación Lo Errázuriz aprobada** corresponde a la configuración de la Estación Lo Errázuriz evaluada ambientalmente en el Proyecto Tren Alameda–Melipilla y aprobada mediante RCA N°286/2019. Por su parte, **Estación Lo Errázuriz modificada** corresponde a la configuración resultante de las modificaciones propuestas para la Estación Lo Errázuriz en la presente Consulta de Pertinencia. En consecuencia, las diferencias presentadas corresponden exclusivamente a la variación de emisiones asociada a la modificación propuesta respecto de la configuración previamente aprobada.

3.4.1 Escarpe

Factor de Emisión (FE):

Tabla 2. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para escarpe

Factor de Emisión	Unidad	Fuente Factor de Emisión	Variables	Fuente Variables	Valores Variables			Valor Factor de Emisión		
					MPS	MP10	MP2.5	MPS	MP10	MP2.5
MPS y MP10 = 5,70 MP2.5 = 0,855	kg/km	EPA (1999). Estimating particulate matter emissions from construction operations, final Report prepared by the Midwest Research Institute (MRI) for US EPA Missouri. Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	---	---	---	---	---	19	5,7	0,855

Nivel de actividad (NA):

Se realizarán actividades de escarpe para el acondicionamiento del terreno en socializados.

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad considerado para el escarpe en la fase de construcción.

Tabla 3. Nivel de actividad escarpe

Proyecto	Actividad	Superficie a escarpar (ha)	Distancia recorrida en 1 hectárea ² (km)	NA (km/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Escarpe Socializados	0,185	3,57	0,6605
Estación Lo Errázuriz modificada	Escarpe Socializados	0,324	3,57	1,1553

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

² Guía Metodológica Emisiones SEA 2025.

Emisión (E):

En la siguiente tabla se presentan las emisiones resultantes.

Tabla 4. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por escarpe

Proyecto	Fuente de Emisión	FE (kg/km)			NA (km/periodo)	Emisión (t/periodo)		
		MPS	MP10	MP2.5		MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Escarpe Socialzados	19,00	5,70	0,855	0,6605	0,0125	0,0038	0,0006
Estación Lo Errázuriz modificada	Escarpe Socialzados	19,00	5,70	0,855	1,1553	0,0220	0,0066	0,0010
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada - Estación Lo Errázuriz aprobada)						0,0095	0,0028	0,0004

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.4.2 Excavación

Factor de Emisión (FE):

Tabla 5. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para excavación

Factor de Emisión	Unidad	Fuente Factor de Emisión	Variables	Fuente Variables	Valores Variables			Valor Factor de Emisión		
					MPS	MP10	MP2.5	MPS	MP10	MP2.5
MP10: $k \times 0,45 \times (s^{1,5}/M^{1,4})$ MP, MP2.5: $k \times 2,6 (s^{1,2}/M^{1,3})$	kg/h	Capítulo 11.9 AP-42 US EPA – Western Surface Coal Mining Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	k: Factor tamaño de partícula	Tabla 11.9.2 – Capítulo 11.9 AP-42 US EPA – Western Surface Coal Mining.	1,000	0,750	0,105	0,811	0,609	0,312
			M: Humedad del material (%)	Valor por defecto	8,5	8,5	8,5			
			S: Finos del suelo (%)	Valor por defecto	6,5	6,5	6,5			

Nivel de actividad (NA):

El nivel de actividad por excavaciones (h/periodo), se obtiene al dividir los volúmenes de material a excavar por el periodo (m³/periodo) por el rendimiento de la maquinaria que realizará dicha actividad (m³/h).

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad para excavación.

Tabla 6. Nivel de actividad excavación

Proyecto	Actividad	Volumen (m³)	Rendimiento excavadora (m³/h) ³	Factor de esponjamiento ⁴	NA (h/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Excavación total Estación Lo Errázuriz	15.733,06	60,0	1,2	314,66
	Excavación total Pique de conexión	17.323,24	60,0	1,2	346,46
	Excavación total Pilotes	1.719,43	60,0	1,2	34,39
	Excavaciones Socialzados	1.164,00	60,0	1,2	23,28
Estación Lo Errázuriz modificada	Excavación total Estación Lo Errázuriz	27.842,70	60,0	1,2	556,85
	Excavación total Pique de conexión	25.984,86	60,0	1,2	519,70
	Excavación total Pilotes	2.566,15	60,0	1,2	51,32
	Excavaciones Socialzados	2.055,08	60,0	1,2	41,10

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

Emisión (E):

En la siguiente tabla se presentan las emisiones resultantes.

Tabla 7. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por excavación, fase de construcción

Proyecto	Fuente de Emisión	FE (kg/h)			NA (h/periodo)	Emisión (t/periodo)		
		MPS	MP10	MP2.5		MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Excavación total Estación Lo Errázuriz	0,811	0,609	0,312	314,66	0,2553	0,1915	0,0983
	Excavación total Pique de conexión	0,811	0,609	0,312	346,46	0,2811	0,2109	0,1082
	Excavación total Pilotes	0,811	0,609	0,312	34,39	0,0279	0,0209	0,0107
	Excavaciones Socialzados	0,811	0,609	0,312	23,28	0,0189	0,0142	0,0073
Estación Lo Errázuriz modificada	Excavación total Estación Lo Errázuriz	0,811	0,609	0,312	556,85	0,4519	0,3389	0,1739
	Excavación total Pique de conexión	0,811	0,609	0,312	519,70	0,4217	0,3163	0,1623
	Excavación total Pilotes	0,811	0,609	0,312	51,32	0,0416	0,0312	0,0160
	Excavaciones Socialzados	0,811	0,609	0,312	41,10	0,0334	0,0250	0,0128
Total Estación Lo Errázuriz aprobada						0,5832	0,4375	0,2245
Total Estación Lo Errázuriz modificada						0,9486	0,7114	0,3650
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada - Estación Lo Errázuriz aprobada)						0,3654	0,2739	0,1405

Fuente: ModeloSimple 2026.

³ Valor aprobado RCA N°286/2019.

⁴ Valor aprobado Resolución Exenta N°20251310159.

3.4.3 Carga y descarga (transferencia de material)

Factor de Emisión (FE):

Tabla 8. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para carga y descarga de material

Factor de Emisión	Unidad	Fuente Factor de Emisión	Variables	Fuente Variables	Valores Variables			Valor Factor de Emisión		
					MPS	MP10	MP2.5	MPS	MP10	MP2.5
MP, MP10, MP2.5: $0,0016 \times k \times (U/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$	kg/t	Capítulo 13.2.4 AP-42 US EPA - Aggregate Handling and Storage Piles Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	k: Factor tamaño de partícula	Capítulo 13.2.4 AP-42 US EPA - Aggregate Handling and Storage Piles	0,74	0,35	0,053	0,000661	0,000313	0,000047
			U: Velocidad del viento (m/s)	Valor por defecto	5,0	5,0	5,0			
			M: Humedad del material (%)	Valor por defecto	6,5	6,5	6,5			

Nivel de actividad (NA):

El nivel de actividad por carga y descarga (ton/periodo) se obtiene al multiplicar los volúmenes de material (m³) que requerirán ser cargados y descargados. El valor obtenido se multiplica por dos, considerando así tanto la carga como la descarga.

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad para carga y descarga.

Tabla 9. Nivel de actividad carga y descarga de material

Proyecto	Actividad	Material	Volumen (m³)	Factor de esponjamiento ⁵	Densidad ⁶	NA (t/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Carga y descarga de material de material	Excavación total Estación Lo Errázuriz	15.733	1,2	1,8	67.966,80
		Excavación total Pique de conexión	17.323	1,2	1,8	74.836,40
		Excavación total Pilotes	1.719	1,2	1,8	7.427,94
		Excavaciones Socialzados	1.164	1,2	1,8	5.028,48
		Relleno Socialzados	3.307	1,2	1,8	14.286,24
Estación Lo Errázuriz modificada	Carga y descarga de material de material	Excavación total Estación Lo Errázuriz	27.843	1,2	1,8	120.280,46
		Excavación total Pique de conexión	25.985	1,2	1,8	112.254,60
		Excavación total Pilotes	2.566	1,2	1,8	11.085,75
		Excavaciones Socialzados	2.055	1,2	1,8	8.877,95
		Relleno Socialzados	5.797	1,2	1,8	25.041,41

Fuente: Modelo Simple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

⁵ Valor aprobado Resolución Exenta N°20251310159.

⁶ Valor aprobado Resolución Exenta N°20251310159.

Emisión (E):

En la siguiente tabla se presenta la emisión resultante.

Tabla 10. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por carga y descarga de material

Proyecto	Fuente de Emisión		FE (kg/km)			NA (t/periodo)	Emisión (t/periodo)		
			MPS	MP10	MP2.5		MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Carga y descarga de material de material	Excavación total Estación Lo Errázuriz	0,000661	0,000313	0,000047	67.966,80	0,0449	0,0213	0,0032
		Excavación total Pique de conexión	0,000661	0,000313	0,000047	74.836,40	0,0495	0,0234	0,0035
		Excavación total Pilotes	0,000661	0,000313	0,000047	7.427,94	0,0049	0,0023	0,0004
		Excavaciones Socialzados	0,000661	0,000313	0,000047	5.028,48	0,0033	0,0016	0,0002
		Relleno Socialzados	0,000661	0,000313	0,000047	14.286,24	0,0094	0,0045	0,0007
Estación Lo Errázuriz modificada	Carga y descarga de material de material	Excavación total Estación Lo Errázuriz	0,000661	0,000313	0,000047	120.280,46	0,0795	0,0376	0,0057
		Excavación total Pique de conexión	0,000661	0,000313	0,000047	112.254,60	0,0742	0,0351	0,0053
		Excavación total Pilotes	0,000661	0,000313	0,000047	11.085,75	0,0073	0,0035	0,0005
		Excavaciones Socialzados	0,000661	0,000313	0,000047	8.877,95	0,0059	0,0028	0,0004
		Relleno Socialzados	0,000661	0,000313	0,000047	25.041,41	0,0166	0,0078	0,0012
Total Estación Lo Errázuriz aprobada							0,1120	0,0531	0,0080
Total Estación Lo Errázuriz modificada							0,1835	0,0868	0,0131
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada - Estación Lo Errázuriz aprobada)							0,0715	0,0337	0,0051

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.4.4 Tránsito vehicular por camino pavimentado

Factor de Emisión (FE):

Tabla 11. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para tránsito vehicular por camino pavimentado

Factor de Emisión	Unidad	Fuente Factor de Emisión	Variables	Fuente Variables	Valores Variables ⁷			Valor Factor de Emisión		
					MPS	MP10	MP2.5	MPS	MP10	MP2.5
MP, MP10, MP2.5: $(k \times (sL)^{0,91} \times (W \times 1,1023)^{1,02}) \times (1 - P/(4 \times 365))$	g/km-veh	Capítulo 13.2.1 AP-42 US EPA – Paved Roads Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	k: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.1-1 – Capítulo 13.2.1 AP-42 US EPA – Paved Roads	3,23	0,62	0,15	21,075	4,045	0,979
			W: peso promedio de la flota (t)	Rutas externas Valor por defecto. Guía RM, 2020	8,0	8,0	8,0			
			P: días con precipitación sobre 0,254 mm		33	33	33			
			sL: Carga de fino de la superficie (g/m ²)	Valor por defecto, Guía RM, 2020 Para flujo entre 500 y 10.000 veh/día	0,7	0,7	0,7			

⁷ Parámetros considerados en Anexo 3-EMI-1 Estimación de Emisiones Atmosféricas de la Adenda del proyecto original.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 14 de 54	

Nivel de actividad (NA)

El nivel de actividad por tránsito de vehículos (km-veh), se obtiene al multiplicar los viajes de ida y vuelta (veh) por la distancia que se recorrerá en cada viaje ida (km).

En la Tabla 12 se presenta el detalle del número de viajes por tipo de transporte. Posteriormente, en la

Proyecto	Actividad	Tipo de transporte	Origen	Destino	Cantidad a transportar (m3) - (t)	Capacidad (m3)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	43.127,67	1
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	6.535,57	8
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	788,24	2
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	3.307,00	1
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	70.138,54	1
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	10.354,65	8
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	1.225,58	2
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	5.796,62	1

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

Tabla 13 se presenta el detalle de las distancias de las rutas pavimentadas utilizadas por tipo de transporte.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 15 de 54	

Tabla 12. Número de viajes por tipo de transporte

Proyecto	Actividad	Tipo de transporte	Origen	Destino	Cantidad a transportar (m³) - (t)	Capacidad camión (m³) - (t)	Viajes (ida-vuelta)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	43.127,67	14	6.162
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	6.535,57	8	1.634
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	788,24	20	80
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	3.307,00	14	474
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	70.138,54	14	10.020
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	10.354,65	8	2.590
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	1.225,58	20	124
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	5.796,62	14	830

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

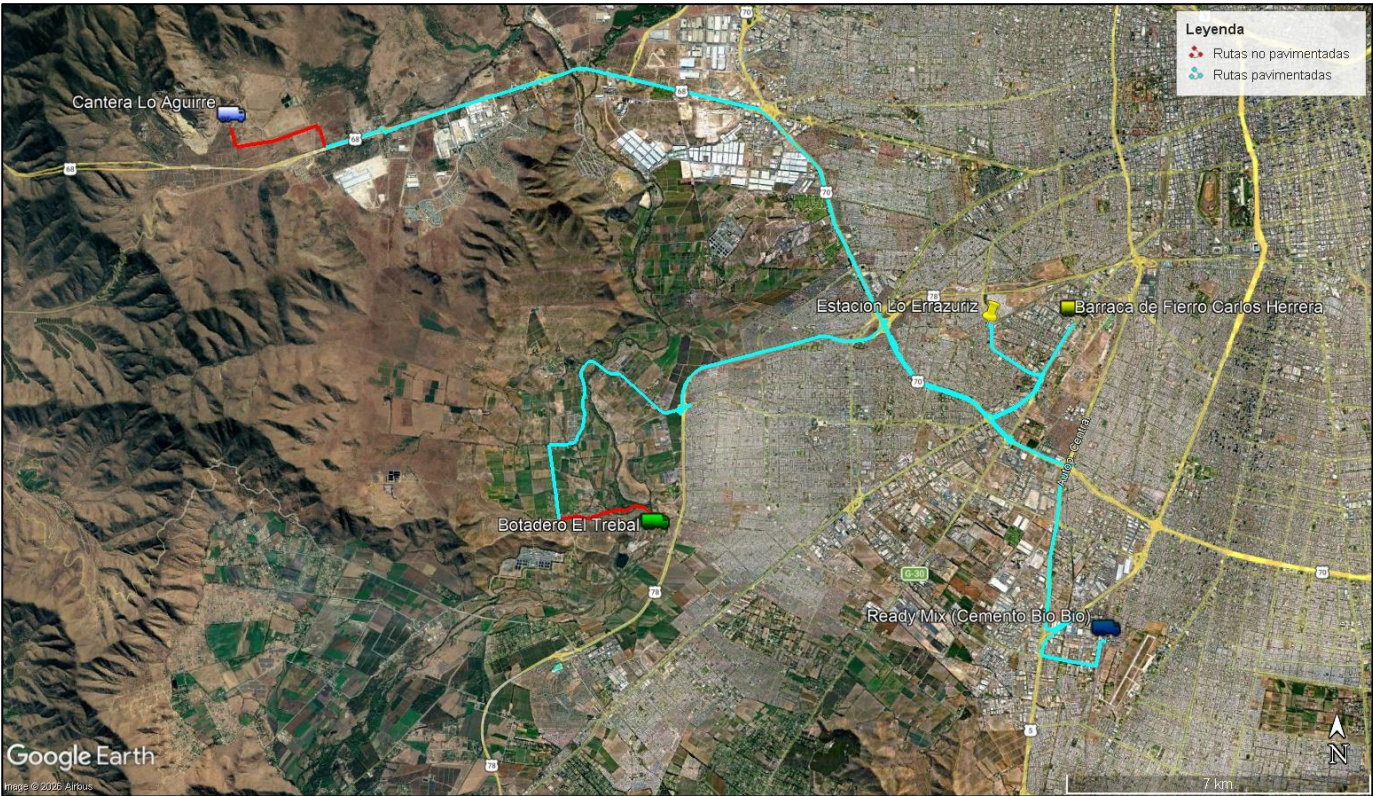
Tabla 13. Distancia recorrida por rutas pavimentadas

Proyecto	Actividad	Tipo de transporte	Origen	Destino	Distancia (km)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	20,7
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	14,0
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	3,41
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	25,2
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	20,6
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	13,9
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	3,33
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	25,0

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

En la siguiente figura se observan las rutas pavimentadas utilizadas en la fase de construcción, antes mencionadas. Cabe señalar que los orígenes de insumos y destino de excedentes de excavación no varían respecto de lo aprobado, sólo se presenta una leve modificación en el área de la estación producto de la modificación de ubicación de esta.

Figura 3 Rutas pavimentadas



Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

Figura 4 Rutas pavimentadas cercanas al Proyecto



Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

Adicionalmente, en Apéndice A se adjuntan las rutas en formato kmz.

En base a los viajes ida y vuelta presentados en la Tabla 12 y a la distancia recorrida presentada en la Tabla 13 por tipo de transporte para la fase de construcción, tanto para lo aprobado como para la modificación, se determinó el nivel de actividad correspondiente a los kilómetros totales recorridos.

Emisión (E)

En la siguiente tabla se presentan las emisiones resultantes.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 18 de 54	

Tabla 14. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por tránsito de vehículos en caminos pavimentados

Proyecto	Fuente de Emisión	Factores de emisión (g/km)			NA: kilómetros recorridos (km/periodo)	Emisión (t/periodo)		
		MPS	MP10	MP2.5		MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	21,075	4,045	0,979	127.553,40	2,6882	0,5160	0,1248
	Transporte de Hormigón	21,075	4,045	0,979	22.876,00	0,4821	0,0925	0,0224
	Transporte de Acero	21,075	4,045	0,979	272,80	0,0057	0,0011	0,0003
	Transporte de Relleno	21,075	4,045	0,979	11.944,80	0,2517	0,0483	0,0117
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación	21,075	4,045	0,979	206.412,00	4,3501	0,8350	0,2020
	Transporte de Hormigón	21,075	4,045	0,979	36.001,00	0,7587	0,1456	0,0352
	Transporte de Acero	21,075	4,045	0,979	412,92	0,0087	0,0017	0,0004
	Transporte de Relleno	21,075	4,045	0,979	20.750,00	0,4373	0,0839	0,0203
Total Estación Lo Errázuriz aprobada						3,4277	0,6579	0,1592
Total Estación Lo Errázuriz modificada						5,5548	1,0662	0,2579
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada - Estación Lo Errázuriz aprobada)						2,1271	0,4083	0,0987

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.4.5 Tránsito vehicular por camino no pavimentado

Factor de Emisión (FE):

Tabla 15. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 para tránsito vehicular por camino no pavimentado

Factor de Emisión	Unidad	Fuente Factor de Emisión	Variables	Fuente Variables	Valores Variables ⁸			Valor Factor de Emisión		
					MPS	MP10	MP2.5	MPS	MP10	MP2.5
MP, MP10, MP2.5: $(281,9 \times k \times (s/12)^a \times (W/2,72)^b) \times (1 - P/(365))$	g/km-veh	Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	k: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.2.2-3 – Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads	4,9	1,5	0,15	2.565,4	733,0	73,3
			a: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.2.2-3 – Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads	0,7	0,9	0,9			
			b: Factor tamaño de partícula	Tabla 13.2.2.2-3 – Capítulo 13.2.2 AP-42 US EPA – Unpaved Roads	0,45	0,45	0,45			
			P: días con precipitación sobre 0,254 mm		33	33	33			
			s: % de finos en el camino	Guía RM, 2020	8,5	8,5	8,5			
			W: Peso promedio de la flota		22,7					

Nivel de actividad (NA):

El nivel de actividad por tránsito de vehículos (km-veh), se obtiene al multiplicar los viajes de ida y vuelta (veh) por la distancia que se recorrerá en cada viaje ida (km).

Los viajes por tipo de transporte corresponden a los presentados en la Tabla 12.

En las siguientes tablas se presentan las distancias recorridas por caminos no pavimentados en la fase de construcción.

⁸ Parámetros considerados en Anexo 3-EMI-1 Estimación de Emisiones Atmosféricas de la Adenda del proyecto original.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
	Página 20 de 54		

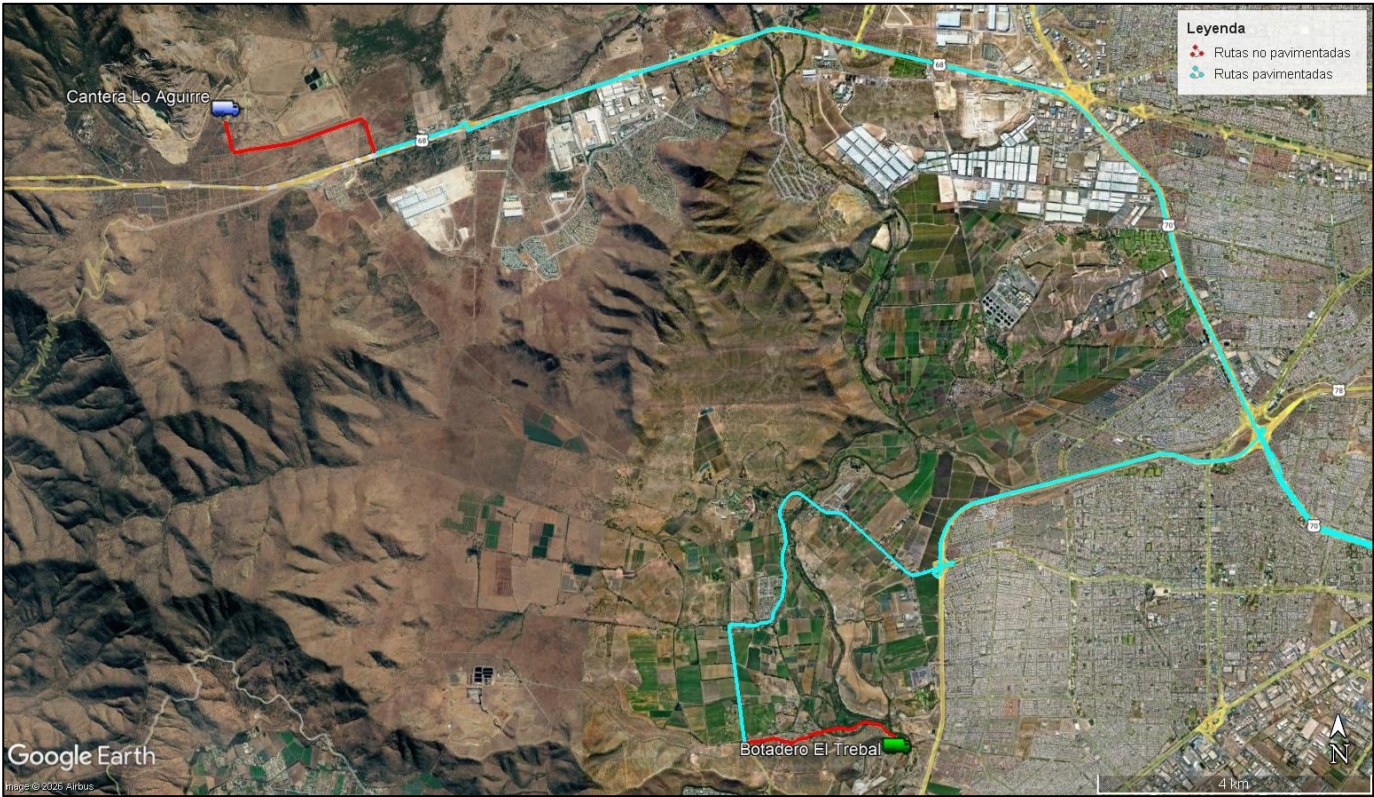
Tabla 16. Distancia recorrida por rutas no pavimentadas

Proyecto	Actividad	Tipo de transporte	Origen	Destino	Distancia (km)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	2,47
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	---
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	---
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	2,95
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación	Excedente de excavación	Estación Lo Errázuriz	Botadero El Trebal	2,47
	Transporte de Hormigón	Hormigón	Ready Mix	Estación Lo Errázuriz	---
	Transporte de Acero	Acero	Barraca de Fierro Carlos Herrera A.	Estación Lo Errázuriz	---
	Transporte de Relleno	Relleno	Cantera Mina Lo Aguirre	Estación Lo Errázuriz	2,95

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

En las siguientes figuras se observan las rutas no pavimentadas utilizadas en la fase de construcción, antes mencionadas. Adicionalmente, en Apéndice A se adjuntan las rutas en formato kmz.

Figura 5 Rutas no pavimentadas



Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

En base a los viajes ida y vuelta presentados en la Tabla 12 y a la distancia recorrida presentada en la Tabla 16, por tipo de transporte para la fase de construcción, se determinó el nivel de actividad correspondiente a los kilómetros totales recorridos.

Emisión (E)

En la siguiente tabla se presentan las emisiones resultantes.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 22 de 54	

Tabla 17. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por tránsito de vehículos en caminos no pavimentados

Proyecto	Fuente de Emisión	Factores de emisión (g/km)			NA: kilómetros recorridos (km/periodo)	Eficiencia abatimiento (%)	Emisión (t/periodo)		
		MPS	MP10	MP2.5			MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	2.565,4	733,0	73,3	15.220,14	0	39,04570	11,15619	1,11562
	Transporte de Hormigón	2.565,4	733,0	73,3	0,00	0	0,00000	0,00000	0,00000
	Transporte de Acero	2.565,4	733,0	73,3	0,00	0	0,00000	0,00000	0,00000
	Transporte de Relleno	2.565,4	733,0	73,3	1.398,30	0	3,58719	1,02494	0,10249
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación	2.565,4	733,0	73,3	24.749,40	0	63,49203	18,14103	1,81410
	Transporte de Hormigón	2.565,4	733,0	73,3	0,00	0	0,00000	0,00000	0,00000
	Transporte de Acero	2.565,4	733,0	73,3	0,00	0	0,00000	0,00000	0,00000
	Transporte de Relleno	2.565,4	733,0	73,3	2.448,50	0	6,28137	1,79472	0,17947
Total Estación Lo Errázuriz aprobada							42,6329	12,1811	1,2181
Total Estación Lo Errázuriz modificada							69,7734	19,9358	1,9936
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada - Estación Lo Errázuriz aprobada)							27,1405	7,7546	0,7755

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.4.6 Combustión de vehículos

Factor de Emisión (FE):

Tabla 18. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 y gases para combustión de vehículos

Fuente Factor de Emisión	Categoría	Subcategoría	Tecnología	Fuente Factor de Emisión (g/km)								
				MPS	MP10	MP2.5	NOx	SOx	NH ₃	CO	COV	BC (%MP2.5)
Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	Vehículos pesados	Diésel 7,5 – 16 t	HD Euro IV – 2005	0,0161	0,0161	0,0161	2,6500	0,0047	0,0029	0,0710	0,0080	75
		Diésel 16 – 32 t		0,0239	0,0239	0,0239	3,8300	0,0063	0,0029	0,1050	0,0100	75

Nivel de actividad (NA):

El nivel de actividad por tránsito de vehículos (km-veh), se obtiene al multiplicar los viajes de ida y vuelta (veh) por la distancia que se recorrerá en cada viaje (km), tanto en caminos pavimentados como en caminos no pavimentados, obtener los kilómetros recorridos en ida y vuelta.

El nivel de actividad por combustión de motores asociados al tránsito de vehículos corresponde a los estimados en las secciones anteriores, Tabla 14 y Tabla 17.

Tabla 19. Categoría definida por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Categoría	Subcategoría
Camión Tolva 14 m ³	Vehículos pesados	Diésel 16 – 32 t
Camión Mixer 8 m ³	Vehículos pesados	Diésel 7,5 – 16 t
Camión Tolva 20 t	Vehículos pesados	Diésel 16 – 32 t

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 24 de 54	

Emisión (E)

En las siguientes tablas se presentan las emisiones resultantes.

Tabla 20. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por combustión de vehículos

Proyecto	Fuente de Emisión	Ruta	Factor de emisión (g/km)			NA: kilómetros recorridos (km/periodo)	Emisión (t/periodo)		
			MPS	MP10	MP2.5		MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Pavimentada	0,0319	0,0319	0,0319	127.553,40	0,0041	0,0041	0,0041
	Transporte de Hormigón		0,0161	0,0161	0,0161	22.876,00	0,0004	0,0004	0,0004
	Transporte de Acero		0,0319	0,0319	0,0319	272,80	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		0,0319	0,0319	0,0319	11.944,80	0,0004	0,0004	0,0004
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		0,0319	0,0319	0,0319	206.412,00	0,0066	0,0066	0,0066
	Transporte de Hormigón		0,0161	0,0161	0,0161	36.001,00	0,0006	0,0006	0,0006
	Transporte de Acero		0,0319	0,0319	0,0319	412,92	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		0,0319	0,0319	0,0319	20.750,00	0,0007	0,0007	0,0007
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	No Pavimentada	0,0319	0,0319	0,0319	15.220,14	0,0005	0,0005	0,0005
	Transporte de Hormigón		0,0161	0,0161	0,0161	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Acero		0,0319	0,0319	0,0319	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		0,0319	0,0319	0,0319	1.398,30	0,0000	0,0000	0,0000
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		0,0319	0,0319	0,0319	24.749,40	0,0008	0,0008	0,0008
	Transporte de Hormigón		0,0161	0,0161	0,0161	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Acero		0,0319	0,0319	0,0319	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		0,0319	0,0319	0,0319	2.448,50	0,0001	0,0001	0,0001
Total Estación Lo Errázuriz aprobada							0,0054	0,0054	0,0054
Total Estación Lo Errázuriz modificada							0,0088	0,0088	0,0088
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada - Estación Lo Errázuriz aprobada)							0,0034	0,0034	0,0034

Fuente: ModeloSimple 2026.

Tabla 21. Emisión NOx, SO₂, NH₃, CO, COV y BC por combustión de vehículos

Proyecto	Fuente de Emisión	Ruta	Factor de emisión (g/km)						NA: kilómetros recorridos (km/periodo)	Emisión (t/periodo)					
			NOx	SO ₂	NH3	CO	COV	BC		NOx	SO ₂	NH3	CO	COV	BC
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Pavimentada	3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	127.553,40	0,4333	0,0008	0,0014	0,1744	0,1330	0,0031
	Transporte de Hormigón		1,5100	0,0047	0,0110	0,0710	0,0080	0,0121	22.876,00	0,0345	0,0001	0,0003	0,0016	0,0002	0,0003
	Transporte de Acero		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	272,80	0,0009	0,0000	0,0000	0,0004	0,0003	0,0000
	Transporte de Relleno		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	11.944,80	0,0406	0,0001	0,0001	0,0163	0,0125	0,0003
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	206.412,00	0,7012	0,0013	0,0023	0,2822	0,2153	0,0049
	Transporte de Hormigón		1,5100	0,0047	0,0110	0,0710	0,0080	0,0121	36.001,00	0,0544	0,0002	0,0004	0,0026	0,0003	0,0004
	Transporte de Acero		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	412,92	0,0014	0,0000	0,0000	0,0006	0,0004	0,0000
	Transporte de Relleno		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	20.750,00	0,0705	0,0001	0,0002	0,0284	0,0216	0,0005
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	No Pavimentada	3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	15.220,14	0,0517	0,0001	0,0002	0,0208	0,0159	0,0004
	Transporte de Hormigón		1,5100	0,0047	0,0110	0,0710	0,0080	0,0121	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Acero		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	1.398,30	0,0048	0,0000	0,0000	0,0019	0,0015	0,0000
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	24.749,40	0,0841	0,0002	0,0003	0,0338	0,0258	0,0006
	Transporte de Hormigón		1,5100	0,0047	0,0110	0,0710	0,0080	0,0121	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Acero		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		3,3970	0,0063	0,0110	1,3670	1,0430	0,0239	2.448,50	0,0083	0,0000	0,0000	0,0033	0,0026	0,0001
Total Estación Lo Errázuriz aprobada										0,5658	0,0011	0,0020	0,2154	0,1634	0,0041
Total Estación Lo Errázuriz modificada										0,9199	0,0018	0,0032	0,3509	0,2660	0,0065
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada - Estación Lo Errázuriz aprobada)										0,3541	0,0007	0,0012	0,1355	0,1026	0,0024

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.4.7 Combustión de maquinarias

Factor de Emisión (FE):

Para determinar los factores de emisión por combustión de maquinaria fuera de ruta, se utilizó lo descrito en la “Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta” (primera edición, 2025)

La estimación de emisiones de FCVC provenientes de las maquinarias fuera de ruta (MFR) debe considerar una serie de factores que, en primera instancia, responden a los ciclos de operación de estas mismas, y en segundo orden, a la antigüedad o tipo de maquinaria. Para la estimación de emisiones atmosféricas provenientes de la MFR se debe considerar la siguiente ecuación:

E_{i,j} = n_i \cdot h \cdot P_i \cdot (1 + FD_i) \cdot FC_i \cdot TAF_i \cdot FE_{Base\ i,j} \tag{II}

Donde:

- E_{i,j} : Emisiones del contaminante j, de la maquinaria i, en (g/año)
- n_i : Cantidad de maquinarias i.
- h_i : Horas de utilización de la maquinaria i, en (h/año)
- P_i : Potencia del tipo de maquinaria i, en (kW)
- FD_i : Factor de deterioro de la maquinaria i, adimensional.
- FC_i : Factor de carga de la maquinaria i, adimensional
- TAF_i : Factor de ajuste transiente de la maquinaria i, adimensional.
- FE_{Base i,j}: Factor de emisión del contaminante j, de la maquinaria i, en (g/kWh)

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

FD = \frac{K}{VU} \cdot FD_{VU} \tag{III}

- K : Edad de la maquinaria (entre 0 y la vida útil), en años
- VU : Vida útil de la maquinaria, en años
- FDVU : 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 FDVU. En base a lo anterior, los parámetros utilizados para estimar los factores de emisión de la maquinaria fuera de ruta para la fase de construcción se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 22. Parámetros utilizados para determinar FE por combustión de maquinaria fuera de ruta

Maquinaria	P (kW)	Tecnología	FC	K (años)	VU (años)
Excavadora PC-200	110	Stage II	0,8	10	10
Retroexcavadora	110	Stage II	0,8	10	10
Rodillo Compactador	80	Stage II	0,8	10	10
Camión mixer	254	Stage II	0,8	10	10
Bomba hormigón	55	Stage II	0,8	10	10

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a Guía RM 2020.

Tabla 23. Factor de ajuste transiente

Nivel tecnológico	Factor de carga	TAF					
		MPS	MP10	MP2.5	NOx	CO	COV
Stage II y previos	FC>0,45	1,23	0,95	1,00	1,00	1,53	1,05

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a Guía RM 2020.

Tabla 24. Factor de deterioro relativo a la vida útil de maquinaria

Tecnología	FD _{VU}					
	MPS	MP10	MP2.5	NOx	CO	COV
Stage II	0,473	0,473	0,473	0,009	0,101	0,034

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a Guía RM 2020.

Tabla 25. Factores de emisión de base para maquinaria fuera de ruta

Maquinaria	P (kW)	Tecnología	FE _{Base} (g/kWh)								
			MPS	MP10	MP2.5	NOx	SOx	NH ₃	CO	COV	BC (%MP2.5)
Excavadora PC-200	110	Stage II	0,2000	0,2000	0,2000	5,2000	0,0077	0,0020	1,5000	0,3000	80
Retroexcavadora	110	Stage II	0,2000	0,2000	0,2000	5,2000	0,0077	0,0020	1,5000	0,3000	80
Rodillo Compactador	80	Stage II	0,2000	0,2000	0,2000	5,2000	0,0077	0,0020	1,5000	0,3000	80
Camión mixer	254	Stage II	0,1000	0,1000	0,1000	5,2000	0,0075	0,0020	1,5000	0,3000	80
Bomba hormigón	55	Stage II	0,2000	0,2000	0,2000	5,5000	0,0078	0,0020	2,2000	0,4000	80

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a Guía RM 2020.

En base a los parámetros señalados anteriormente, se presentan los factores de emisión por combustión para maquinaria fuera de ruta.

Tabla 26. Factores de emisión de MPS, MP10 y MP2.5 y gases para maquinaria fuera de ruta

Maquinaria	FE (g/h)							
	MPS	MP10	MP2.5	NOx	SOx	NH ₃	CO	COV
Excavadora PC-200	39,2796	39,2796	39,2796	1.080,6309	3,2520	0,8672	547,8092	70,6139
Retroexcavadora	19,1325	19,1325	19,1325	278,3629	0,8237	0,2112	195,6750	22,9300
Rodillo Compactador	21,8864	21,8864	21,8864	602,1228	1,8120	0,4832	305,2368	39,3458
Camión mixer	29,1336	29,1336	29,1336	801,5012	2,4120	0,6432	406,3086	52,3742
Bomba hormigón	29,8583	29,8583	29,8583	410,7195	1,2690	0,3296	208,2079	26,8385

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a Guía RM 2020.

Nivel de Actividad:

Para determinar el nivel de actividad por combustión de motores por maquinarias, es necesario estimar las horas de operación de cada maquinaria según la actividad a desarrollar.

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad.

Tabla 27. Nivel de actividad para maquinaria fuera de ruta

Proyecto	Maquinaria	NA: Horas de operación (h/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Excavadora PC-200	718,79
	Retroexcavadora	281,00
	Rodillo Compactador	341,00
	Camión mixer	762,48
	Bomba hormigón	217,85
Estación Lo Errázuriz modificada	Excavadora PC-200	1.168,97
	Retroexcavadora	488,00
	Rodillo Compactador	605,00
	Camión mixer	1.208,04
	Bomba hormigón	345,16

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
	Página 29 de 54		

Emisión (E)

En las siguientes tablas se presentan las emisiones resultantes.

Tabla 28. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por combustión de maquinaria fuera de ruta

Proyecto	Fuente de Emisión	Factor de emisión (g/h)			NA: Horas de operación (h/periodo)	Emisión (t/periodo)		
		MPS	MP10	MP2.5		MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Excavadora PC-200	31,89	31,89	31,89	718,79	0,0229	0,0229	0,0229
	Retroexcavadora	31,89	31,89	31,89	281,00	0,0090	0,0090	0,0090
	Rodillo Compactador	23,19	23,19	23,19	341,00	0,0079	0,0079	0,0079
	Camión mixer	36,82	36,82	36,82	762,48	0,0281	0,0281	0,0281
	Bomba hormigón	15,94	15,94	15,94	217,85	0,0035	0,0035	0,0035
Estación Lo Errázuriz modificada	Excavadora PC-200	31,89	31,89	31,89	1.168,97	0,0373	0,0373	0,0373
	Retroexcavadora	31,89	31,89	31,89	488,00	0,0156	0,0156	0,0156
	Rodillo Compactador	23,19	23,19	23,19	605,00	0,0140	0,0140	0,0140
	Camión mixer	36,82	36,82	36,82	1.208,04	0,0445	0,0445	0,0445
	Bomba hormigón	15,94	15,94	15,94	345,16	0,0055	0,0055	0,0055
Total Estación Lo Errázuriz aprobada						0,0714	0,0714	0,0714
Total Estación Lo Errázuriz modificada						0,1169	0,1169	0,1169
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)						0,0455	0,0455	0,0455

Fuente: ModeloSimple 2026.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 30 de 54	

Tabla 29. Emisión NOx, SOx, NH₃, CO, COV y BC por combustión de maquinaria fuera de ruta

Proyecto	Fuente de Emisión	Factor de emisión (g/h)						NA: Horas de operación (h/periodo)	Emisión (t/periodo)					
		NOx	SO ₂	NH ₃	CO	COV	BC		NOx	SO ₂	NH ₃	CO	COV	BC
Estación Lo Errázuriz aprobada	Excavadora PC-200	438,63	1,36	0,35	222,36	28,66	25,51	718,79	0,3153	0,0010	0,0003	0,1598	0,0206	0,0183
	Retroexcavadora	438,63	1,36	0,35	222,36	28,66	25,51	281,00	0,1233	0,0004	0,0001	0,0625	0,0081	0,0072
	Rodillo Compactador	319,01	0,99	0,26	161,71	20,85	18,55	341,00	0,1088	0,0003	0,0001	0,0551	0,0071	0,0063
	Camión mixer	1012,84	3,05	0,81	513,44	66,18	29,45	762,48	0,7723	0,0023	0,0006	0,3915	0,0505	0,0225
	Bomba hormigón	231,97	0,69	0,18	163,06	19,11	12,76	217,85	0,0505	0,0001	0,0000	0,0355	0,0042	0,0028
Estación Lo Errázuriz modificada	Excavadora PC-200	438,63	1,36	0,35	222,36	28,66	25,51	1.168,97	0,5127	0,0016	0,0004	0,2599	0,0335	0,0298
	Retroexcavadora	438,63	1,36	0,35	222,36	28,66	25,51	488,00	0,2141	0,0007	0,0002	0,1085	0,0140	0,0124
	Rodillo Compactador	319,01	0,99	0,26	161,71	20,85	18,55	605,00	0,1930	0,0006	0,0002	0,0978	0,0126	0,0112
	Camión mixer	1012,84	3,05	0,81	513,44	66,18	29,45	1.208,04	1,2236	0,0037	0,0010	0,6203	0,0800	0,0356
	Bomba hormigón	231,97	0,69	0,18	163,06	19,11	12,76	345,16	0,0801	0,0002	0,0001	0,0563	0,0066	0,0044
Total Estación Lo Errázuriz aprobada									1,3702	0,0041	0,0011	0,7044	0,0905	0,0571
Total Estación Lo Errázuriz modificada									2,2235	0,0068	0,0019	1,1428	0,1467	0,0934
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)									0,8533	0,0027	0,0008	0,4384	0,0562	0,0363

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.4.8 Combustión de grupos electrógenos

Factor de Emisión (FE):

Tabla 30. Factores de emisión de MP, MP10 y MP2.5 y gases para combustión de grupos electrógenos

Fuente Factor de Emisión	Combustible	FE (kg/kg combustible)							
		MPS	MP10	MP2.5	NOx	SOx	CO	COV	BC (%MP2.5)
Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	Diésel, Potencia menor a 600 hp o 447 kW	0,006078	0,006078	0,006078	0,086470	0,005686	0,018627	0,007060	56

Nivel de Actividad (NA):

El nivel de actividad por combustión de grupos electrógenos (kg combustible), se obtiene al multiplicar el consumo de combustible por hora (kg combustible/h) y las horas de operación (h).

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad por combustión de grupos electrógenos.

Tabla 31. Nivel de actividad para grupos electrógenos, fase de construcción

Proyecto	Equipo	Cantidad	Potencia (kW)	Consumo (l/h) ⁹	Operación (h/periodo)	NA: Consumo combustible (kg combustible/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Grupo electrógeno 175 kVA	1	140	101	34	2.918,90
	Grupo electrógeno 40 kVA	1	32	7,62	255	1.651,64
Estación Lo Errázuriz modificada	Grupo electrógeno 175 kVA	1	140	101	61	5.236,85
	Grupo electrógeno 40 kVA	1	32	7,62	441	2.856,36

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

Emisión (E)

En las siguientes tablas se presentan las emisiones resultantes.

⁹ Dato de Proyecto.

Tabla 32. Emisión MPS, MP10 y MP2.5 por combustión de grupos electrógenos

Proyecto	Fuente de Emisión	FE (kg/kg combustible)			NA: Consumo combustible (kg combustible/periodo)	Emisión (ton/periodo)		
		MPS	MP10	MP2.5		MPS	MP10	MP2.5
Estación Lo Errázuriz aprobada	Grupo electrógeno 175 kVA	0,006078	0,006078	0,006078	2.918,90	0,0177	0,0177	0,0177
	Grupo electrógeno 40 kVA	0,006078	0,006078	0,006078	1.651,64	0,0100	0,0100	0,0100
Estación Lo Errázuriz modificada	Grupo electrógeno 175 kVA	0,006078	0,006078	0,006078	5.236,85	0,0318	0,0318	0,0318
	Grupo electrógeno 40 kVA	0,006078	0,006078	0,006078	2.856,36	0,0174	0,0174	0,0174
Total Estación Lo Errázuriz aprobada						0,0277	0,0277	0,0277
Total Estación Lo Errázuriz modificada						0,0451	0,0451	0,0451
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)						0,0174	0,0174	0,0174

Fuente: ModeloSimple 2026.

Tabla 33. Emisión NOx, SOx, CO, COV y BC por combustión de grupos electrógenos

Proyecto	Fuente de Emisión	FE (kg/kg combustible)					NA: Consumo combustible (kg combustible/periodo)	Emisión (ton/periodo)				
		NOx	SOx	CO	COV	BC		NOx	SOx	CO	COV	BC
Estación Lo Errázuriz aprobada	Grupo electrógeno 175 kVA	0,086470	0,005686	0,018627	0,007060	0,003404	2.918,90	0,2524	0,0166	0,0544	0,0206	0,0099
	Grupo electrógeno 40 kVA	0,086470	0,005686	0,018627	0,007060	0,003404	1.651,64	0,1428	0,0094	0,0308	0,0117	0,0056
Estación Lo Errázuriz modificada	Grupo electrógeno 175 kVA	0,086470	0,005686	0,018627	0,007060	0,003404	5.236,85	0,4528	0,0298	0,0975	0,037	0,0178
	Grupo electrógeno 40 kVA	0,086470	0,005686	0,018627	0,007060	0,003404	2.856,36	0,2470	0,0162	0,0532	0,0202	0,0097
Total Estación Lo Errázuriz aprobada								0,3952	0,026	0,0852	0,0323	0,0155
Total Estación Lo Errázuriz modificada								0,6422	0,0422	0,1384	0,0525	0,0252
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)								0,2470	0,0162	0,0532	0,0202	0,0097

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.5 Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

La estimación de emisiones correspondiente a la combustión estacionaria y móvil se puede determinar utilizando la siguiente ecuación.

$$E_{\text{GEI,Combustible}} = FE_{\text{GEI,Combustible}} \times Na_{\text{Combustible}} \quad (\text{IV})$$

Donde:

E: Emisiones por GEI según combustible.

FE: Factor de emisión por GEI según combustible.

Na: Nivel o datos de actividad por combustible.

Respecto del reporte de los GEI y de manera de comprender las emisiones y flujos estimados de todos los gases, se deberán expresar las emisiones en unidades de masa de cada gas y, además, se recomienda expresar estas emisiones en términos de su equivalencia en CO₂ (en adelante CO₂ eq.).

A través de la métrica Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) o Potencial de Calentamiento Global (PCG), las emisiones de los GEI distintos al CO₂ se pueden convertir en CO₂ eq, tal como se expresa en la siguiente ecuación:

$$E_{\text{CO2eq}} = \sum_{\text{GEI}} FE_{\text{GEI}} \times Na_{\text{Combustible}} \times PCA_{\text{GEI}} \quad (\text{V})$$

Donde:

PCA: Potencial de calentamiento atmosférico según GEI.

En la siguiente tabla se presentan los valores considerados.

Tabla 34. Potencial de Calentamiento Global

Gases de Efecto Invernadero	Potencial de Calentamiento Global
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

Fuente: "Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta" (primera edición, 2025).

3.5.1 Combustión de vehículos

Factor de Emisión (FE):

Tabla 35. Factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para combustión de vehículos

Fuente Factor de Emisión	FE (kg/TJ)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	74.100,0	10,0	0,6

Nivel de Actividad (NA):

El nivel de actividad por la combustión de motores asociados al tránsito de vehículos se obtiene al multiplicar los kilómetros recorridos, tanto en camino pavimentado como no pavimentado, por el consumo de combustible del vehículo.

El nivel de actividad por combustión de motores asociados al tránsito de vehículos corresponde a los estimados en las secciones anteriores. En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad estimado.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 35 de 54	

Tabla 36. Nivel de actividad para combustión de vehículos

Proyecto	Actividad	Tipo de ruta	Nivel de Actividad				
			Kilómetros /periodo	Rendimiento (km/l) ¹⁰	Densidad del combustible (t/m ³)	Poder calorífico (Kcal/Kg)	NA (TJ/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Pavimentado	127.553,40	4,0	0,84	10.355	1,16130
	Transporte de Hormigón		22.876,00	4,0	0,84	10.355	0,20827
	Transporte de Acero		272,80	4,0	0,84	10.355	0,00248
	Transporte de Relleno		11.944,80	4,0	0,84	10.355	0,10875
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		206.412,00	4,0	0,84	10.355	1,87926
	Transporte de Hormigón		36.001,00	4,0	0,84	10.355	0,32777
	Transporte de Acero		412,92	4,0	0,84	10.355	0,00376
	Transporte de Relleno		20.750,00	4,0	0,84	10.355	0,18892
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	No pavimentado	15.220,14	4,0	0,84	10.355	0,13857
	Transporte de Hormigón		0,00	4,0	0,84	10.355	0,00000
	Transporte de Acero		0,00	4,0	0,84	10.355	0,00000
	Transporte de Relleno		1.398,30	4,0	0,84	10.355	0,01273
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		24.749,40	4,0	0,84	10.355	0,22533
	Transporte de Hormigón		0,00	4,0	0,84	10.355	0,00000
	Transporte de Acero		0,00	4,0	0,84	10.355	0,00000
	Transporte de Relleno		2.448,50	4,0	0,84	10.355	0,02229

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

¹⁰ Tabla 5 de la Guía Metodológica Emisiones SEA 2025.

Emisión (E):

En la siguiente tabla se presentan las emisiones resultantes.

Tabla 37. Emisión CO₂, CH₄ y N₂O para combustión de vehículos

Proyecto	Fuente de emisión	Tipo de ruta	Factor de emisión (kg GEI/TJ)			NA (TJ/periodo)	Emisión (t GEI/periodo)			Emisión (tCO ₂ eq/periodo)
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	Pavimentado	74.100,0	10,0	0,6	1,16130	86,0522	0,0116	0,0007	86,5625
	Transporte de Hormigón		74.100,0	10,0	0,6	0,20827	15,4330	0,0021	0,0001	15,5183
	Transporte de Acero		74.100,0	10,0	0,6	0,00248	0,1840	0,0000	0,0000	0,1840
	Transporte de Relleno		74.100,0	10,0	0,6	0,10875	8,0584	0,0011	0,0001	8,1157
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		74.100,0	10,0	0,6	1,87926	139,2531	0,0188	0,0011	140,0710
	Transporte de Hormigón		74.100,0	10,0	0,6	0,32777	24,2876	0,0033	0,0002	24,4330
	Transporte de Acero		74.100,0	10,0	0,6	0,00376	0,2786	0,0000	0,0000	0,2786
	Transporte de Relleno		74.100,0	10,0	0,6	0,18892	13,9987	0,0019	0,0001	14,0784
Estación Lo Errázuriz aprobada	Transporte Excedente Excavación	No pavimentado	74.100,0	10,0	0,6	0,13857	10,2681	0,0014	0,0001	10,3338
	Transporte de Hormigón		74.100,0	10,0	0,6	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Acero		74.100,0	10,0	0,6	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		74.100,0	10,0	0,6	0,01273	0,9433	0,0001	0,0000	0,9461
Estación Lo Errázuriz modificada	Transporte Excedente Excavación		74.100,0	10,0	0,6	0,22533	16,6968	0,0023	0,0001	16,7877
	Transporte de Hormigón		74.100,0	10,0	0,6	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Acero		74.100,0	10,0	0,6	0,00000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transporte de Relleno		74.100,0	10,0	0,6	0,02229	1,6518	0,0002	0,0000	1,6574
Total Estación Lo Errázuriz aprobada							120,9390	0,0163	0,0010	121,6604
Total Estación Lo Errázuriz modificada							196,1666	0,0265	0,0015	197,3061
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)							75,2276	0,0102	0,0005	75,6457

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.5.2 Combustión de maquinaria

Factor de Emisión (FE):

Tabla 38. Factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para combustión de maquinaria

Fuente Factor de Emisión	FE (kg/TJ)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	74.100	10,0	0,6

Nivel de Actividad:

Para determinar el nivel de actividad por combustión de motores por maquinarias, es necesario estimar el consumo de combustible.

En la siguiente tabla se presenta el nivel de actividad por maquinaria.

Tabla 39. Nivel de actividad para maquinaria fuera de ruta

Proyecto	Maquinaria	Horas de operación (h/periodo)	Potencia (KW)	FC	TAF	CCi (g diésel/KWh) ¹¹	Nivel de Actividad (TJ/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Excavadora PC-200	718,79	110	0,8	1,01	255	0,70628
	Retroexcavadora	281,00	110	0,8	1,01	255	0,27611
	Rodillo Compactador	341,00	80	0,8	1,01	255	0,24368
	Camión mixer	762,48	254	0,8	1,01	250	1,69609
	Bomba hormigón	217,85	55	0,8	1,01	260	0,10913
Estación Lo Errázuriz modificada	Excavadora PC-200	1.168,97	110	0,8	1,01	255	1,14863
	Retroexcavadora	488,00	110	0,8	1,01	255	0,47951
	Rodillo Compactador	605,00	80	0,8	1,01	255	0,43234
	Camión mixer	1.208,04	254	0,8	1,01	250	2,68720
	Bomba hormigón	345,16	55	0,8	1,01	260	0,17290

Fuente: ModeloSimple 2026.

¹¹ Guía Metodológica Emisiones SEA 2025

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
	Página 38 de 54		

Emisión (E):

En la siguiente tabla se presentan las emisiones resultantes.

Tabla 40. Emisión CO₂, CH₄ y N₂O por combustión de maquinaria fuera de ruta

Proyecto	Maquinaria	FE (kgCO ₂ eq/m ³)			Nivel de Actividad (TJ/periodo)	Emisión (t GEI/periodo)			Emisión (tCO ₂ eq/periodo)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Estación Lo Errázuriz aprobada	Excavadora PC-200	74.100,00	10,00	0,60	0,70628	52,33555	0,00706	0,00042	52,64453
	Retroexcavadora	74.100,00	10,00	0,60	0,27611	20,45979	0,00276	0,00017	20,58212
	Rodillo Compactador	74.100,00	10,00	0,60	0,24368	18,05703	0,00244	0,00015	18,16510
	Camión mixer	74.100,00	10,00	0,60	1,69609	125,67991	0,01696	0,00102	126,42509
	Bomba hormigón	74.100,00	10,00	0,60	0,10913	8,08649	0,00109	0,00007	8,13556
Estación Lo Errázuriz modificada	Excavadora PC-200	74.100,00	10,00	0,60	1,14863	85,11344	0,01149	0,00069	85,61801
	Retroexcavadora	74.100,00	10,00	0,60	0,47951	35,53158	0,00480	0,00029	35,74283
	Rodillo Compactador	74.100,00	10,00	0,60	0,43234	32,03667	0,00432	0,00026	32,22653
	Camión mixer	74.100,00	10,00	0,60	2,68720	199,12140	0,02687	0,00161	200,30041
	Bomba hormigón	74.100,00	10,00	0,60	0,17290	12,81186	0,00173	0,00010	12,88680
Total Estación Lo Errázuriz aprobada						224,61877	0,03031	0,00183	225,95240
Total Estación Lo Errázuriz modificada						364,61495	0,04921	0,00295	366,77458
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)						139,99618	0,01890	0,00112	140,82218

Fuente: ModeloSimple 2026.

3.5.3 Combustión de grupos electrógenos

Factor de Emisión (FE):

Tabla 41. Factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para combustión de grupos electrógenos

Fuente Factor de Emisión	FE (kg/TJ)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Guía Metodológica Emisiones SEA 2025	74.100	10,0	0,6

Nivel de Actividad:

Para determinar el nivel de actividad por combustión de grupos electrógenos, es necesario estimar el consumo de combustible y la cantidad de energía generada.

En la siguiente tabla se presentan el nivel de actividad para grupos electrógenos.

Tabla 42. Nivel de actividad para grupos electrógenos

Proyecto	Equipo	Consumo combustible (kg combustible/periodo)	Poder calorífico (Kcal/kg)	NA: Cantidad de energía (TJ/periodo)
Estación Lo Errázuriz aprobada	Grupo electrógeno 175 kVA	2.918,90	10.355	0,12655
	Grupo electrógeno 40 kVA	1.651,64	10.355	0,07161
Estación Lo Errázuriz modificada	Grupo electrógeno 175 kVA	5.236,85	10.355	0,22704
	Grupo electrógeno 40 kVA	2.856,36	10.355	0,12384

Fuente: ModeloSimple 2026, en base a información de ingeniería del Proyecto.

Emisión (E):

En las siguientes tablas se presentan las emisiones resultantes.

Tabla 43. Emisión CO₂, CH₄ y N₂O por combustión para grupos electrógenos

Actividad	Fuente de Emisión	FE (kgCO ₂ eq/m ³)			NA: Cantidad de energía (TJ/periodo)	Emisión (t GEI/periodo)			Emisión (tCO ₂ eq/periodo)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Estación Lo Errázuriz aprobada	Grupo electrógeno 175 kVA	74.100	10,0	0,6	0,12655	9,3771	0,0013	0,0001	9,4400
	Grupo electrógeno 40 kVA	74.100	10,0	0,6	0,07161	5,3060	0,0007	0,0000	5,3256
Estación Lo Errázuriz modificada	Grupo electrógeno 175 kVA	74.100	10,0	0,6	0,22704	16,8237	0,0023	0,0001	16,9146
	Grupo electrógeno 40 kVA	74.100	10,0	0,6	0,12384	9,1762	0,0012	0,0001	9,2363
Total Estación Lo Errázuriz aprobada						14,6831	0,0020	0,0001	14,7656
Total Estación Lo Errázuriz modificada						25,9999	0,0035	0,0002	26,1509
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)						11,3168	0,0015	0,0001	11,3853

Fuente: ModeloSimple 2026

3.6 Resultados Emisiones Atmosféricas

A continuación, se presenta un resumen de las emisiones generadas por las actividades descritas anteriormente, tanto para la Estación Lo Errázuriz aprobada como modificada y la diferencia total.

En Apéndice B se adjuntan las planillas de cálculo.

3.6.1 Resultados emisiones de forzantes climáticos de vida corta (FCVC)

En la siguiente tabla se presentan las emisiones totales de forzantes climáticos de vida corta, por cada actividad emisora de la fase de construcción presentadas en el punto 3.4.

Tabla 44. Resumen Emisiones atmosféricas de MPS, MP10 y MP2.5 y gases, Estación Lo Errázuriz aprobada y modificada

Proyecto	Fuente de Emisión	Emisión (t/periodo)								
		MPS	MP10	MP2.5	NOx	SO ₂	NH ₃	CO	COV	BC
Estación Lo Errázuriz aprobada	Escarpe	0,0125	0,0038	0,0006						
	Excavaciones	0,5832	0,4375	0,2245						
	Transferencia de material	0,1120	0,0531	0,0080						
	Tránsito de vehículos en caminos pavimentados	3,4277	0,6579	0,1592						
	Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados	42,633	12,181	1,218						
	Combustión de vehículos	0,0054	0,0054	0,0054	0,5658	0,0011	0,0020	0,2154	0,1634	0,0041
	Combustión de maquinarias	0,0714	0,0714	0,0714	1,3702	0,0041	0,0011	0,7044	0,0905	0,0571
	Combustión de grupos electrógenos	0,0277	0,0277	0,0277	0,3952	0,0260	0,0000	0,0852	0,0323	0,0155
Total Estación Lo Errázuriz aprobada		46,8728	13,4379	1,7149	2,3312	0,0312	0,0031	1,0050	0,2862	0,0767
Estación Lo Errázuriz modificada	Escarpe	0,0220	0,0066	0,0010						
	Excavaciones	0,9486	0,7114	0,3650						
	Transferencia de material	0,1835	0,0868	0,0131						
	Tránsito de vehículos en caminos pavimentados	5,5548	1,0662	0,2579						
	Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados	69,7734	19,9358	1,9936						
	Combustión de vehículos	0,0088	0,0088	0,0088	0,9199	0,0018	0,0032	0,3509	0,2660	0,0065
	Combustión de maquinarias	0,1169	0,1169	0,1169	2,2235	0,0068	0,0019	1,1428	0,1467	0,0934
	Combustión de grupos electrógenos	0,0451	0,0451	0,0451	0,6422	0,0422	0,0000	0,1384	0,0525	0,0252
Total Estación Lo Errázuriz modificada		76,6531	21,9776	2,8014	3,7856	0,0508	0,0051	1,6321	0,4652	0,1251
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)		29,7803	8,5396	1,0865	1,4544	0,0196	0,0020	0,6271	0,1790	0,0484

Fuente: ModeloSimple 2026.

Tal como se observa en la tabla anterior, el incremento (diferencia positiva) en emisiones de material particulado respirable MP10, producto de las modificaciones asociadas a la presente Consulta de Pertinencia es de 8,54 toneladas para la fase de construcción de la Estación Lo Errázuriz. En cuanto al incremento de emisiones de óxidos de nitrógeno NOx corresponde a 1,45 toneladas totales.

3.6.2 Resultados emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

En la siguiente tabla se presentan las emisiones totales de gases de efecto invernadero, por cada actividad emisora de la fase de construcción presentadas en el punto 3.5.

Tabla 45. Resumen Emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero, Estación Lo Errázuriz aprobada y modificada

Proyecto	Fuente de Emisión	Emisión (t GEI/periodo)			Emisión (tCO ₂ eq/periodo)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Estación Lo Errázuriz aprobada	Combustión de vehículos	120,9390	0,0163	0,0010	120,9563
	Combustión de maquinarias	224,6188	0,0303	0,0018	224,6509
	Combustión de grupos electrógenos	14,6831	0,0020	0,0001	14,6852
Total Estación Lo Errázuriz aprobada		360,2409	0,0486	0,0029	360,2924
Estación Lo Errázuriz modificada	Combustión de vehículos	196,1666	0,0265	0,0015	196,1946
	Combustión de maquinarias	364,6150	0,0492	0,0030	364,6671
	Combustión de grupos electrógenos	25,9999	0,0035	0,0002	26,0036
Total Estación Lo Errázuriz modificada		586,7815	0,0792	0,0047	586,8653
Diferencia (Estación Lo Errázuriz modificada – Estación Lo Errázuriz aprobada)		226,5406	0,0306	0,0017	226,5729

Fuente: ModeloSimple 2026.

Tal como se observa en la tabla anterior el incremento en emisiones de CO₂ equivalente corresponde a 226,57 tCO₂ equivalente totales.

3.6.3 Incremento en emisiones atmosféricas Estación Lo Errázuriz

En la siguiente tabla se presenta el incremento (diferencia positiva) que implica la modificación del proyecto aprobado por cada actividad que genera emisiones atmosféricas en la fase de construcción de la Estación Lo Errázuriz. Dichas emisiones se separan en emisiones generadas por resuspensión y por combustión.

Tabla 46. Incremento en emisiones atmosféricas producto de la modificación de la Estación Lo Errázuriz

Tipo de emisión	Fuente de Emisión	Emisión (t/periodo)								
		MPS	MP10	MP2.5	NO _x	SO ₂	NH ₃	CO	COV	BC
Resuspensión	Escarpe	0,0095	0,0028	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Excavaciones	0,3654	0,2739	0,1405	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Transferencia de material	0,0715	0,0337	0,0051	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Tránsito de vehículos en caminos pavimentados	2,1271	0,4083	0,0987	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Tránsito de vehículos en caminos no pavimentados	27,1405	7,7546	0,7755	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total resuspensión		29,7140	8,4733	1,0202	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Combustión	Combustión de vehículos	0,0034	0,0034	0,0034	0,3541	0,0007	0,0012	0,1355	0,1026	0,0024
	Combustión de maquinarias	0,0455	0,0455	0,0455	0,8533	0,0027	0,0008	0,4384	0,0562	0,0363
	Combustión de grupos electrógenos	0,0174	0,0174	0,0174	0,2470	0,0162	0,0000	0,0532	0,0202	0,0097
Total combustión		0,0663	0,0663	0,0663	1,4544	0,0196	0,0020	0,6271	0,1790	0,0484

Fuente: ModeloSimple 2026.

En la siguiente tabla se presenta un resumen por año del incremento de las emisiones generadas, de acuerdo con el cronograma de construcción de la Estación Lo Errázuriz.

Tabla 47. Incremento en emisiones atmosféricas producto de la modificación en la Estación Lo Errázuriz, según cronograma de construcción

Fuente de Emisión	Emisión (t/año)								
	MPS	MP10	MP2.5	NOx	SO ₂	NH ₃	CO	COV	BC
Incremento Año 2	18,81	5,39	0,69	0,92	0,01	0,00	0,40	0,11	0,03
Incremento Año 3	10,97	3,15	0,40	0,54	0,01	0,00	0,23	0,07	0,02

Fuente: ModeloSimple 2026.

Finalmente, en la siguiente tabla se presenta el incremento de material particulado respirable MP10 por tipo de emisión y por año de construcción de la Estación Lo Errázuriz.

Tabla 48. Incremento en emisiones atmosféricas de MP10 producto de la modificación en La Estación Lo Errázuriz, según cronograma de construcción

Tipo de emisión	Emisión total MP10 (t/periodo)	Emisión MP10 (t/año)				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
MP10 Resuspensión	8,47	0,00	5,35	3,12	0,00	0,00
MP10 Combustión	0,07	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00

Fuente: ModeloSimple 2026.

4 Evaluación del cumplimiento normativo de las emisiones en zona declarada saturada y/o latente

Conforme al artículo 64 del D.S. N°31/2016 del MMA, que aprueba el PPDA de la Región Metropolitana que rige actualmente, los proyectos ingresados al SEIA previo entrada en vigencia de dicho decreto deberán seguir rigiéndose por las reglas de compensación de emisiones establecidas en el D.S. N° 66/2009 de MINSEGPRES (PPDA anterior), Dado que el proyecto original se ingresó al SEA el 17 de diciembre de 2015, antes de la promulgación del D.S. N°31/2016, fue calificado ambientalmente y aprobado su programa de compensación bajo el PPDA anterior. Por lo anterior, la compensación por 150% de las emisiones cuando se superen los siguientes límites (no el 120% como indica el PPDA vigente):

Tabla 49 *Limites de emisión total anual establecidos por D.S. N° 66, de 2009 (PPDA anterior)*

Contaminante	Emisión Máxima (t/año)
MP10	2,5
NO _x	8

Fuente: ModeloSimple 2026.

En función de lo anterior, en la Tabla 50 se presenta una comparativa entre las emisiones totales generadas por el proyecto original aprobado mediante RCA N°286/2019, y aquellas resultantes de las distintas modificaciones evaluadas para el Proyecto Tren Alameda–Melipilla.

Para ello, adicionalmente al análisis anterior asociado a la modificación de la Estación Lo Errazuriz, se consideran las emisiones aprobadas en la segunda consulta de pertinencia “Modificaciones Tren Alameda – Melipilla”, la cual evaluó modificaciones en algunas de las obras temporales del proyecto, documento que fue resuelto mediante Resolución Exenta N°20251310159 de fecha 30 de enero de 2025. Dicha consulta determinó un incremento de emisiones respecto del proyecto original aprobado, actualizando el inventario de emisiones del Proyecto Tren Alameda–Melipilla. Por este motivo, constituye el último escenario de emisiones aprobado para el proyecto previo a la presente modificación y es la base de comparación para determinar el aporte neto de la presente Consulta de Pertinencia.

En este contexto, el escenario denominado “Proyecto Modificado” corresponde al incremento de emisiones asociado a la modificación de la Estación Lo Errázuriz evaluada en la presente Consulta de Pertinencia respecto del proyecto actualizado por la Resolución Exenta N°20251310159, con el objetivo de cuantificar su aporte neto.

En la Tabla 50 se presenta la comparación entre las emisiones aprobadas del Proyecto original, las emisiones totales actualizadas por la Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025 y las resultantes de incorporar la modificación a la Estación Lo Errazuriz. Se observa que el aporte neto de la presente modificación es positivo tanto para MP10 como para NO_x, lo que implica que las emisiones aumentan respecto de la última actualización aprobada del proyecto (R.E. N°20251310159/2025).

Tabla 50 Comparación de emisiones con proyecto aprobado por RCA y con modificación de proyecto

Comparación proyecto		Contaminante	Ton/año					
			Límite PPDA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Emisiones MP10	Aprobado RCA N°286/2019	MP10 aprobado	2,50	39,27	50,81	45,23	62,70	20,17
	Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025	MP10 aprobado ¹²		44,00	50,96	45,63	62,86	20,33
	Proyecto Modificado	MP10 modificado ¹³		44,00	56,35	48,78	62,86	20,33
	Aporte neto del proyecto modificado	ΔMP10		0,00	5,39	3,15	0,00	0,00
Emisiones Nox	Aprobado RCA N°286/2019	NOx aprobado	8,00	18,53	25,16	22,35	98,00	6,53
	Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025	NOx aprobado ¹⁴		67,71	26,48	23,67	99,33	7,86
	Proyecto Modificado	NOx modificado ¹⁵		67,71	27,40	24,21	99,33	7,86
	Aporte neto del proyecto modificado	ΔNOx		0,00	0,92	0,54	0,00	0,00

Fuente: ModeloSimple 2026.

Cabe señalar, que las emisiones desde el proyecto original ya se encontraban por sobre los límites que obligan a compensar, 2,5 t/año para MP10 y 8 t/año para Nox. Para el MP10, se exceden los límites de compensación durante los 5 años de construcción, tanto en el proyecto original como en el escenario actualizado por las modificaciones. En cuanto al NOx, las emisiones superan los límites en ambos casos hasta el cuarto año de construcción.

La superación de los límites presentada anteriormente ya obligaba a compensar las emisiones de MP10 y NOx generadas por el proyecto original, conforme a lo declarado en la RCA N°286/2019. Como resultado, mediante la RES. EX. N°6326/2025, la SEREMI MA de la RM aprobó el Programa de Compensación de Emisiones (PCE) asociado al proyecto original, que se comprometía a compensar en función del MP10 equivalente. Cabe destacar que el MP10 equivalente incluye tanto el MP10 generado directamente por las fuentes de emisión (contaminante primario), como aquel generado por la reacción de NOx en la atmósfera (contaminante secundario). Por lo que, para obtener este último, se multiplicó la cantidad de NOx generado por el factor de conversión indicado en el PPDA, que corresponde a 0,11757.

Para calcular la cantidad de toneladas anuales a compensar indicadas en la Tabla 51, primero se obtuvo el promedio de las emisiones emitidas durante los años en que se superaron los límites: 5 años para el MP10 y 4 años para el

¹² Considera las emisiones aprobadas en RCA N°286/2019 más el incremento aprobado de la Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025.

¹³ Considera las emisiones aprobadas en RCA N°286/2019 con el incremento aprobado de la Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025 más las emisiones del proyecto modificado.

¹⁴ Considera las emisiones aprobadas en RCA N°286/2019 más el incremento aprobado de la Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025.

¹⁵ Considera las emisiones aprobadas en RCA N°286/2019 con el incremento aprobado de la Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025 más las emisiones del proyecto modificado.

	GRUPO EFE		Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla		Versión: 1	20/07/2026
			Página 45 de 54	

NOx. Con base en esos promedios, se determinó la cantidad a compensar para MP10 y NOx aplicando el 150% exigido en el D.S. N° 66/2009 de MINSEGPRES.

Para el caso del proyecto original aprobado mediante RCA N°286/2019, la compensación total corresponde a 72,69 toneladas al año. Este valor considera 65,45 toneladas anuales a compensar de MP10, el cual se desglosa en el generado directamente por resuspensión y el proveniente directamente de la combustión (65,15 t/año y 0,30 t/año, respectivamente). A su vez, para el NOx se obtuvo un promedio de 61,52 toneladas anuales, el cual se transformó utilizando el factor de conversión, resultando en 7,24 toneladas anuales a compensar de MP10 equivalente derivado de la combustión.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Anexo 4 de la Consulta de Pertinencia aprobada mediante R.E. N°20251310159/2025, se determinó que la compensación total actualizada corresponde a 76,71 toneladas al año. Este valor considera 67,13 toneladas anuales a compensar de MP10, el cual se conforma por 65,43 t/año generado directamente por resuspensión y 1,70 t/año directamente de la combustión, mientras que, para el promedio de NOx, y aplicando la equivalencia, se determinó una compensación requerida de 9,58 toneladas anuales de MP10 equivalente derivado de la combustión.

Finalmente, al incorporar el incremento de emisiones asociado a la modificación de la Estación Lo Errázuriz evaluada en la presente Consulta de Pertinencia sobre el escenario de emisiones previamente actualizado mediante la R.E. N°20251310159/2025, la compensación total corresponde a 79,33 toneladas al año. Este valor considera 69,70 toneladas anuales totales a compensar de MP10 por el proyecto, conformado por 67,97 t/año generado directamente por resuspensión y 1,72 t/año directamente de la combustión, mientras que, para el promedio de NOx, y aplicando la equivalencia, se determinó una compensación requerida de 9,64 toneladas anuales de MP10 equivalente derivado de la combustión.

Tabla 51 Comparación de la compensación aprobada por la RCA y la requerida por el Proyecto Modificado

Contaminante a compensar		Unidad	Compensación total aprobada (RCA N°286/2019)	Compensación total requerida R.E. N°20251310159/2025	Compensación total requerida por el Proyecto Modificado	Delta de compensación requerida por el Proyecto Modificado ¹⁶
MP10	MP10 resuspensión 150%	ton/año	65,15	65,43	67,97	2,54
	MP10 combustión 150%		0,3	1,70	1,72	0,02
NOx	MP10 equivalente (NOx) 150%		7,24	9,58	9,64	0,06
Total de compensación						
MP10eq Total 150%		ton/año	72,69	76,71	79,33	2,62

Fuente: ModeloSimple 2026.

¹⁶ Corresponde al incremento de compensación generado por la presente Consulta de Pertinencia, calculado como la diferencia entre la compensación total requerida para el proyecto que incorpora la modificación de la Estación Lo Errázuriz y la compensación total requerida para el escenario aprobado mediante R.E. N°20251310159/2025.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 46 de 54	

Bajo la modificación de la Estación Lo Errazuriz, la obligación de compensar emisiones aumenta en 2,62 toneladas anuales adicionales, respecto de las indicadas en la Consulta de Pertinencia con R.E. N°20251310159/2025, lo que representa aproximadamente un 3,45%, evidenciando un aporte marginal respecto de las emisiones globales del proyecto ya evaluadas ambientalmente.

Dado que las medidas de compensación se determinan según el origen de las emisiones, se debe considerar una compensación adicional de 2,54 t/año en las medidas asociadas a MP10 provenientes de la resuspensión directa. Mientras que, para las medidas relacionadas con el MP10eq, se deben incluir aquellas emisiones directas de MP10 generadas por la combustión, y aquellas que se forman de manera secundaria en la atmósfera a partir del NOx emitido, resultando en una obligación de compensar 0,08 t/año adicionales para este tipo de medidas.

En consecuencia, la presente modificación mantiene la obligación de compensar emisiones ya existentes para el proyecto, requiriendo únicamente un ajuste cuantitativo del PCE aprobado mediante Res. Ex. N°6326/2025, sin implicar cambios en el mecanismo de compensación. Dicha actualización se desarrolla en el Capítulo 5.

5 Actualización del programa de compensación de emisiones

5.1 Situación actual del PCE

Tal como fue indicado anteriormente, ya el proyecto original aprobado mediante RCA N°286/2019 superaba los valores que obligaban a compensar emisiones de MP10 y NOx. En este contexto, el Programa de Compensación de Emisiones aprobado mediante Resolución Exenta N°121/2020 contempló medidas de compensación para las emisiones de MP10 por resuspensión, MP10 por combustión y NOx. En particular, las medidas de compensación aprobadas correspondieron a las siguientes:

- **MP10 por resuspensión:** para compensar 65,15 t/año se contempló la pavimentación de 400 m de la calle El Cerro, en la comuna de Renca, medida que permitía reducir 71,43 t/año y generaba un excedente de compensación de 6,28 t/año.
- **MP10 por combustión:** para compensar 0,30 t/año se contempló la sustitución de 5 calefactores a leña por sistemas eléctricos de alta eficiencia, permitiendo una reducción de 0,33 t/año y generando un excedente de 0,03 t/año.
- **NOx:** para compensar 61,52 t/año de NOx, equivalentes a 7,24 t/año de MP10 equivalente, se contempló la sustitución de 110 calefactores, alcanzando una reducción de 7,26 t/año de MP10 equivalente y generando un excedente adicional de 0,02 t/año.

En consecuencia, las medidas aprobadas permitían compensar la totalidad de las emisiones exigidas para el proyecto original y generaban excedentes de compensación

Posteriormente dicho PCE fue actualizado mediante RES. EX. N°6326/2025, en el cual se modificó el mecanismo de compensación de emisiones asociada a MP10 por resuspensión, reemplazando la medida de “pavimentación de calles” por “mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación”. En dicho contexto, se estableció la compensación de 65,15 t/año de MP10 por resuspensión mediante la mantención de 140,07 hectáreas de masas de vegetación durante un período de cinco años, dentro del Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata. Como resultado de esta modificación, el excedente de compensación de 6,28 t/año asociado a la pavimentación de la calle El Cerro dejó de estar disponible, manteniéndose únicamente la compensación necesaria para cubrir el requerimiento original de 65,15 t/año.

En resumen, la Tabla 52 presenta el estado vigente de las medidas de compensación aprobadas para el proyecto original, en el cual la mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación y la sustitución de 115 calefactores a leña, permitían cumplir con los requerimientos de compensación de MP10 y NOx, generando incluso excedentes.

Tabla 52 Resumen medidas de compensación del PCE aprobado en el proyecto original

Contaminante		Requerimiento de compensación (RCA N°286/2019) (t/año)	Medida de compensación (RCA N°286/2019)	Emisión anual reducida (t/año) (RCA N°286/2019)	Excedente de compensación (t/año) (RCA N°286/2019)
MP10	MP10 resuspensión	65,15	Mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación	65,15	0,00

Contaminante		Requerimiento de compensación (RCA N°286/2019) (t/año)	Medida de compensación (RCA N°286/2019)	Emisión anual reducida (t/año) (RCA N°286/2019)	Excedente de compensación (t/año) (RCA N°286/2019)
	MP10 combustión	0,30	Sustitución de 5 calefactores	0,33	0,03
NOx	MP10 equivalente (NOx)	7,24	Sustitución de 110 calefactores	7,26	0,02
Total		72,69	-	72,74	0,05

Fuente: ModeloSimple 2026.

Dado que la última actualización del Programa de Compensación de Emisiones, aprobada mediante Resolución Exenta N°6326/2025, se pronunció únicamente respecto de la modificación de la medida de compensación asociada al MP10 por resuspensión del proyecto original, los incrementos de emisiones aprobados posteriormente mediante la Consulta de Pertinencia resuelta por R.E. N°20251310159/2025 no se encuentran incorporados en dicho PCE actualizado.

En consecuencia, para efectos de determinar la compensación adicional que deberá ser considerada en una futura actualización del PCE, resulta necesario distinguir entre:

- El delta de compensación asociado a la Consulta de Pertinencia aprobada mediante R.E. N°20251310159/2025; corresponde a 4,02 t/año adicionales de MP10 equivalente.
- El delta de compensación asociado exclusivamente a la presente modificación de la Estación Lo Errázuriz; corresponde a **2,62 t/año** adicionales de MP10 equivalente, y constituye el objeto específico de la presente Consulta de Pertinencia.

En base a lo anterior el proyecto requiere una compensación adicional a la ya aprobada que cubra el incremento generado por las emisiones aprobadas en la Consulta del Pertinencia (R.E. N°20251310159/2025) y las emisiones generadas por la presente modificación asociada a la obra Estación Lo Errázuriz.

Tabla 53 Requerimiento de compensación adicional por la Modificación del Proyecto

Contaminante		Excedente de compensación Proyecto Original (RCA N°286/2019) (t/año)	Delta de compensación requerida Consulta de Pertinencia (R.E. N°20251310159/2025) (t/año)	Delta de compensación requerida por Proyecto Modificado	Compensación adicional total requerida (t/año)
MP10	MP10 resuspensión	0,00	0,28	2,54	2,82
	MP10 combustión	0,03	1,40	0,02	1,39
NOx	MP10 equivalente (NOx)	0,02	2,34	0,06	2,39
Total		0,05	4,02¹⁷	2,62	6,64

Fuente: ModeloSimple 2026.

¹⁷ Si bien este delta no forma parte de las emisiones evaluadas en la presente Consulta de Pertinencia, éste debe considerarse para efectos de la actualización integral del Programa de Compensación de Emisiones, toda vez que dicho incremento de emisiones aún no se encuentra incorporado en un PCE aprobado.

De esta forma la medida asociada tanto a la mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación y al recambio de calefactores aprobada en el proyecto original deben ser actualizadas, tal como se indica a continuación.

5.2 Mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación

La compensación adicional total asociada a MP10 por resuspensión considera lo siguiente:

- El delta de compensación requerido por la Consulta de Pertinencia (R.E. N°20251310159/2025) correspondiente a 0,28 t/año de MP10 implica un aumento de 0,60 hectáreas¹⁸ de mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación.
- El delta de compensación requerido por el Proyecto Modificado en la Estación Lo Errázuriz correspondiente a 2,54 t/año de MP10 implica un aumento de 5,46 hectáreas de mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación.

Lo anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla 54 Requerimiento de compensación adicional: Mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación

Contaminante		Origen	Mecanismo de compensación	Compensación adicional requerida (t/año)	Factor equivalencia (ha/año)	Superficie adicional requerida (ha)
MP10	MP10 resuspensión	R.E. N°20251310159/2025	Mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación	0,28	2,15	0,60
MP10	MP10 resuspensión	Proyecto Modificado	Mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación	2,54	2,15	5,46
MP10	MP10 resuspensión	Total actualización PCE	Mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación	2,82	2,15	6,06

Fuente: ModeloSimple 2026.

5.3 Recambio de calefactores

La compensación adicional total asociada a MP10 por combustión considera lo siguiente:

- El delta de compensación requerido por la Consulta de Pertinencia (R.E. N°20251310159/2025) correspondiente a 1,37 t/año de MP10 por combustión directa (restando el excedente de 0,03 t/año de compensación adicional por el Proyecto Original), implica el recambio de 21 calefactores, mientras que el delta de compensación de 2,32 t/año de MP10 equivalente derivado del NOx (restando el excedente de 0,02 t/año de compensación adicional por el Proyecto Original) implica el recambio de 36 calefactores.

¹⁸ El cálculo considera la aplicación del factor de conversión de 2,15 hectáreas por tonelada anual de MP10 emitido, de acuerdo con lo indicado en el punto 3 Lineamientos metodologías y criterios para implementar un PCE de la Guía para Desarrollar Programas de Compensación de Emisiones (PCE) por MP10, en Áreas Verdes y Masas de Vegetación, en la Región Metropolitana de Santiago (RMS) de la SEREMI del Medio Ambiente.

- El delta de compensación requerido por el Proyecto Modificado correspondiente a 0,02 t/año de MP10 por combustión directa implica el recambio de 1 calefactor, mientras que el delta de compensación de 0,06 t/año de MP10 equivalente derivado del NOx implica el recambio de 1 calefactor.

Lo anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla 55 Requerimiento de compensación adicional: Recambio de calefactores

Contaminante		Origen	Mecanismo de compensación	Compensación adicional requerida (t/año)	Reducción emisión anual equivalente a 4 años MP10 combustión por calefactor	Recambio calefactores adicional requerido
MP10	MP10 combustión	R.E. N°20251310159/2025	Recambio de calefactores	1,37	0,066	21
		Proyecto Modificado		0,02	0,066	1
MP10	MP10 combustión	Total actualización PCE	Recambio de calefactores	1,39	0,066	22
NOx	MP10 equivalente (NOx)	R.E. N°20251310159/2025	Recambio de calefactores	2,32	0,066	36
		Proyecto Modificado		0,06	0,066	1
NOx	MP10 equivalente (NOx)	Total actualización PCE	Recambio de calefactores	2,39	0,066	37

Fuente: ModeloSimple 2026.

Por tanto, para abordar el incremento de emisiones asociado a la presente modificación de la Estación Lo Errázuriz, **el PCE aprobado mediante Res. Ex. N°6326/2025 requiere actualizarse en 5,46 ha/año adicionales de mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación y en 2 calefactores adicionales a sustituir.** Estas medidas mantienen los mismos mecanismos de compensación ya aprobados por la SEREMI MA, constituyendo un ajuste cuantitativo tramitable de forma sectorial y no una modificación del mecanismo de compensación vigente.

De esta forma, el Plan de Compensación de Emisiones deberá ser actualizado y tramitado de forma sectorial, con la SEREMI de Medio Ambiente, lo cual corresponde a una obligación normativa, cuyo cumplimiento permite descartar que la modificación del Proyecto suponga un cambio de consideración respecto al impacto a la salud de la población por riesgo preexistente.

Sin perjuicio de lo anterior, el delta pendiente asociado a la Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025 deberá ser igualmente incorporado en la futura actualización del PCE.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 51 de 54	

6 Medidas de control y/o acciones preventivas

Si bien el Proyecto considera la compensación de sus emisiones, adicionalmente se consideran las mismas medidas preventivas y de control indicadas en la RCA N°286/2019, con el fin de controlar las emisiones vinculadas a las fases de construcción, el Titular aplicará las siguientes medidas de control y de minimización de impactos provenientes de las actividades susceptibles de afectar la calidad del aire:

- Transportar materiales de excavación en camiones encarpados con lona sujeta a la carrocería.
- Efectuar las faenas de corte y pulido de materiales (ladrillo y otros) en recintos cerrados.
- Mantener cubiertos con lona u otro material los materiales que puedan desprender polvo.
- Utilizar vehículos y maquinas con sus revisiones técnicas vigentes.
- Instalar mallas en el entorno de la obra para retener el polvo fugitivo e impedir la caída de material al exterior del recinto del proyecto.

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errázuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 52 de 54	

7 Conclusiones

De acuerdo con los resultados de la estimación de emisiones, la modificación evaluada en la presente Consulta de Pertinencia corresponde exclusivamente a ajustes de diseño de la Estación Lo Errázuriz desarrollados íntegramente dentro de la faja vía evaluada ambientalmente en el Proyecto original aprobado mediante RCA N°286/2019. El incremento de emisiones identificado se asocia principalmente al aumento del volumen de excavación y, consecuentemente, al mayor tránsito de vehículos con excedentes de excavación hacia el botadero autorizado, generando un aumento en las emisiones de material particulado por resuspensión, sin incorporar nuevas tipologías de fuentes emisoras respecto de las ya evaluadas.

El aporte neto de emisiones asociado exclusivamente a la presente modificación corresponde a **2,62 t/año de MP10 equivalente**, desglosados en 2,54 t/año de MP10 por resuspensión y 0,08 t/año de MP10 por combustión directa y proveniente de las emisiones de NOx (MP10 equivalente). Este incremento representa aproximadamente un **3,4 % respecto de la tasa de emisiones a compensar del escenario vigente aprobado** (Consulta de Pertinencia R.E. N°20251310159/2025), lo que evidencia un aporte marginal respecto de las emisiones globales del proyecto ya evaluadas ambientalmente.

Considerando que el proyecto original (RCA N°286/2019) ya estaba obligado a compensar sus emisiones y contaba con un Plan de Compensación de Emisiones (PCE) aprobado por la SEREMI MA de la Región Metropolitana, al analizar este aumento en las emisiones, se concluye que las medidas de compensación aprobadas no serían suficientes para cubrir la totalidad del incremento generado por la modificación en la Estación Lo Errázuriz.

Por lo tanto, para abordar el incremento de las emisiones, se deberá actualizar el PCE aprobado mediante RES. EX. N°6326/2025, **umentando** por una parte la superficie de mantención de áreas verdes y/o masas de vegetación en **5,46 ha/año a lo ya aprobado** correspondiente a 140,07 ha/año, resultando en un total de 145,53 ha/año para cubrir el incremento en emisiones de MP10 por resuspensión, y por otra el número de **calefactores a sustituir en 2** a los ya 115 calefactores aprobados, resultando en un total de 117 calefactores para cubrir el incremento en emisiones de MP10 por combustión.

Es relevante destacar que el aumento en las emisiones es acotado en el tiempo, principalmente asociado al periodo comprendido entre el inicio del año 2 y mediados del año 3 de construcción, reduciéndose de forma importante luego de ello, por lo que representa un menor tiempo de exposición, que en conjunto con garantizar el cumplimiento de la obligación de compensar, permite argumentar que los cambios no implican un aumento en riesgo preexistente por la condición de zona saturada de la Región Metropolitana, y por lo tanto, no representan una modificación sustantiva del impacto respecto de lo evaluado y aprobado en la RCA N°286/2019.

Por último, es importante señalar que, para abordar integralmente el incremento de emisiones y actualizar el PCE, también deberá considerarse el delta generado por la Consulta de Pertinencia aprobada mediante R.E. N°20251310159/2025, el cual no forma parte de la presente Consulta de Pertinencia, pero aún no se encuentra incorporado en el PCE vigente y, por tanto, deberá ser considerado en una futura actualización del programa

	GRUPO EFE	Código	GEP-EJ-DPGTAM-OT168-CDP-INF-0002
	Consulta de Pertinencia de Ingreso al SEIA por Mejoras a la Estación Lo Errazuriz del Proyecto Tren Alameda Melipilla	Versión: 1	20/07/2026
		Página 53 de 54	

8 Referencias Bibliográficas

Servicio de Evaluación Ambiental, “Guía metodológica para la estimación y reporte de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta” (primera edición, 2025).

Environmental Protection Agency of United States. “AP 42, Fifth Edition, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, United States”. (AP-42).

Anexo 3-EMI-1 de la Adenda del Estudio de Impacto Ambiental “Tren Alameda Melipilla”.

Anexo 4 Consulta de Pertinencia “Modificaciones Proyecto Tren Alameda Melipilla”.

Resolución Exenta N°121/2020 Aprueba Programa de Compensación de Emisiones de MP10 y NOx del Proyecto “Tren Alameda Melipilla”, RCA N°286/2019.

Resolución Exenta N°6326/2025 Deja sin efecto Res. Ex. 3268/2025 y Aprueba Nueva Modificación de Programa de Compensación de Emisiones de MP10 del Proyecto “Tren Alameda Melipilla” RCA N°286/2019.