ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO

“PARQUE HÍBRIDO EÓLICO, SOLAR Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA LAS QUINTAS (PHLQ)”

ANEXO 5. PROGRAMA PRELIMINAR COMPENSACIÓN DE EMISIONES

2026

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

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
2. PROGRAMA PRELIMINAR DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES 2
2.1. ESTIMACIÓN ANUAL DE LAS EMISIONES DEL PROYECTO 2
2.1.1. Emisiones a Compensar 4
2.2. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN PRELIMINARES 6
2.2.1. Medidas de Compensación de Emisiones por Combustión 6
2.2.2. Medidas de Compensación de Emisiones por Resuspensión 7
2.2.2.1. Mantención y Generación de Áreas Verdes y Masas de Vegetación 7
2.3. PLAN DE SEGUIMIENTO DE LA COMPENSACIÓN DE EMISIONES 8
2.4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE COMPENSACIÓN 8
3. CONCLUSIONES 9
4. REFERENCIAS 10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de emisión máxima para proyectos PPDA Región Metropolitana 1
Tabla 2. Identificación del titular y representante legal 2
Tabla 3. Emisiones del Proyecto – PPDA región Metropolitana 3
Tabla 4. Factores de conversión 5
Tabla 5. Material particulado equivalente – PPDA región Metropolitana 5
Tabla 6. Emisiones de MP10 equivalente a compensar por el Proyecto por tipo de fuente 6
Tabla 7. Resumen cumplimiento de criterios de mecanismos de compensación: Recambio de calefactores 7

1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)" (en adelante el Proyecto o PHLQ indistintamente), corresponde a un parque de energías renovables, que combina energía eólica y solar, además de un sistema de almacenamiento de energía. Este se emplazará en las comunas de San Pedro y Litueche, de la Región Metropolitana y Libertado Bernardo O'Higgins respectivamente.

En este sentido, según el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica Para la Región Metropolitana de Santiago (PPDA en adelante), en el Artículo 64 se especifica que obliga a compensar sus emisiones totales anuales, directas e indirectas, a aquellos proyectos o actividades nuevas y las modificaciones de los proyectos existentes, que en cualquiera de sus etapas generen un aumento sobre la situación base, en valores iguales o superiores a los que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Límites de emisión máxima para proyectos PPDA Región Metropolitana

Contaminante	Emisión máxima [ton/año]
MP10	2,5
MP2,5	2,0
NOx	8
SO_2	10

Fuente: Tabla VI-14, Artículo 64 del D.S N°31/2017 del Ministerio del Medio Ambiente.

De acuerdo con los resultados de la estimación de emisiones atmosféricas desarrolladas para todas las fases del Proyecto, adjuntas en el Capítulo 3.1.1.5, el Proyecto superará los valores indicados en la tabla anterior, por cuanto deberá compensar sus emisiones en un 120%, con base a las emisiones de MP10 y MP2,5. En relación a lo anterior, el presente documento entrega los contenidos preliminares del Programa de Compensación de Emisiones del Proyecto (PCE), con base en los artículos 63 y 64 del PPDA de la RM.

A continuación, se presentan los antecedentes del Titular y representante legal del Proyecto.

Tabla 2. Identificación del titular y representante legal

Titular	
Nombre del Titular	PLAN 8 Energía Infinita Ltda.
RUT	76.053.047-6
Domicilio	Calle Limache 1724, oficina. 908
Comuna	Viña del Mar
Región	Valparaíso
Correo electrónico	claudio.cortes@plan-8.de
Representante Legal	
Nombre del Titular	Claudio Enrique Cortés Bustos
RUT	14.313.494-6
Domicilio	Calle Limache 1724, oficina. 908.
Comuna	Viña del Mar
Región	Valparaíso
Correo electrónico	claudio.cortes@plan-8.de

2. PROGRAMA PRELIMINAR DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES

2.1. Estimación Anual de las Emisiones del Proyecto

Las emisiones atmosféricas del Proyecto se estimaron en función de los factores de emisión propuestos en la "Guía para la Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana" (versión de octubre de 2020), elaborada por la SEREMI del Medio Ambiente de la RM. La guía se basa en la metodología internacional propuesta tanto por EPA, en su documento AP.42[1] como en la metodología del inventario europeo de emisiones EMEP/EEA[2].

A continuación, se presenta el resumen de los resultados de la estimación de emisiones atmosféricas que se encuentran dentro de la región Metropolitana, para todas las fases del Proyecto, según su fuente emisora. El detalle de los cálculos y la metodología se presenta directamente en el Capítulo 3.1.1.5 Estimación de Emisiones Atmosféricas.

[1] AP-42, Compilation of Air Emissions Factors, EPA, disponible en: https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors
[2] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, disponible en: https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019

Tabla 3. Emisiones del Proyecto – PPDA región Metropolitana

Fase	Fuente	Emisiones (ton/año)					
		SO2	NOX	CO	MP2,5	MP10	MP30
Construcción Año 1	Excavación	0,00000	0,00000	0,00000	0,09651	0,13696	0.91913
	Escarpe	0,00000	0,00000	0,00000	0,13664	0,91093	0.91093
	Nivelación	0,00000	0,00000	0,00000	0,01129	0,10655	0.36405
	Compactación	0,00000	0,00000	0,00000	0,00603	0,00856	0.05747
	Carga	0,00000	0,00000	0,00000	0,00712	0,04702	0.09941
	Descarga	0,00000	0,00000	0,00000	0,00187	0,01238	0.02617
	Erosión eólica	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	Tránsito camino no pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	0,33942	3,39427	11.08794
	Tránsito camino pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	2,54693	10,52734	54.84400
	Combustión tránsito camino no pavimentado	0,00025	0,08884	0,00410	0,00090	0,00090	0.00090
	Combustión tránsito camino pavimentado	0,01713	5,88966	0,29335	0,06049	0,06049	0.06049
	Motor maquinaria	0,02592	5,89112	4,38719	0,39913	0,39913	0.39913
	GE	2,57192	39,11114	8,42520	2,74927	2,74927	2.74927
Construcción Año 2	Excavación	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Escarpe	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Nivelación	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Compactación	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Carga	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Descarga	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Erosión eólica	0,00000	0,00000	0,00000	0,02582	0,16854	0,33602
	Tránsito camino no pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	0,33787	3,37865	11.03691
	Tránsito camino pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	2,54710	10,52800	54.84747
	Combustión tránsito camino no pavimentado	0,00025	0,08843	0,00409	0,00090	0,00090	0.00090
	Combustión tránsito camino pavimentado	0,01711	5,88302	0,29312	0,06045	0,06045	0.06045
	Motor maquinaria	0,02592	5,89112	4,38719	0,39914	0,39914	0.39914
	GE	1,77775	27,03429	5,82364	1,90034	1,90034	1.90034
Operación año	Motor Maquinaria	0,00032	0,08079	0,07199	0,00706	0,00706	0.00706
	GE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Erosión eólica	0,00000	0,00000	0,00000	0,03724	0,24310	0,48467

Fase	Fuente	Emisiones (ton/año)					
		SO2	NOX	CO	MP2,5	MP10	MP30
	Tránsito camino no pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	0,00313	0,03127	0.10215
	Tránsito camino pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	0,01830	0,07564	0.39405
	Combustión tránsito camino no pavimentado	0,00000	0,00007	0,00000	0,00000	0,00000	0.00000
	Combustión tránsito camino pavimentado	0,00009	0,03082	0,00151	0,00033	0,00033	0.00033
Cierre	Nivelación	0,00000	0,00000	0,00000	0,00541	0,05104	0.17439
	Compactación	0,00000	0,00000	0,00000	0,00289	0,00411	0.02756
	Erosión eólica	0,00000	0,00000	0,00000	0,03724	0,24310	0,48467
	Tránsito camino no pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	0,01871	0,18733	0.61191
	Tránsito camino pavimentado	0,00000	0,00000	0,00000	0,95071	3,92958	20.47180
	Combustión tránsito camino no pavimentado	0,00001	0,00479	0,00022	0,00005	0,00005	0.00005
	Combustión tránsito camino pavimentado	0,00407	1,24116	0,08859	0,01274	0,01274	0.01274
	Motor Maquinaria	0,01927	4,39469	3,32047	0,30793	0,30793	0.30793
	GE	0,51358	7,81006	1,68242	0,54900	0,54900	0.54900
Total Fase Construcción		**4,43625**	**89,87763**	**23,61789**	**11,62722**	**34,78982**	**140,10011**
Total Fase Operación		**0,00041**	**0,11168**	**0,07351**	**0,06606**	**0,35740**	**0,98825**
Total Fase Cierre		**0,53692**	**13,45070**	**5,09169**	**1,88468**	**5,28488**	**22,64005**

Fuente: Capítulo 3.1.1.5 Estimación de Emisiones Atmosféricas del presente EIA.

2.1.1. Emisiones a Compensar

El PPDA para la RM indica, en su artículo 64 que, para efectos de la determinación de la obligación de compensar emisiones, se deberá analizar la superación de la emisión máxima de acuerdo con lo siguiente:

"*Primero, se debe analizar el caso del MP2,5, considerando las emisiones equivalentes, es decir, la suma de las emisiones del contaminante más la emisión de SO_2, NOx y/o NH_3 ponderadas por los factores de conversión establecidos en el artículo 61 del presente Decreto.*

Posteriormente, se deberá analizar el caso del MP10, considerando las emisiones equivalentes, es decir, la suma de las emisiones del contaminante más la emisión de SO_2, NOx y/o NH_3 ponderadas por los factores de conversión establecidos en el artículo 61 del presente Decreto".

De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla, se muestra el resultado de las emisiones equivalentes asociadas a los gases que generará el Proyecto.

Tabla 4. Factores de conversión

Emisiones equivalentes MP (t/año)	
SO2	0.34089
NO2	0.11757
NH3	0.11339

Fuente: Artículo 61 del D.S. N°31/2017 del Ministerio del Medio Ambiente.

A partir de la suma de las emisiones del contaminante más la emisión de SO_2, NOx y/o NH_3 ponderadas, se analiza la superación de los valores establecidos en el PPDA., donde los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Material particulado equivalente – PPDA región Metropolitana

Fase	MP2.5 equivalente	MP10 equivalente	Compensar
Fase de Construcción Año 1	13,27201	25,27021	Sí
Fase de Construcción Año 2	10,46901	21,63341	Sí
Fase de Operación año	0,07936	0,37070	No
Fase de Cierre	3,65021	7,05042	Sí

Fuente: Capítulo 3.1.1.5 Estimación de Emisiones Atmosféricas, 2026.

De acuerdo a la tabla anterior, el Proyecto supera el límite de emisión máxima de MP10 y MP2,5 equivalente para los años 1 y 2 de la fase de construcción y para la fase de cierre, lo que corresponde a lo indicado en el Artículo 64, punto 1, letra a, del PPDA.

"a. En caso que se supere simultáneamente la emisión máxima de MP2,5 equivalente y de MP10 equivalente de la tabla VI-14, se deberá compensar la emisión máxima total de Material Particulado equivalente, tomando en cuenta los criterios indicados en el artículo 63 del presente decreto".

Por lo anterior, el Proyecto debe compensar el valor máximo entre MP10 equivalente y MP2,5 equivalente, en este caso, MP10 equivalente. En la siguiente tabla, se muestran las emisiones de MP10 equivalente que deberá compensar el Proyecto para las fases de construcción y cierre, considerando la compensación de 120% de sus emisiones según lo indicado en artículo 64 punto 3 del PPDA. Adicionalmente, se identifican las emisiones que deberán ser compensadas con fuentes de combustión y las asociadas a MP10 resuspendido, que pueden ser compensadas con otro tipo de fuentes.

Tabla 6. Emisiones de MP10 equivalente a compensar por el Proyecto por tipo de fuente

Parámetro	Emisión (ton/año) Construcción		Emisión (ton/año) Cierre
	Año 1	Año 2	
MP10 equivalente a compensar	25,24264	21,63341	7,05042
Compensación 120%	30,29117	25,96009	8,460504
Compensación por tipo de fuente			
MP10 combustión	10,09863	9,06986	2,63525
MP10 Resuspendido	15,14401	16,89022	5,28488

Fuente: Elaboración propia, 2026.

2.2. Medidas de Compensación Preliminares

A continuación, se presentan las medidas de compensación de emisiones según tipo de fuente. Cabe mencionar que estas medidas corresponden a medidas preliminares, puesto que las medidas específicas de compensación de entregarán a la SEREMI del Medio Ambiente de la región Metropolitana mediante el Programa de Compensación de Emisiones definitivo del Proyecto, una vez obtenida la Resolución de Calificación Ambiental previo a su ejecución.

2.2.1. Medidas de Compensación de Emisiones por Combustión

El PPDA para la RM en su artículo 82 sostiene que "*A través de la compensación de emisiones referida en el Artículo 63, se fomentará el retiro, recambio y chatarrización de calefactores y cocinas que utilicen o puedan utilizar leña, carbón vegetal y otros derivados de la madera*". En razón de lo anterior, se justifica incluir el mecanismo de recambio de calefactores como una alternativa para la compensación de emisiones por combustión del Proyecto.

Este mecanismo de compensación consiste en realizar el recambio de calefactores a leña antiguos actualmente existentes dentro de la Región Metropolitana por calefactores modernos que generen menos emisiones de contaminantes atmosféricos y que estén certificados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), tales como: calefactor a pellet de madera, calefactor a parafina, calefactor a gas licuado, calefactor a gas natural; o que no generen emisiones, como: oléoeléctrico/termoventilador, aire acondicionado split inverter, aire acondicionado split. En el caso de escogerse los calefactores cero emisiones se acreditarán que éstos sean de alta eficiencia, sello nivel A o superior. Este recambio se realizaría en alguna de las comunas pertenecientes a la zona B, definida en el artículo 73 del PPDA, vale decir, Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Granja, La Florida, La Pintana, La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolén, Providencia, Pudahuel, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Miguel, San Joaquín, San Ramón, Santiago, Vitacura, San Bernardo o Puente Alto.

Tabla 7. Resumen cumplimiento de criterios de mecanismos de compensación: Recambio de calefactores

Criterio	Detalle
Medible	Es factible realizar mediciones directamente en la fuente.
Verificable	Para verificar la reducción de emisiones, se pueden realizar mediciones antes y después de instalar el nuevo calefactor. En el caso de que el recambio sea por un calefactor *split* eléctrico, se puede verificar el continuo y correcto uso del equipo con visitas a terreno.
Adicional	Un usuario de calefactor a leña en la zona B no está obligado a cambiarlo, por lo que el mecanismo es adicional.
Permanente	Siempre y cuando se mantenga en buenas condiciones, la vida útil de un nuevo calefactor se extenderá por un tiempo al menos igual o superior a la cantidad de años que el proyecto deberá compensar sus emisiones.

Fuente: Guía de Alternativas de Compensación de Emisiones para Fuentes de Combustión, DFM Consultores, 2019.

2.2.2. Medidas de Compensación de Emisiones por Resuspensión

2.2.2.1. Mantención y Generación de Áreas Verdes y Masas de Vegetación

De acuerdo a lo indicado en el artículo 100 del PPDA para la RM, "*La SEREMI del Medio Ambiente apoyará el aumento de áreas verdes mediante la exigencia de compensación de emisiones por emisiones de material particulado según lo estipulado en el Artículo 63, mediante mantención y generación de áreas verdes y masas de vegetación*". En concordancia con lo anterior, las medidas de compensación de emisiones por resuspensión que propondrá el Titular del Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)"", guardan relación con los siguientes ejes:

- Restauración y Rehabilitación ecológica: Se destacan medidas como enriquecimiento a través de especies nativas, manejo silvicultura y fitosanitario, cosecha y almacenamiento de agua, recolección de semillas y viverización, control de especies invasoras y acciones de control de erosión y/o cárcavas.
- Protección control y vigilancia: Se destacan medidas como construcción y/o reparación de cercos perimetrales; implementación de medidas para evitar incendios forestales; caseta, torres y/o miradores de control y vigilancia; construcción y/o mantención de sendero y/o camino de vigilancia; instalación de señalética y construcción de vivero y/o invernadero.

Complementariamente a las medidas antes mencionadas, se consideran actividades de Educación Ambiental tales como visitas guiadas al lugar de implementación de la medida de compensación, las cuales serían coordinadas con establecimientos de educación pertenecientes a comunas aledañas, y en donde se conversaría sobre la importancia de las masas de vegetación para la biodiversidad y su rol en la regulación de la calidad del aire.

El lugar a implementar estas medidas de compensación se definirá de acuerdo a las prioridades sugeridas por la SEREMI del Medio Ambiente de la RM.

2.3. Plan de Seguimiento de la Compensación de Emisiones

El presente Programa Preliminar de Compensación de Emisiones se presenta dentro del marco de la Evaluación Ambiental del Proyecto, por lo que aún no se ha desarrollado un plan de seguimiento. Sin perjuicio de lo anterior, se asegurará que el Plan de Seguimiento del Programa de Compensación de Emisiones definitivo cumpla con los lineamientos indicados en el Anexo 1 de la "Guía de Alternativas de Compensación de Emisiones para Fuentes de Combustión", es decir:

- Se entregará a lo menos un informe a la SEREMI del Medio Ambiente al inicio y otro informe al final de la implementación del PCE.
- A los informes comprometidos durante el seguimiento, se adjuntará la documentación firmada por el/los beneficiario/s en donde se constatará la explicación de los motivos del PCE a el/los beneficiario/s, la recepción conforme de el/los mecanismo/s y la capacitación en el uso del mismo.
- El informe final de seguimiento incluirá archivos digitales en formato Shapefile y KMZ con información relevante georreferenciada del programa de compensación de emisiones.

2.4. Cronograma de Ejecución del Programa de Compensación

Puesto que el Proyecto se encuentra en evaluación ambiental, aún no se desarrolla un cronograma para la ejecución del programa de compensación. Sin embargo, el Programa de Compensación de Emisiones definitivo incluirá una carta Gantt en la que se indicarán las etapas de implementación de la compensación de emisiones y la periodicidad con que se informará a la Superintendencia de Medio Ambiente y a la SEREMI del Medio Ambiente sobre el estado de avance de las actividades comprometidas.

3. CONCLUSIONES

El Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)" deberá compensar el 120% de sus emisiones de MP10 equivalente para las fases de construcción y cierre, de tal manera de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 64, punto 3, del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la región Metropolitana de Santiago.

Cabe señalar que durante la fase de operación no hay superación de los umbrales de compensación, por lo que el presente programa de compensación de emisiones preliminar, se centra en la compensación de las fases de construcción y cierre.

Con este objetivo, se han dado a conocer algunas medidas de compensación preliminares según tipo de fuente a compensar, así, para compensar las emisiones de MP10 equivalentes por combustión, el recambio de calefactores se presenta como una opción viable, mientras que, para la compensación de las emisión por MP10 equivalentes de material resuspendido, se han sugerido una serie de medidas tendientes a la mantención y generación de áreas verdes y masas de vegetación.

En vista de que el Proyecto está recién en una etapa de evaluación ambiental, aún se deben definir las medidas específicas de compensación, con sus respectivos planes de seguimiento y cronogramas.

4. REFERENCIAS

- DFM Consultores. (2019). *Guía de Alternativas de Compensación de Emisiones para Fuentes de Combustión.*
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). D.S. N° 31/2017- Establece Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago.