



**PROGRAMA DE COMPENSACIÓN
DE EMISIONES**

**PROYECTO INMOBILIARIO
“HACIENDA DEL MAULE”**

Elaborado para:

POCURO

ABRIL 2021

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVOS	7
3. MARCO NORMATIVO DEL PROYECTO DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES.....	8
4. ACTIVIDADES GENERADORAS DE EMISIONES DE MP ₁₀	9
5. VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO PDA (D.S 49/2015)	13
6. FASE DEL PROYECTO SUJETA AL PROGRAMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES....	14
7. LUGAR DE COMPENSACIÓN Y SUPERFICIE INVOLUCRADA.....	15
8. PROPUESTA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES.....	17
8.1.5.1. Justificación de los modelos utilizados en la modelación.....	24
8.1.5.2. Metodología.	27
9. EVALUACIÓN DE MEDIDA DE COMPENSACIÓN	40
10. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDA DE COMPENSACIÓN.....	41
11. CONCLUSIÓN	42
12. REFERENCIAS.....	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Emisiones fase de construcción.....	10
Tabla 2. Frecuencia de tipo de combustible.....	11
Tabla 3. Emisiones fase de operación	11
Tabla 4. Emisiones totales, construcción y operación	12
Tabla 5. Resumen de Emisiones de material particulado generadas por el proyecto (t/año).	13
Tabla 6. Características técnicas Caldera 2R 11 OF.....	20
Tabla 7. Características técnicas quemador Quemador Blowtherm GVAL 20 CE.....	21
Tabla 8. Factores de Emisión Utilizados en Emisiones Gaseosas para Calderas Industriales y de Calefacción.....	22
Tabla 9. Datos de caldera actual	23

Tabla 10. Datos de caldera actual	23
Tabla 11. Coordenadas de vértices y centroide del dominio de Modelación WRF.	28
Tabla 12. Coordenadas de vértices y centroide del dominio de Modelación CALPUFF.	30
Tabla 13. Emisión caldera actual y con recambio.	31
Tabla 14. Coordenadas polígono de fuente puntual.....	32
Tabla 15. Datos de modelación.	32
Tabla 16. Coordenadas de receptores discretos.	32
Tabla 17. Concentración emisión caldera actual y con recambio.....	39
Tabla 18. Resultados de reducción de emisiones recambio de caldera.	40
Tabla 19. Cronograma de actividades de implementación de caldera a gas.....	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización político-administrativa del Proyecto.....	6
Figura 2. Fases del proyecto.	6
Figura 3. Fases del proyecto.	9
Figura 4. Ubicación CESFAM Villa Magisterio.....	15
Figura 5. Sistema de evacuación de emisiones de caldera CESFAM Villa Magisterio.....	16
Figura 6. Ubicación CESFAM Magisterio.	18
Figura 7. Ubicación de sala de caldera CESFAM Villa Magisterio.....	19
Figura 8. Dominio modelación WRF.	28
Figura 9. Dominio de la Modelación de CALPUFF.	29
Figura 10. Fuentes del proyecto.	31
Figura 11. Elevación de terreno del área de estudio.....	33
Figura 12. Campo de viento de área de estudio	34
Figura 13. Ciclo diario para velocidad de viento.	35
Figura 14. Ciclo diario para dirección de viento.	36
Figura 15. Ciclo diario para temperatura.	36

Figura 16. Distribución velocidades de viento. EM La Florida.....	37
Figura 17. Rosa de los vientos. Estación Meteorológica La Florida.	38
Figura 18. Variación estacional de velocidad y dirección de viento.	39

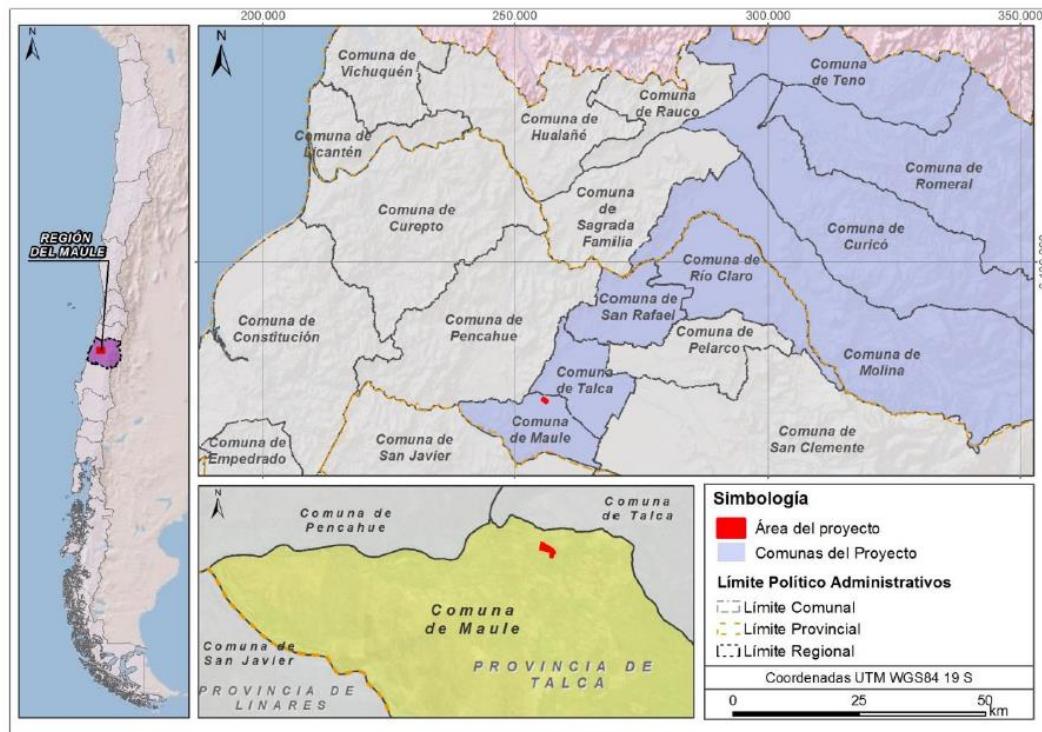
1. INTRODUCCIÓN.

El presente Programa de Compensación de Emisiones (PCE) ha sido comprometido en el marco de la evaluación ambiental del proyecto “Hacienda del Maule”, específicamente en la Resolución Exenta N°63/2019 que califica favorablemente la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto, en adelante RCA. De acuerdo a lo anteriormente mencionado, mediante el presente PCE, se solicita a la autoridad ambiental, ratificar que la implementación de la medida de compensación de emisiones de Material Particulado respirable, en adelante MP₁₀, que consiste en recambio de quemador en sistema de calefacción de instituciones de servicios públicos, cumplen con lo requerido en el numeral 7.2 de la RCA.

Previo a la fase de construcción de las obras anteriormente especificadas, se elabora este programa, que tiene por finalidad describir las medidas de manejo que adoptará el Proyecto para compensar las emisiones generadas en la fase de construcción, indicando en detalle la descripción de la medida, el sector de aplicación y plazo asociado conforme a la carta Gantt del Proyecto (Anexo 1). Además, de las medidas requeridas para los fines de control y supervisión del Programa.

Respecto al proyecto, se especifica que consiste en la construcción de un conjunto de casas en la Región del Maule, comuna de Maule, a ubicarse entre las Rutas K-620 y K-120 (Figura 1). Se contempla la urbanización y la edificación de 732 viviendas, en un terreno de 245.500 m² totales, organizadas en 7 fases de construcción (Figura 2).

Figura 1. Localización político-administrativa del Proyecto.



Fuente: Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.

Figura 2. Fases del proyecto.



Fuente: Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.

2. OBJETIVOS.**2.1 Objetivo general.**

Programar y corroborar efectividad de implementación de las alternativas planteadas para compensar las emisiones atmosféricas de MP₁₀ en el área del proyecto.

2.2 Objetivos específicos.

- Proponer medidas de compensación de emisiones que sean cuantificables y efectivas.
- Establecer cronograma de cumplimiento de programa de compensación de emisiones, relacionado al cronograma de construcción del proyecto.
- Definir forma, oportunidad y ubicación de la implementación de medidas de compensación.
- Dar cumplimiento al Artículo 47 del D.S. 49/2015 que “Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para las Comunas de Talca y Maule”.

3. MARCO NORMATIVO DEL PROYECTO DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES.

En el ámbito territorial de Talca y Maule, el marco normativo para este tipo de proyectos se compone de los siguientes cuerpos legales:

- Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- Decreto Supremo N° 40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto Supremo N° 59/98, Establece Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Respirable MP₁₀, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia.
- Decreto Supremo N° 12/2010, Declara Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP₁₀ a las comunas de Talca y Maule.
- Decreto Supremo N° 49/2015, Establece Plan de Descontaminación Atmosférica para las comunas de Talca y Maule.

4. ACTIVIDADES GENERADORAS DE EMISIONES DE MP₁₀.

El proyecto involucra la urbanización y edificación de 732 viviendas, en un terreno de 245.500 m² totales, organizadas en 7 fases de construcción (Figura 3).

Tal como se presenta en el Estudio de Emisiones Atmosféricas adjunto en el Anexo 2 del presente documento, la construcción implicará la utilización de maquinaria pesada y movimiento de tierra. Las principales actividades asociadas a la generación de emisiones de MP₁₀ y gases corresponden a:

- Escarpe.
- Excavación.
- Carga y descarga de material.
- Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos pesados en caminos no pavimentados.
- Resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados.
- Combustión camiones.
- Operación de maquinaria.

Figura 3. Fases del proyecto.



Fuente: Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.

En el Estudio de Emisiones Atmosféricas adjunto en el Anexo 2 del presente documento, las emisiones calculadas en función a sus obras y/o actividades asociadas a la construcción del proyecto, se detallan en la Tabla 1. Cabe destacar que se consideran, tanto, las emisiones generadas por las actividades ejecutadas en las instalaciones en las instalaciones de faenas, y además fuera del predio asociadas principalmente a la circulación de camiones que transportan insumos y residuos.

Tabla 1. Emisiones fase de construcción.

Emisiones Fase de construcción (t/año)								
Año	MP ₁₀	MP _{2,5}	HC	CO	NOx	SO ₂	NH ₃	CH ₄
Año 1	5,30	1,31	0,32	1,96	5,64	0,00	0,00	0,01
Año 2	2,72	0,64	0,17	1,13	3,14	0,00	0,00	0,00
Año 3	1,96	0,83	0,28	1,60	4,51	0,00	0,00	0,00
Año 4	3,06	0,99	0,24	1,90	5,38	0,00	0,00	0,00
Año 5	3,30	1,13	0,30	2,14	6,09	0,00	0,00	0,00
Año 6	4,00	0,98	0,23	1,64	4,69	0,00	0,00	0,01
Año 7	3,73	1,10	0,27	2,09	5,96	0,00	0,00	0,00
Año 8	2,27	1,07	0,34	2,22	6,32	0,00	0,00	0,00
Año 9	4,64	1,20	0,27	2,00	5,74	0,00	0,00	0,01
Año 10	1,63	0,74	0,22	1,59	4,50	0,00	0,00	0,00

Fuente: Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.

Por otro lado, las emisiones generadas durante la fase de operación se deben principalmente a la resuspensión de polvo por tránsito de vehículos en caminos pavimentados y combustión vehículos livianos por actividad de los habitantes del proyecto. Para las emisiones atmosféricas generada por la calefacción residencial se aclara que, si bien el proyecto cuenta con calefacción eléctrica, es posible que los usuarios decidan realizar un cambio de tipo de combustible, por lo cual, con el objetivo de obtener un escenario ajustado a la realidad local, de la penetración de cada combustible en la calefacción, se realizó una encuesta (Ver apéndice 3 de Anexo 2) a un conjunto de viviendas habitadas en los últimos 4 años ubicadas cercanas al presente proyecto. Esta encuesta, permitió levantar información sobre el tipo de calefacción utilizada, cantidad de artefactos, horas de uso diarias y gasto mensual asociado a un universo de 110 viviendas encuestadas de una total de 467 viviendas habitadas. En la Tabla 2 se presentan los resultados de frecuencia de uso de combustible donde los más utilizados son gas licuado, kerosene y electricidad.

Tabla 2. Frecuencia de tipo de combustible

Tipo de Combustible	Porcentaje sobre el total de equipos
Leña	0%
Pellet	1,3%
Gas Licuado (GLP)	36%
Kerosene	28%
Electricidad	36%
Otros	0%
No usa	0%

Fuente: *Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.*

Las emisiones correspondientes a las actividades de operación se resumen en la Tabla 3. Cabe señalar que el año 11 que se señala en la Tabla 3 corresponde al año en que todas las viviendas se encuentran construidas.

Tabla 3. Emisiones fase de operación

Emisiones Fase de construcción (t/año)								
Año	MP ₁₀	MP _{2,5}	HC	CO	NOx	SO ₂	NH ₃	CH ₄
Año 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Año 2	0,03	0,01	0,07	1,22	0,21	0,20	0,12	0,00
Año 3	0,04	0,02	0,11	1,79	0,24	0,20	0,12	0,00
Año 4	0,06	0,03	0,15	2,61	0,34	0,28	0,17	0,01
Año 5	0,07	0,03	0,19	3,26	0,43	0,36	0,22	0,01
Año 6	0,09	0,03	0,23	3,85	0,54	0,46	0,28	0,01
Año 7	0,11	0,04	0,27	4,62	0,60	0,49	0,30	0,00
Año 8	0,12	0,05	0,33	5,63	0,75	0,63	0,38	0,00
Año 9	0,15	0,06	0,40	6,83	0,91	0,76	0,46	0,00
Año 10	0,17	0,07	0,43	7,20	0,92	0,76	0,47	0,00
Año 11	0,20	0,09	0,21	4,33	0,99	0,93	0,57	0,00

Fuente: *Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.*

Debido a que el proyecto contempla 7 fases constructivas, en 10 años, mientras se realiza la construcción del año 2 al 10, el total de las emisiones por año considera la suma de las emisiones generadas por la construcción y además las emisiones atmosféricas de fase de operación del proyecto de las viviendas ya entregadas.

Finalmente, en la Tabla 4 se presentan las emisiones anuales considerando las fases de construcción y operación del proyecto.

Tabla 4. Emisiones totales, construcción y operación

Emisiones Fase de Construcción y Operación (t/año)								
Año	MP ₁₀	MP _{2,5}	HC	CO	NOx	SO ₂	NH ₃	CH ₄
Año 1	5,30	1,31	0,32	1,96	5,64	0,00	0,00	0,01
Año 2	2,75	0,65	0,24	2,34	3,36	0,20	0,12	0,00
Año 3	2,00	0,84	0,38	3,39	4,74	0,20	0,12	0,00
Año 4	3,12	1,01	0,40	4,51	5,72	0,28	0,17	0,00
Año 5	3,38	1,15	0,49	5,41	6,52	0,36	0,22	0,01
Año 6	4,09	1,02	0,45	5,49	5,23	0,46	0,28	0,01
Año 7	3,84	1,15	0,54	6,71	6,55	0,49	0,30	0,01
Año 8	2,40	1,12	0,67	7,85	7,07	0,63	0,38	0,00
Año 9	4,79	1,25	0,67	8,83	6,65	0,76	0,47	0,01
Año 10	1,79	0,81	0,64	8,79	5,42	0,76	0,47	0,00
Año 11	0,20	0,09	0,21	4,33	0,99	0,93	0,57	0,00

Fuente: Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.

5. VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO PDA (D.S 49/2015)

El Plan de Descontaminación Atmosférica para las Comunas de Talca y Maule, D.S. 49/2015, tiene por objetivo lograr que, en la zona saturada, se dé cumplimiento a la norma primaria de calidad ambiental para material particulado respirable MP₁₀. En su Artículo 47 indica lo siguiente:

"todos aquellos proyectos o actividades, o sus modificaciones, que se sometan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), y que directa o indirectamente generen emisiones iguales o superiores a 1 ton/año de MP, respecto de su situación base, en cualquiera de sus etapas, deberán compensar sus nuevas emisiones en un 120%. La compensación de emisiones será de un 120% sobre la cantidad total anual de emisiones de la actividad o proyecto."

De acuerdo a lo anterior, a continuación, se presenta el resumen de emisiones atmosféricas de MP₁₀ para cada año del proyecto considerando tanto la fase de construcción como la fase de operación.

Tabla 5. Resumen de Emisiones de material particulado generadas por el proyecto (t/año).

Año	MP ₁₀
Año 1	5,30
Año 2	2,75
Año 3	2,00
Año 4	3,12
Año 5	3,38
Año 6	4,09
Año 7	3,84
Año 8	2,40
Año 9	4,79
Año 10	1,79
Año 11	0,20
Límite PDA	1
Máxima emisión (año 9)	5,30
Compensación de emisiones	Sí
Monto a compensar (120%)	6,36

Fuente: Estudio de emisiones atmosféricas, Anexo 2.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla 5, las emisiones de MP₁₀ sobrepasan los límites establecidos en el artículo 47 del D.S. 49/2015, siendo el máximo el generado durante el año 1 del proyecto con 5,30 t/año, debiendo compensar el 120% de las emisiones de dicho año (6,36 t/año).

6. FASE DEL PROYECTO SUJETA AL PROGRAMA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 3 y Tabla 4, se puede apreciar que las mayores emisiones se generan durante la fase de construcción del proyecto. Por otro lado, las emisiones generadas por la operación por sí solas, no produce incumplimiento de los límites establecidos en el D.S. 49/2015.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se concluye que el Programa de Cumplimiento planteado en teoría, se debería considerar solamente durante los 10 años de construcción del proyecto, ya que, en el año 11, cuando todas las viviendas se encuentren en fase de operación se considera una emisión total de MP₁₀ correspondiente a 0,20 t/año. A pesar de lo anteriormente mencionado, y considerando que la implementación de un PCE es una oportunidad importante de reducir de manera permanente e indefinida emisiones de MP₁₀, además de otros compuestos, se considerará recambio de sistema de calefacción en servicios públicos, para reducir emisiones no solamente durante la fase de construcción del proyecto, si no que reducirlas de manera permanente en la zona contenida en el D.S. 49/2015.

7. LUGAR DE COMPENSACIÓN Y SUPERFICIE INVOLUCRADA

El recambio de quemadores de sistema de calefacción en sistema público se realizará en el CESFAM Villa Magisterio, en la comuna de Talca, específicamente ubicado en calle 27 sur con 21 poniente (Figura 4). El centro de salud considera una superficie total de 2.623 metros cuadrados.

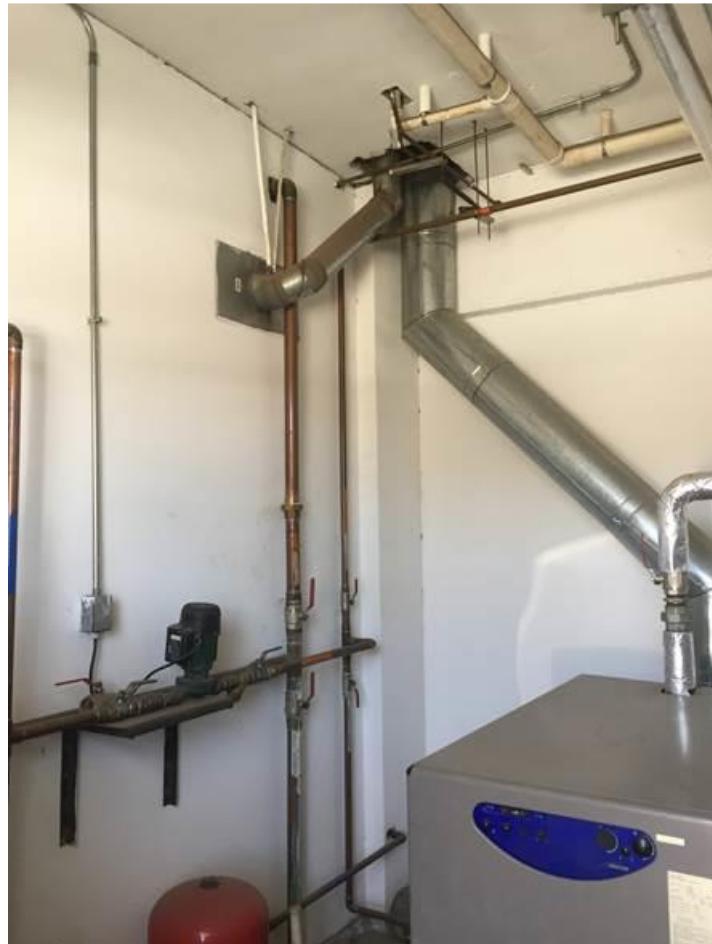
Se debe considerar que el sistema de calefacción es una fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible (CESFAM Villa Magisterio), y además emite compuestos mediante una chimenea de aproximadamente 20 cm de diámetro, tal como se puede ver en la Figura 5, por lo tanto, se define como fuente fija puntual.

Figura 4. Ubicación CESFAM Villa Magisterio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Sistema de evacuación de emisiones de caldera CESFAM Villa Magisterio.



Fuente: Elaboración propia.

8. PROPUESTA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES

De acuerdo a lo mencionado en el punto 4 del presente documento, a continuación, se presenta una propuesta de compensación que pretende asegurar que la emisión final del proyecto permanezca bajo los niveles que fija el PPDA.

8.1 Método recambio de sistema de calefacción.

El recambio propuesto en el presente PCE, consiste en reemplazar el quemador de una caldera de calefacción en CESFAM Villa Magisterio (Talca), el cual actualmente funciona en base a Petróleo N°6, por un quemador que funcione en base a Gas Licuado de Petróleo (GLP) como combustible base, para reducir las emisiones generadas de dicho establecimiento.

8.1.1 Antecedentes del Establecimiento.

El CESFAM Villa Magisterio, se encuentra Ubicado en calle 27 sur con 21 poniente (Ver Figura 6), en un terreno que traspasó en concesión el Ministerio de Bienes Nacionales al Municipio de Talca, emplazado en una superficie de 2.623 m², la inversión general alcanzó los 3.012 millones de pesos, financiados con cargo al Fondo Nacional de Desarrollo Regional a cargo de la I. Municipalidad de Talca, a través de su Departamento de Salud.

La construcción del establecimiento es de hormigón armado, con envolvente térmica, vidrios termo panel, es de dos pisos y cuenta con 2 ascensores.

Entre sus áreas están la administrativa, atención clínica, apoyo técnico y servicios generales.

El principal objetivo del CESFAM, es brindar más y mejor atención de salud a la comunidad, en un sector residencial, donde se ha producido una fuerte explosión demográfica en los últimos años, abarcando en 10 años unos treinta mil usuarios, descongestionando así el CESFAM La Florida, proporcionando atenciones profesionales de calidad y seguridad para la población.

La sala de Caldera, es una sala en el primer piso con salida directa hacia el exterior, a pocos metros se encuentra el estanque enterrado de petróleo (Figura 7). La sala de caldera tiene acceso directo desde el estacionamiento, además la instalación eléctrica se encuentra dentro de la misma sala.

Figura 6. Ubicación CESFAM Magisterio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Ubicación de sala de caldera CESFAM Villa Magisterio.

Fuente: Elaboración propia.

8.1.2. Antecedentes de la caldera actual en CESFAM Villa Magisterio.

El modelo utilizado actualmente corresponde a la caldera Fonderie SIME, modelo 2R 11 OF en base a Petróleo. La ficha técnica asociada a la caldera se adjunta en el Anexo 3 del presente documento.

La caldera está construida con hierro fundido, además está homologada de acuerdo con las directivas europeas 2009/142 / CEE, 2004/108 / CEE, 2006/95 / CEE, 92/42 / CEE.

El sistema es principalmente utilizado como calefacción para el centro de salud y además para calentar agua para unidades de laboratorio y esterilización. El horario de utilización corresponde a 8 horas diarias durante el invierno y en las estaciones más cálidas corresponde a 5 horas diarias. Además, se informa que, los días de funcionamiento de la caldera, corresponden a 6 días a la semana durante todo el año.

Tal como se menciona anteriormente, se afirma que actualmente la caldera se utiliza con Petróleo N°6, y se cuenta con un estanque enterrado fuera de la sala de caldera.

A continuación, se presenta tabla resumen de características específicas de la caldera Fonderie SIME, modelo 2R 11 OF.

Tabla 6. Características técnicas Caldera 2R 11 OF.

Ítem	Unidad de medida	Valor
Potencia útil	kW	197,7
	Kcal/h	170.000
Potencia nominal	kW	219,7
	Kcal/h	188.900
P (profundidad)	Mm	1.235
Elementos	n°	11
Presión máxima de servicio	bar	5
Contenido de agua	l	165
Lado humos	mbar	0,37*
Lado agua (Δt 10°C)	mbar	112
Presión cámara combustible	mbar	-0,01
Depresión mín chimenea	mbar	0,38
Temperatura humos	°C	224
Caudal humos	$m^3/n/h$	205,4
Calefacción	°C	30÷85
Volumen humos	dm ³	128
Peso	kg	734
Combustible utilizado.	-	Petróleo N°6

*Sin turbuladores

Fuente: Ficha Técnica caldera Fonderie SIME, Anexo 3.

8.1.3. Antecedentes del cambio de quemador propuesto.

Se propone cambio de quemador de la caldera actualmente utilizada en el CESFAM Villa Magisterio, el quemador considerado corresponde al Quemador Blowtherm GVAL 20 CE, el cual funciona en base a GLP. La ficha técnica asociada al quemador se adjunta en el Anexo 3 del presente documento.

El quemador consiste en un Quemador presurizado de estructura de aluminio con regulación externa de aire sin necesidad de desmotar la carcasa. Dicha carcaza está diseñada para soportar altas temperaturas.

Como se menciona anteriormente, el sistema mantendrá su uso como calefacción para el centro de salud y además para calentar agua para unidades de laboratorio y esterilización. El horario de utilización corresponde a 8 horas diarias durante el invierno y en las estaciones más cálidas corresponde a 5 horas diarias. Además, se informa que, los días de funcionamiento de la caldera, corresponden a 6 días a la semana durante todo el año.

Además, del cambio de quemador, se realizará la instalación del almacenamiento y distribución de GLP, incorporando instalación de cañerías, conexiones, obras civiles para

instalación de estanque de GLP, instalación de equipos de regulación de abastecimiento de combustible, y la instalación de 2 tanques de 450 litros aéreos de GLP.

A continuación, se presenta tabla resumen de características específicas del quemador de reemplazo.

Tabla 7. Características técnicas quemador Quemador Blowtherm GVAL 20 CE.

Ítem	Unidad de medida	Valor
Potencia térmica min-max	kW	116-232
	Mcal/h	100-200
Caudal G20 (metano) min-máx.	Nm ³ /h	11,6-23,2
Máx. temperatura aire comburente	°C	60
Presión máxima entrada válvulas	Pe.max	200
Motor ventilador	W	200
Potencia eléctrica nominal	W	226
Absorción nominal	A	1,1
Alimentación eléctrica	-	1/N-230V-50Hz
Grado de protección eléctrica	-	IP40
Rumorosidad mín-máx	dBA	64-66
Peso quemador	kg	15
Presión mínima rampa D1" FS25 METANOL/GLP	mbar	25,7/23
Presión mínima rampa D1" FS25 METANOL/GLP	mbar	14,9/21
Combustible utilizado.	-	GLP

Fuente: *Manual de instrucciones para quemadores, Anexo 3.*

8.1.4. Calculo de compensación de emisiones propuesta.

Dadas las características de alternativa seleccionada para la compensación de emisiones, esta se implementará en su totalidad de manera inmediata, ya que una vez que se reemplace el quemador de la caldera actual y se implemente la red de gas licuado, comenzará a operar el quemador actual con distinto combustible, por lo tanto, se considera el Año 0 como aquel año que se inician las labores en terreno para implementación del nuevo quemador.

La compensación de emisiones equivaldrá a 40,85 toneladas de MP₁₀, cifra correspondiente a la compensación de emisiones asociado al recambio de quemador.

De acuerdo a la Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas, SINCA 2011, específicamente en Tabla 2-8, los factores de emisión relacionados a emisiones gaseosas

para calderas industriales y de calefacción, son los que se indican a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8. Factores de Emisión Utilizados en Emisiones Gaseosas para Calderas Industriales y de Calefacción.

Combustible	Factor de emisión MP ₁₀ (Kg Emisión/Kg de combustible)	Categoría de la fuente
Carbón	0,00296	Carbón bituminoso, Coke.
Leña	0,00288	Leña, Aserrín, viruta
Petróleo N°6	0,00129	Petróleo N°6, LEF
Petróleo N°5	0,00092	Petróleo N°5, Súper LEF
Petróleo N°2	0,00014	Petróleo N°2, petróleo diesel, kerosene.
Gas	0,00017	Gas licuado, gas de cañería
Gas Natural	0,00017	Gas natural, biogas.

Fuente: Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas, Tabla 2-8, SINCA 2011.

De acuerdo a lo anterior, y considerando que el recambio de quemador de la caldera y la utilización de gas licuado en lugar de petróleo N°6, se realiza el cálculo de compensación de emisiones el cual se detalla a continuación.

Para el cálculo de emisiones generadas por la caldera actual y el cambio propuesto se utilizará la metodología general de estimación de emisiones atmosféricas en base a factores de emisión. Los factores de emisión han sido una herramienta fundamental en el desarrollo de estimaciones de emisiones a nivel regional, nacional e internacional, así como para el diseño de estrategias de control de emisiones y gestión de la calidad del aire.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental (EPA), un factor de emisión es un valor representativo que pretende relacionar la cantidad emitida hacia la atmósfera de un contaminante específico con la actividad específica de la fuente.

La fórmula utilizada para calcular las emisiones, en base a factores de emisión se presenta a continuación:

$$E = A \times EF \times (1 - ER / 100)$$

Donde:

E = Emisión total

A = Nivel de actividad de la fuente

EF = Factor de emisión de la fuente

ER = Eficiencia de los sistemas de control de emisiones (%)

De acuerdo a lo anterior, y a los factores de emisión en la Tabla 8, se realiza en primer lugar el cálculo de las emisiones generadas actualmente debido a la utilización de la caldera en CESFAM Villa Magisterio, cuyas especificaciones se presentan en la Tabla 9 (ver Anexo 4).

Tabla 9. Datos de caldera actual

Cesfam Magisterio	
Tipo de combustible	Petróleo N°6
Potencia útil (kcal/h)	170000
horas al mes (h)	192
Eficiencia	90%
Energía al año (kcal/año)	391680000
poder calorífico (kcal/kg)	10900
kg de combustible (kg/año)	35933,94

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la emisión actual generada debido a la calefacción en CESFAM Magisterio corresponde a 46,35 t/año. Considerando la peor condición que consiste en utilización de la caldera 6 días a la semana, anualmente durante 8 horas diarias.

En segundo lugar, con la misma metodología de factores de emisión y considerando valores de la Tabla 8, la emisión proyectada con el recambio de quemador de la caldera y del tipo de combustible (de petróleo N°6 a gas licuado), y considerando las especificaciones establecidas en la Tabla 10 y considerando la peor condición, la emisión proyectada luego del recambio será de 5,50 t/año (ver Anexo 4).

Tabla 10. Datos de caldera actual

Cesfam Magisterio	
Tipo de combustible	Gas Licuado
Potencia útil (kcal/h)	170000
horas al mes (h)	192
Eficiencia	90%
Energía al año (kcal/año)	391680000
poder calorífico (kcal/kg)	12100
kg de combustible (kg/año)	32370,25

Fuente: Elaboración propia.

8.1.5. Justificación de medida propuesta.

En el marco de la evaluación del Programa de Compensación de Emisiones del proyecto “Hacienda del Maule”, se informa que el día 22 de diciembre de 2020 se presenta al Seremi de Medio Ambiente de La Región de Maule, la primera versión del expediente, sin embargo, debido a la metodología seleccionada para la compensación (recambio quemador de caldera), se genera el día 22 de enero de 2021, un Oficio Ordinario N°16/2021 del Seremi de Medio Ambiente de La Región de Maule, el cual se adjunta en el Anexo 5 del presente informe. A continuación se da respuesta a lo consultado en el oficio.

Dado que el programa de compensación de emisiones propone como medida el recambio de quemador y de combustible de la caldera ubicada en el CESFAM Villa Magisterio, desde petróleo N°6 a GLP, para poder cumplir con requerimientos de medidas de compensación, específicamente la letra c) del art. 47 del D.S. N° 49/2015 MMA (PDA Talca-Maule) que se relaciona con que la medida de compensación propuesta debe ser Adicional, entendiendo por tal que la medida propuesta no responda otras obligaciones que esté sujeto el titular, o bien, que no corresponda a una acción que coincidentemente será llevada a efecto por la autoridad pública o particulares. Adicionalmente este requerimiento se relaciona con el art. 38 del mismo decreto, referido a los límites máximos de emisión de MP para calderas nuevas y existentes en la tabla 23 del PDA, que corresponde a 100 mg/m³.

Para justificar, lo anterior y debido a las condiciones actuales de emergencia sanitaria por Covid-19, no es posible realizar una mediciones isocinéticas de MP en la fuente, se propone la metodología de modelación de emisiones atmosféricas en la fuente, de acuerdo a los parámetros establecidos por el Servicio de Evaluación Ambiental, en su guía técnica “Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA” elaborada en el año 2012, lo cual corresponde, a la situación más representativa de la realidad, ya que comprende datos reales de la fuente y además incorpora las condiciones meteorológicas y geográficas del área de estudio.

A continuación se representa la metodología de modelación realizada para obtener la concentración de la emisión de MP actual desde la caldera del CESFAM Magisterio.

8.1.5.1. Justificación de los modelos utilizados en la modelación.**Uso del Modelo CALPUFF.**

La modelación concentración de MP generados por la caldera, se realizó a través un modelo tipo “Puff”, específicamente el modelo CALPUFF.

Tal como lo define la Guía, los modelos tipo “puff” son una combinación entre los modelos Gaussianos y los modelos Lagrangeanos, en el sentido de que esencialmente calculan la dispersión de contaminantes provenientes de una emisión instantánea, llamada “puff”, a lo largo de una trayectoria. Su aproximación matemática consiste en estimar la dispersión en forma Gaussiana en cada punto de una trayectoria, es decir, los modelos tipo “puff” sólo requieren una trayectoria por “puff”, lo que hace su cálculo mucho más rápido. En el caso de emisiones continuas, se simulan las trayectorias y la dispersión Gaussiana de muchos “puffs”. El modelo tipo “puff” recomendado por la Guía es el modelo CALPUFF.

El CALPUFF, es un modelo completo que incorpora herramientas para procesar datos meteorológicos y geofísicos, modelos de dispersión y pos procesamiento. Dicho modelo es recomendado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para modelar transporte de contaminantes a larga distancia.

CALPUFF se compone de tres módulos:

- CALMET: Es un modelo meteorológico que desarrolla campos horarios de viento y temperatura en una grilla de tres dimensiones. También asocia campos en dos dimensiones de altura y usos de suelo.

Este módulo puede ser reemplazado por el modelo matemático WRF, cuyo uso es recomendado por la guía citada.

- CALPUFF: Es un modelo de transporte y dispersión emitido desde fuentes modeladas, simulando procesos de dispersión y transformación. CALPUFF utiliza los datos generados por CALMET. Los archivos de salida de CALPUFF contienen las concentraciones horarias o deposición por hora de flujos evaluados en receptores seleccionados.
- CALPOST: Es usado para procesar aquellos archivos generados por CALMET y CALPUFF, produciendo tabulaciones que resumen los resultados de la simulación.

Ecuación del modelo CALPUFF

La ecuación básica que utiliza el modelo para realizar las modelaciones es la siguiente:

$$C = \frac{Q}{2\pi\sigma_x\sigma_y} g \exp\left[\frac{-d_a^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[\frac{-d_c^2}{2\sigma_y^2}\right]$$
$$g = \frac{2}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}\sigma_z} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[\frac{-(H_e + 2nh)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

Dónde:

C, es concentración a nivel del suelo (g/m^3),

Q, es masa de contaminantes (g) en la nube.

σ_x , es desviación estándar (m) de la distribución de Gauss en el viento a lo largo de la dirección.

σ_y , es desviación estándar (m) de la distribución de Gauss en el viento de costado

σ_z , es desviación estándar (m) de la distribución de Gauss en la dirección vertical.

da, es distancia (m) del centro de la nube al receptor en la dirección del viento a lo largo.

dc, es distancia (m) del centro de la nube al receptor en la dirección de viento cruzado.

g, es el término vertical (m) de la ecuación Gaussiana.

H, es la altura afectiva (m) desde el nivel del suelo del hojaldre.

h, es la altura de la capa de mezcla.

De acuerdo a las características del terreno, las distintas unidades geomorfológicas del área de influencia del proyecto y el dominio de la modelación se consideró utilizar el modelo CALPUFF para simular concentración de MP en la fuente.

Uso del Modelo Weather Research and Forecasting Model (WRF).

El modelo Weather Research and Forecasting (WRF), es un modelo numérico recomendado para la generación de datos meteorológicos y uno de los modelos de pronóstico meteorológico más avanzados.

Debido a la falta de una red robusta de estaciones meteorológicas, la Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA recomienda el uso de WRF por sobre el uso del CALMET. Además, el mismo documento, sugiere el uso del WRF para la modelación de dispersión de contaminantes con CALPUFF.

WRF funciona mediante 3 preprocesadores de datos para obtener uso de suelo y topografía y los archivos meteorológicos globales. Las fuentes de datos provienen de información satelital de MODIS de la NASA con una resolución de 15 segundos de grado, información topográfica del SRTM (misión de radar topográfico del Transbordador Espacial de la NASA), con resolución de 3 segundos de grado, es decir 90 metros aproximadamente y GDAS de NCEP con una resolución de $0,25^\circ$, para uso de suelo, topografía e información meteorológica respectivamente. Posteriormente mediante el post procesador real.exe, WRF define las condiciones inciales y de borde de modelación meteorológica y posteriormente el ejecutable wrf.exe resuelve mediante discretización

numérica en cada punto de grilla para obtener los archivos de salida wrfout.nc I cual tiene todas las variables meteorológicas disponibles.

Finalmente, los archivos de salida de WRF en formato netCDF son procesados mediante MMIF v3.4.1, obteniendo un archivo en formato .met (CALPUFF-READY) listo para ser ingresado al modelo de dispersión de contaminantes CALPUFF. Esto, a partir de los resultados del modelo WRF con una resolución de 0,25 kilómetro en su grilla más fina, de acuerdo a los estándares establecidos en la “Guía Para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA, año 2012” (Guía SEA), elaborada por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)”.

8.1.5.2. Metodología.

La modelación para estimar la concentración de MP en la caldera CESFAM Villa Magisterio, se realizó de acuerdo a la siguiente metodología.

i. Dominio Modelación Meteorológica.

El modelo WRF es un modelo matemático que simula, a partir de variables influyentes en la meteorología, las condiciones meteorológicas dentro de un dominio de modelación. Para el presente caso, se consideró un dominio de 72 x 72 km, con 1 km de resolución, y 10 celdas de altura desde 0 m hasta los 4.000 m, permitiendo considerar un amplio rango para la variación diaria de la capa de mezcla.

El dominio de modelación WRF abarca toda el área circundante a la zona de emplazamiento del CESFAM Villa Magisterio, incluyendo comunas como Talca, Maule, entre otras, tal como se muestra en la Figura 8.

Las coordenadas de los vértices y el centroide del dominio de la modelación WRF, se presentan en la Tabla 11 a continuación:

Figura 8. Dominio modelación WRF.

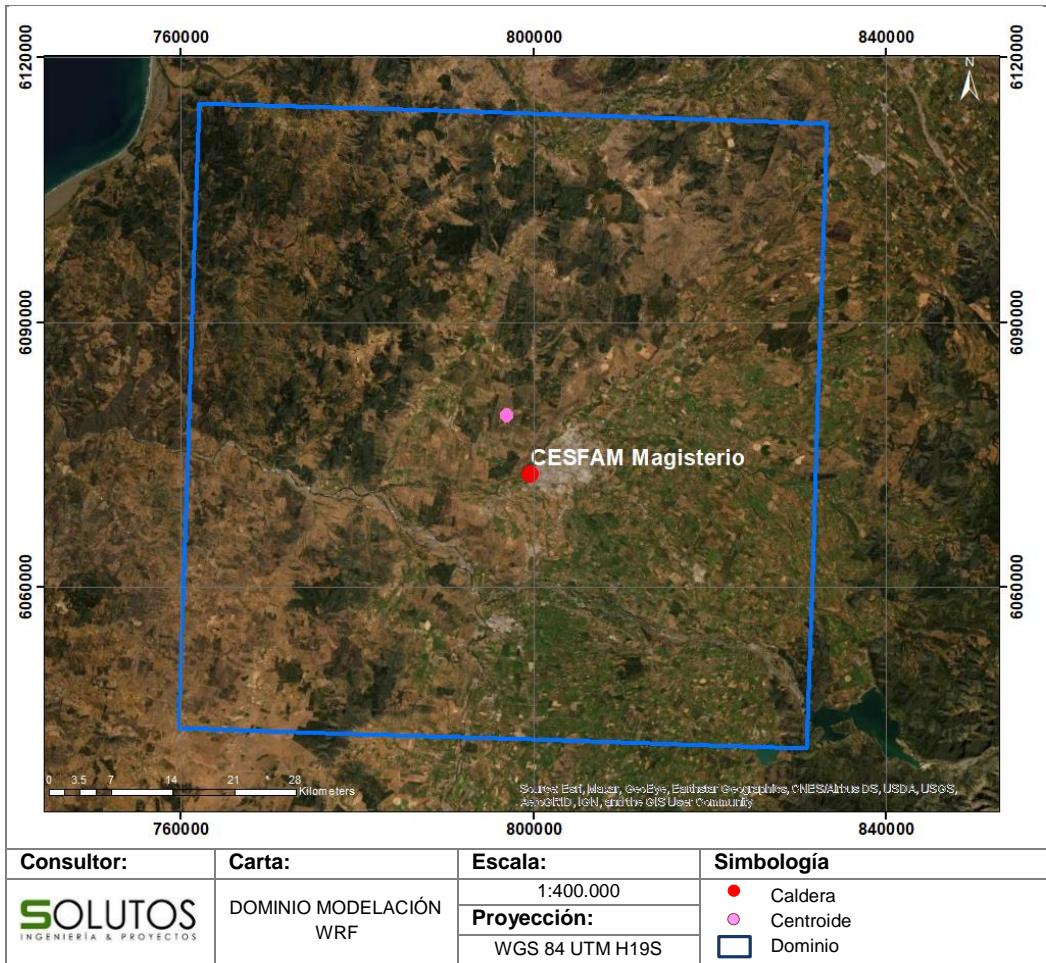


Tabla 11. Coordenadas de vértices y centroide del dominio de Modelación WRF.

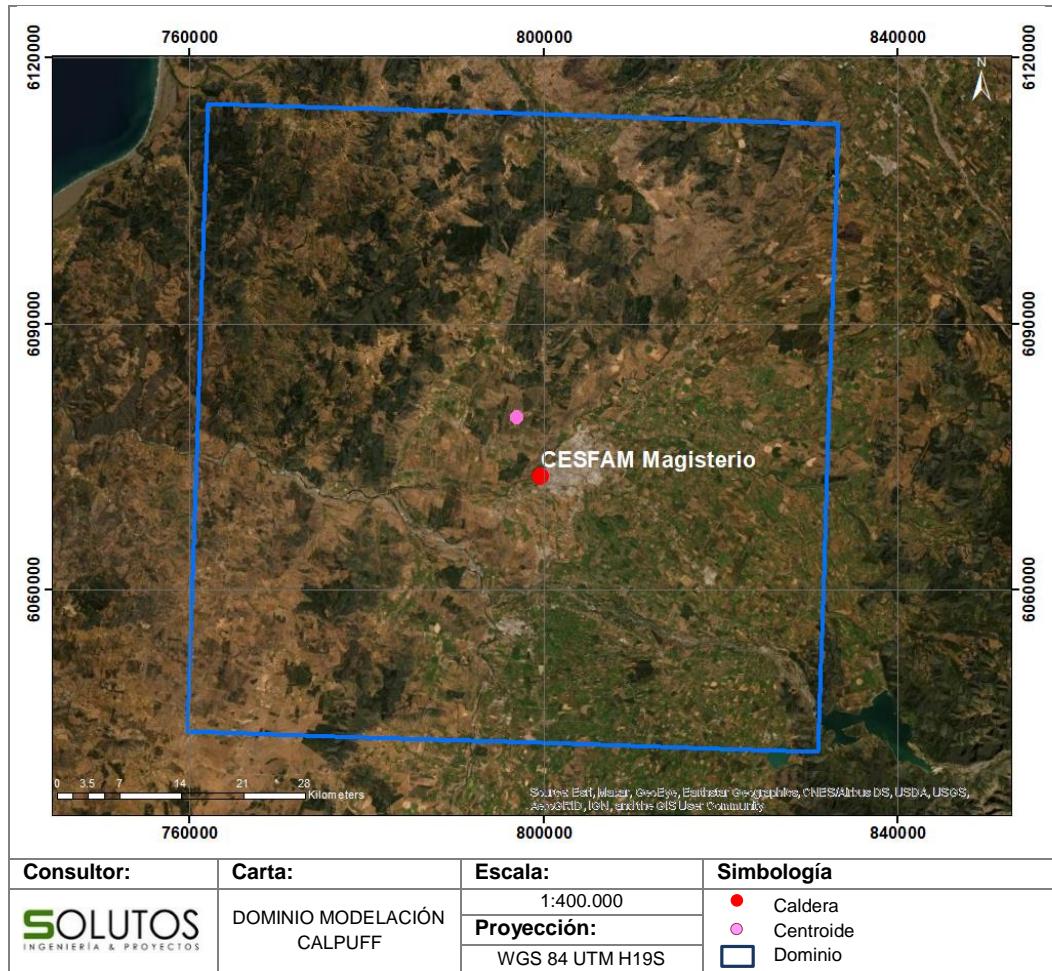
Vértice	Proyección UTM, Huso 19 Sur; <u>Atum WGS-84</u>	
	Este (m)	Norte (m)
Suroeste	759760.90	6044064.65
Sureste	288161.00	6045238.60
Noroeste	762175.73	6114423.84
Noreste	286042.92	6115854.38
Centroide	251432.78	6079586.70

Fuente: Elaboración propia.

ii. Dominio de Modelación CALPUFF

El dominio de la modelación de CALPUFF se extiende sobre el mismo dominio de la modelación WRF, correspondiente a un área 72 km x 72 km, tal como se presenta en la Figura 9. Esto para evaluar la mayor cantidad de territorio posible con las herramientas disponibles.

Figura 9. Dominio de la Modelación de CALPUFF.



Fuente: Elaboración propia.

Las coordenadas de los vértices y el centroide del dominio de la modelación CALPUFF, se presentan en la Tabla 12 a continuación:

Tabla 12. Coordenadas de vértices y centroide del dominio de Modelación CALPUFF.

Vértice	Proyección UTM, Huso 19 Sur; Atum WGS-84	
	Este (m)	Norte (m)
Suroeste	759760.90	6044064.65
Sureste	288161.00	6045238.60
Noroeste	762175.73	6114423.84
Noreste	286042.92	6115854.38
Centroide	251432.78	6079586.70

Fuente: Elaboración propia.

iii. Post procesamiento de información

Para obtener la concentración de la emisión de MP de la caldera utilizada en el CESFAM Villa Magisterio, se realizó una modelación en la fuente, esto quiere decir que se toma como fuente y receptor el mismo punto coordenado, en este caso se toma la fuente puntual de la chimenea de la caldera utilizada en el CESFAM Villa Magisterio y además se toma como receptor discreto este mismo punto. Dicha modelación permite evaluar los niveles de concentración en toda el área de estudio con respecto al art. 38 del D.S. N° 49/2015 MMA (PDA Talca-Maule), referido a los límites máximos de emisión de MP para calderas nuevas y existentes, los cuales se especifican en la tabla 23 del PDA, y corresponde a un límite de 100 mg/m³.

Es importante señalar que este mapa nace de la modelación del dominio, representado a través de una grilla de resolución 1 km, la que entrega datos de concentración de cada vértice de la misma. Además, los datos de concentración generados por el modelo son el resultado de la concentración promedio de la primera capa de modelación, la que tiene lugar desde 0 m nivel del suelo hasta los 20 m. Adicionalmente, se menciona que se toma la caldera como un receptor discreto de la modelación, lo cual ofrece un sentido de la magnitud más libre de distorsiones.

iv. Escenario de modelación

De acuerdo a la metodología planteada en el punto 8.1.4 del presente documento, los resultados obtenidos en la estimación de emisiones atmosféricas de la caldera corresponden a los siguientes:

Tabla 13. Emisión caldera actual y con recambio.

Variable	Emisión MP (t/año)
Emisión actual (caldera 2R 11 OF petróleo N°6)	46,35
Emisión estimada por recambio quemador Blowtherm GVAL 20 CE	5,50

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar la revisión sobre el cálculo realizado en el Anexo 4 del presente documento se adjunta la hoja de cálculo respectiva.

Finalmente, en la Figura 10 y en la Tabla 14 se muestra la ubicación espacial de la fuente y el receptor seleccionado (chimenea caldera CESFAM Villa Magisterio).

Figura 10. Fuentes del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Coordenadas polígono de fuente puntual.

Fuente	Tipo de fuente	Proyección UTM, Huso 19 Sur; Datum WGS-84	
		Este (m)	Norte (m)
Caldera 2R 11 OF petróleo N°6	Puente puntual	255051,03	6074503,89

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los datos utilizados para definir la fuente puntual (chimenea de la caldera), se presentan a continuación.

Tabla 15. Datos de modelación.

Fuente	Cantidad	Tipo de fuente	Altura de la fuente (m)	Elevación basal (m)	Diametro de la Chimenea (m)	Velocidad de salida de los gases (m/s)	Temperatura de salida de los gases (K)	Emisión (t/año)	Tasa de Emisión (t/año)
Caldera 2R 11 OF petróleo N°6	1	Puntual	4,4	100	0.25	0.057	497,15	46,35	46,35

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para obtener concentración en la chimenea de la Caldera utilizada en el CESFAM Villa Magisterio, se utilizó como receptor discreto la ubicación y características de la misma caldera, cuyos antecedentes se presentan a continuación.

Tabla 16. Coordenadas de receptores discretos.

Punto	Coordenadas WGS 84 UTM 19S		Altura del receptor (m)	Elevación base (m)
	Este (m)	Norte (m)		
Caldera 2R 11 OF petróleo N°6	255051,03	6074503,89	4,4	100

Fuente: Elaboración propia.

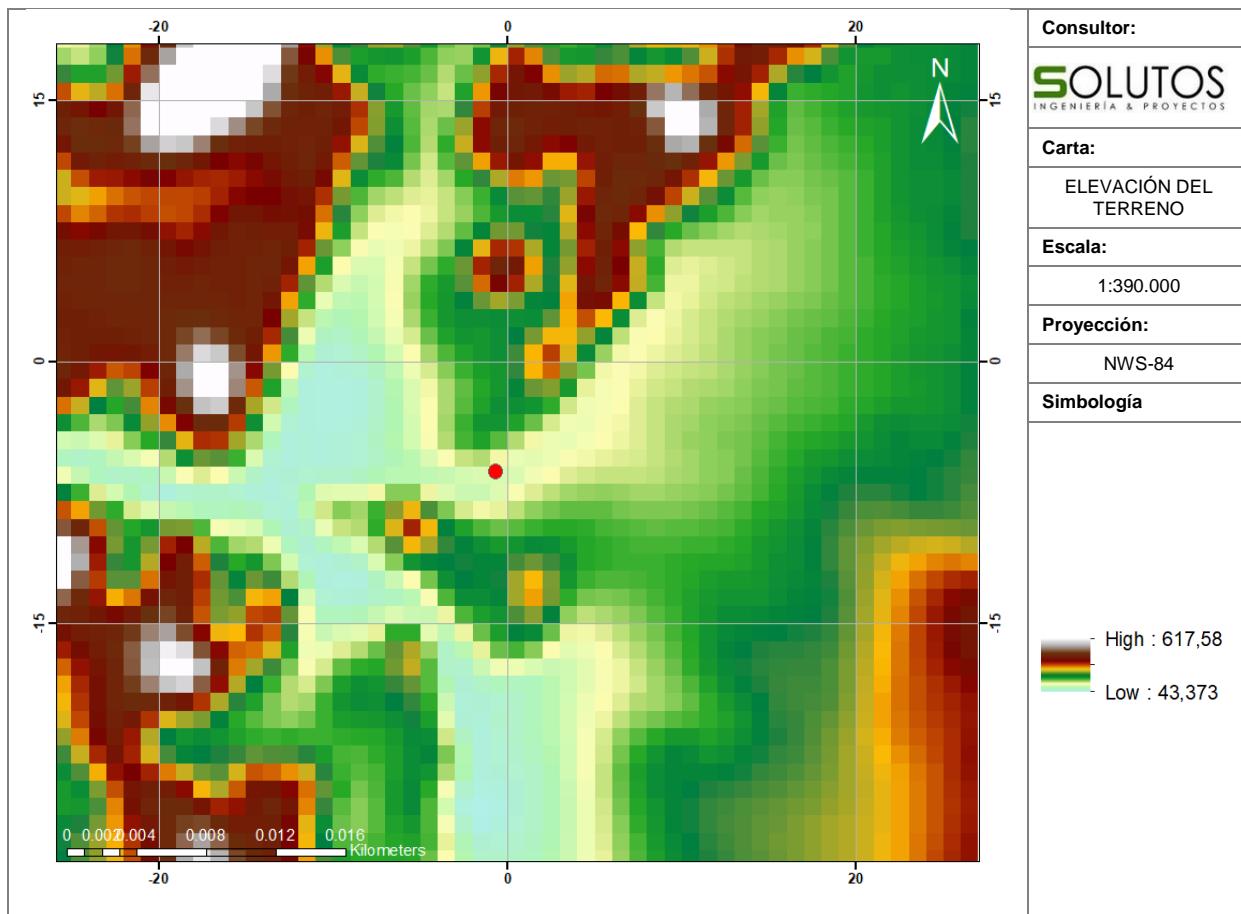
v. Resultados

Caracterización geofísica

Topografía

En la Figura 11, se puede observar la topografía dentro del dominio de modelación meteorológica. La elevación del terreno varía entre los 60 y 114 m.s.n.m. El punto rojo representa la ubicación del proyecto, el cual se encuentra a una elevación de 100 m.s.n.m. aproximadamente.

Figura 11. Elevación de terreno del área de estudio

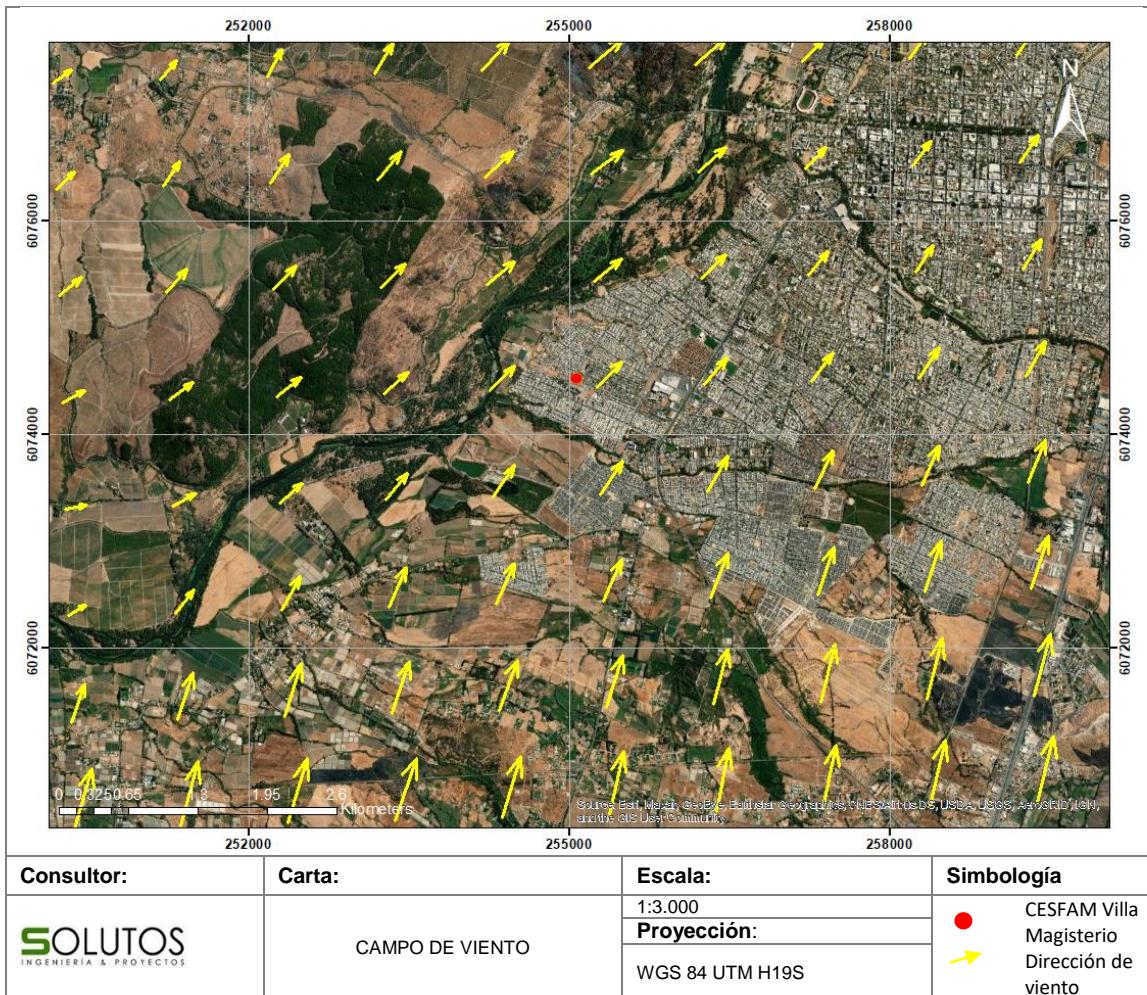


Fuente: Elaboración propia.

Meteorología

En la Figura 12 se puede ver que el viento predominante en la zona de estudio es sureste, ya que proviene desde el sur y se dirige hacia el norte con leve sentido de oeste a este, lo cual es similar en todo el dominio considerado para la modelación.

Figura 12. Campo de viento de área de estudio



Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar la capacidad del modelo utilizado para representar la situación base de la zona de estudio, en base a la estación más cercana, Estación La Florida, en la comuna de Talca, la cual, de acuerdo al análisis que se presenta a continuación, es similar a lo establecido mediante la modelación de WRF, por lo tanto, es factible la utilización de la metodología del uso del Modelo Weather Research and Forecasting Model (WRF), para la presente modelación.

Al momento de analizar la dispersión de contaminantes en la atmósfera, es muy importante caracterizar la meteorología de la zona de estudio, dado que sus parámetros, tales como vientos, temperatura y precipitación, entre otros, influyen de muchas maneras sobre la concentración.

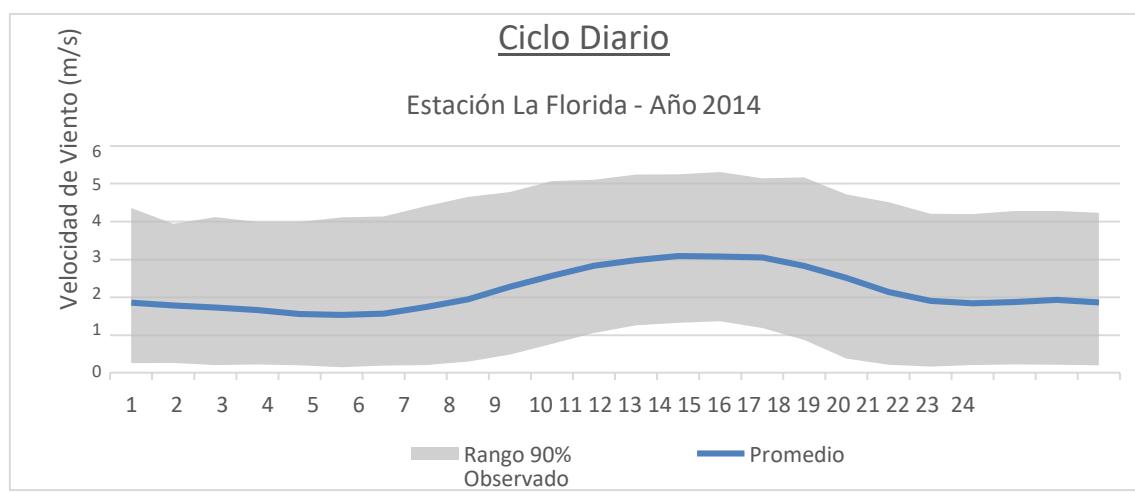
Cabe destacar que el análisis presentado a continuación corresponde a la meteorología de los datos de meteorología fueron extraídos de la estación meteorológica La Florida, ya que corresponde a la estación de calidad de aire más cercana al proyecto.

Cabe destacar que a continuación se presentan los datos meteorológicos de la estación La Florida durante el año 2014, ya que en dicho año se presentaron datos meteorológicos más estables.

Gráficos Ciclo diario

En los siguientes gráficos se presenta los ciclos diarios promedios de temperatura, velocidad y dirección del viento; junto con su variabilidad entre el percentil 5% a 95%.

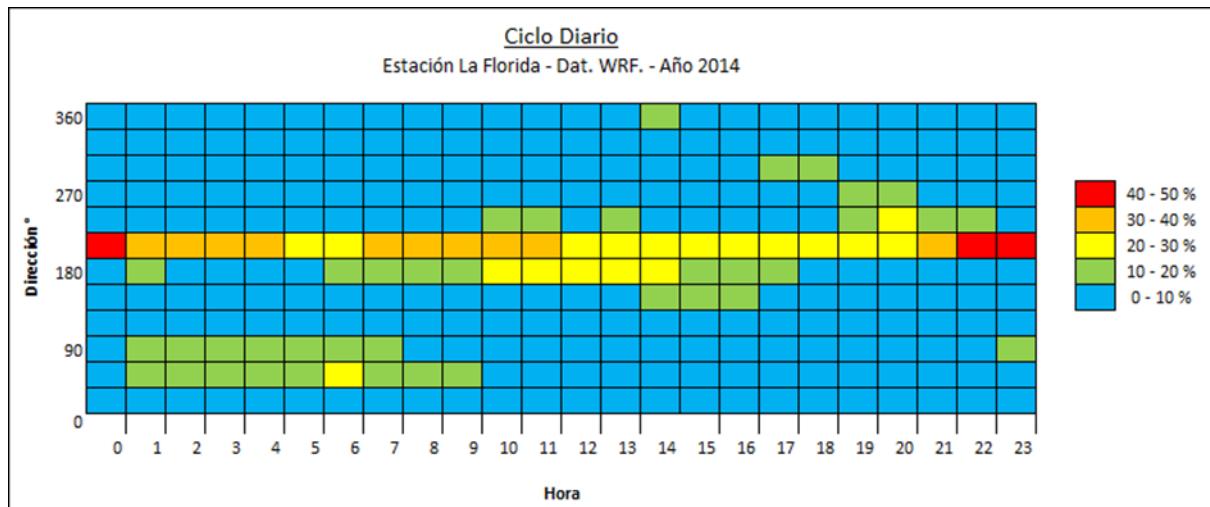
Figura 13. Ciclo diario para velocidad de viento.



Fuente: <https://sinca.mma.gob.cl/>

En relación al ciclo diario promedio de la velocidad de viento (Figura 13) se observa una velocidad promedio mínima de 1,5 m/s en las horas de la mañana y una velocidad máxima promedio de 3 m/s en las horas de la tarde. Durante el año, la velocidad del viento puede variar entre calmas y 5 m/s.

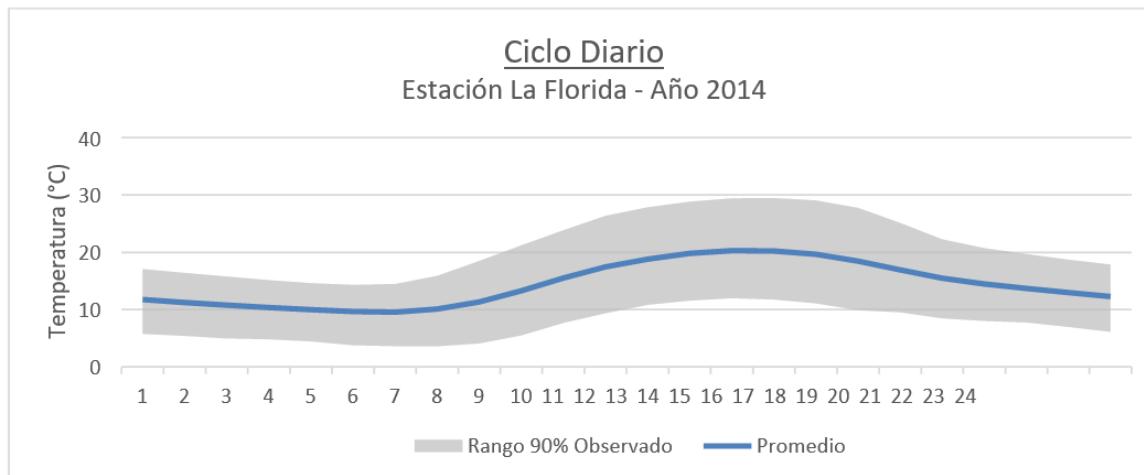
Figura 14. Ciclo diario para dirección de viento.



Fuente: <https://sinca.mma.gob.cl/>

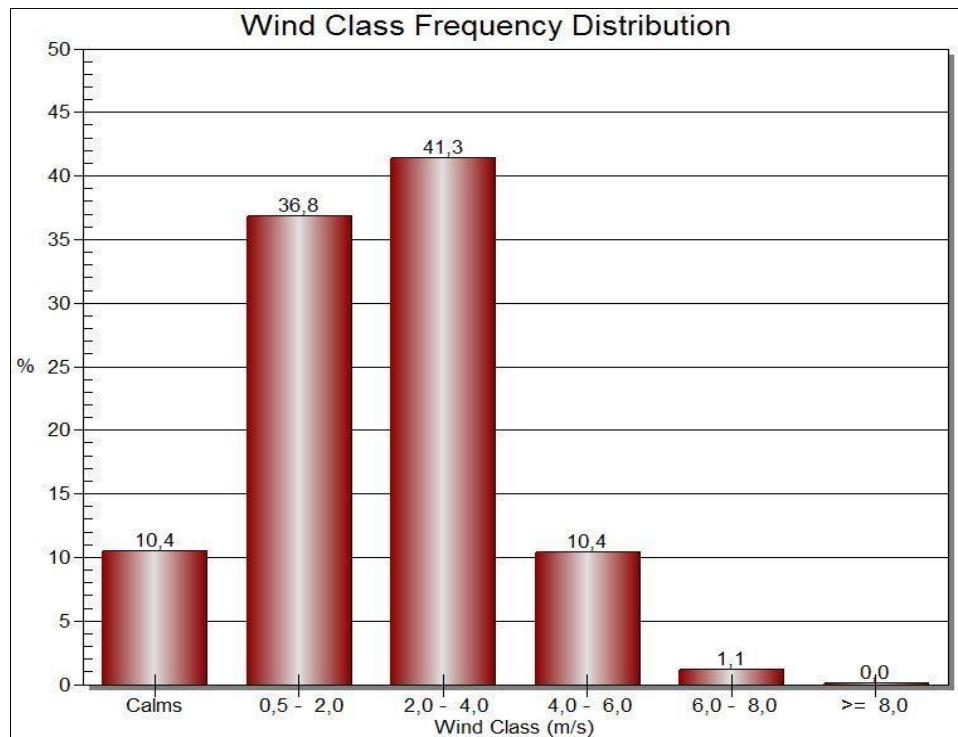
En relación al ciclo diario promedio de la dirección de viento (Figura 14) se observa que durante todo el día predominan los vientos provenientes del sur y sureste.

Figura 15. Ciclo diario para temperatura.



Fuente: <https://sinca.mma.gob.cl/>

Respecto al ciclo diario de la temperatura (Figura 15), se observa una temperatura promedio variable de 10°C a 20°C. La temperatura máxima ocurre a las 14 horas mientras que la mínima sucede a las 6 horas. Durante el año, la temperatura puede variar entre ±12°C respecto al promedio, alcanzando máximos de 30 °C y mínimas de 4°C, respecto al 90% observado.

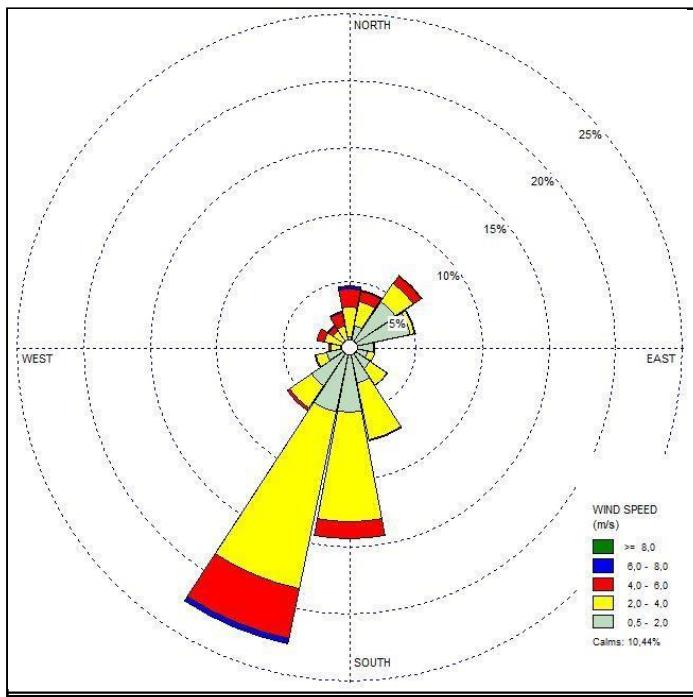
Gráficos Distribución de Vientos**Figura 16. Distribución velocidades de viento. EM La Florida.**

Fuente: <https://sinca.mma.gob.cl/>

La figura anterior muestra la distribución de vientos en la estación meteorológica de La Florida. De la figura se puede concluir que los vientos de calma representan un 10,4%, mientras que la mayor parte de las velocidades ocurren en el rango de 0,5 a 4 m/s con 78,1%. De lo anterior, 41,3% del viento alcanza velocidades entre 2 y 4 m/s.

Rosa de los Vientos

De la rosa de los vientos se puede concluir que el viento proviene principalmente del sur y sureste. Desde dichas direcciones se encuentran los vientos de mayor velocidad en el rango de 2 a 4 m/s.

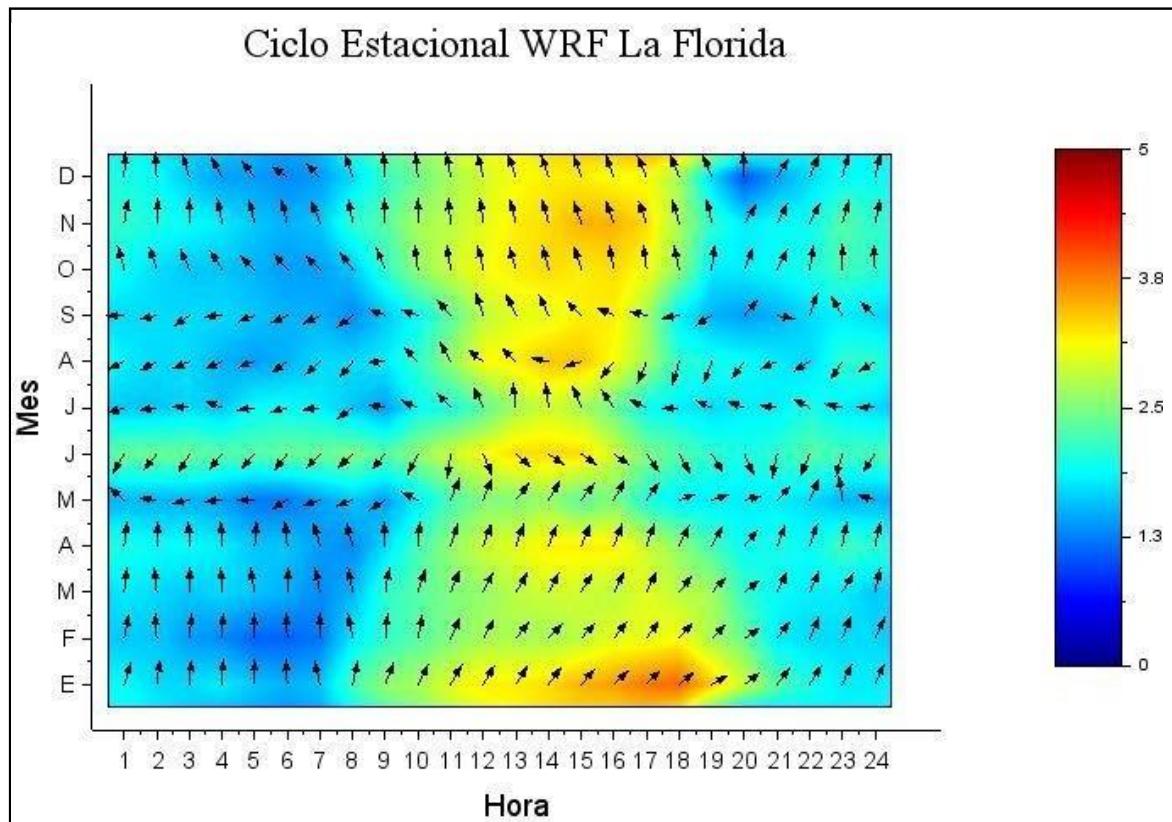
Figura 17. Rosa de los vientos. Estación Meteorológica La Florida.

Fuente: <https://sinca.mma.gob.cl/>

Gráficos Ciclo estacional

En la Figura 18 se observa la variación estacional de los ciclos de velocidad y dirección de viento. En relación a la dirección de viento en los meses de Octubre a Abril, se mantiene el ciclo diario con vientos desde el sur en todo el día. Durante los meses de julio a septiembre los vientos varían, proveniendo desde el este, mientras que en junio, provienen desde el norte.

Respecto a la velocidad del viento, durante las horas del día en otoño, primavera y verano ocurren las mayores velocidades, superando los 3 m/s. En dichas estaciones, en las horas de la mañana se detectan las calmas. En los meses de invierno las velocidades son más estables durante todo el día alcanzando un promedio de 2,5 m/s.

Figura 18. Variación estacional de velocidad y dirección de viento.

Fuente: <https://sinca.mma.gob.cl/>

Concentraciones

Tal como se menciona anteriormente, con el fin de obtener la concentración de la emisión de MP desde la caldera del CESFAM Villa Magisterio para el escenario actual, se realizó una modelación de concentración de emisiones en la fuente, obteniendo los siguientes resultados, para cada uno de los escenarios mencionados anteriormente.

Tabla 17. Concentración emisión caldera actual y con recambio.

Variable	Concentración de Emisión MP (mg/m ³ N)
Emisión actual (caldera 2R 11 OF petróleo N°6)	34,37

Fuente: Elaboración propia.

9. EVALUACIÓN DE MEDIDA DE COMPENSACIÓN

De acuerdo al cálculo realizado en el punto 8.1.4 del presente documento, la reducción de emisiones de MP₁₀ asociada a la medida de recambio de quemador en el sistema de calefacción en CESFAM Villa Magisterio, corresponde a 40,85 t/año.

Para realizar la revisión sobre el cálculo realizado sobre la reducción de emisiones producto de la implementación de esta medida se encuentra adjunto en el Anexo 4, la hoja de cálculo respectiva.

A continuación, en la Tabla 11, se presentan los resultados obtenidos de la reducción de la emisión asociado al recambio de quemador de sistema de calefacción en Cesfam Villa Magisterio.

Tabla 18. Resultados de reducción de emisiones recambio de caldera.

Variable	Emisión MP (t/año)
Emisión actual (caldera 2R 11 OF petróleo N°6)	46,35
Emisión estimada por recambio quemador Blowtherm GVAL 20 CE	5,50
Reducción estimada de MP ₁₀ al año	40,85

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, tal como se menciona en el punto 8.1.5. la concentración de emisión de MP actual generada por la Caldera del CESFAM Villa Magisterio, corresponde a 34,37 mg/m³N, por lo tanto, se aclara que la caldera seleccionada para compensación de emisiones del proyecto Hacienda del Maule, cumple con el límite máximo de emisión de MP establecido en el art. 38 del D.S. N° 49/2015 MMA (PDA Talca-Maule), por lo tanto, el cambio de quemador y combustible propuesto en el presente Programa de Compensación de Emisiones, corresponde a una medida adicional a lo que se exige por normativa a la caldera actualmente en operación, respondiendo a lo consultado en el Oficio Ordinario N°16/2021 del Seremi de Medio Ambiente de La Región de Maule, adjunto en el Anexo 5 del presente informe.

10. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDA DE COMPENSACIÓN.

Debido a que en el punto anterior se verifica el cumplimiento de la compensación de emisiones, a continuación, se detallan las actividades necesarias para la implementación del recambio de quemador en sistema de calefacción en CESFAM Villa Magisterio.

En primer lugar, se realizará la inutilización inmediata de los elementos de las calderas previo al recambio de quemador propuesto. Una vez efectuada la inutilización de las partes, y recepcionado el quemador se realizará la instalación del mismo y el quemador inutilizado será dispuesto en un lugar autorizado.

Además, se considera la instalación de los estanques de GLP, y las obras civiles consideradas para la distribución y funcionamiento del abastecimiento de gas, las cuales consisten principalmente en construcción de base para estanques, excavación lineal para protección perimetral, instalación de anclajes para estanques, instalación de celosía en muro, instalación de protección metálica para regulador, instalación de vaina de muro de cañerías y rejas verticales para estanques aéreos.

Adicionalmente se considera instalación de cañerías, conexiones, instalación de equipos de regulación de abastecimiento de combustible, y la instalación de 2 tanques de 450 litros aéreos de GLP.

Cabe destacar que, antes de la instalación se llevarán a cabo las actividades administrativas relacionadas a la inscripción de la caldera el Servicio de Salud de Maule, y además la firma de contratos para el servicio de instalación de la nueva caldera. Posteriormente, se realizará la certificación SEC para el funcionamiento del nuevo quemador.

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades consideradas para el recambio de quemador en sistema de calefacción, el cual se adjunta en el Anexo 1 del presente documento.

Tabla 19. Cronograma de actividades de implementación de caldera a gas.

Actividad	Días estimados	Semana 1				Semana 2				Semana 3				Semana 4				Semana 5				Semana 6				
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Firma de contrato																										
Entrega Quemadores a Gas	20 días																									
Instalación estanques	10 días																									
Obras Civiles	3 días																									
Instalación Quemador	2 días																									
Conexiones	2 días																									
Certificación SEC	10 días																									

Fuente: Elaboración propia.

11. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los antecedentes presentados en el presente PCE, se señala que el titular dará cumplimiento a la exigencia de compensar las emisiones generadas durante la fase de construcción del proyecto “Hacienda del Maule”, de acuerdo a lo establecido en el D.S N° 40/2015, ya que se contempla una compensación de emisiones correspondiente a 40,85 t/año, lo que corresponde a un 542% del total que se debe compensar de acuerdo a los cálculos realizados en el Estudio de Emisiones Atmosféricas adjunto en el anexo 2 del presente documento, que corresponde a 6,36 t/año.

Respecto a la forma y plazos para compensar las emisiones de MP₁₀, se realizará el recambio de quemador para sistema de calefacción una vez aprobado el presente programa por la Seremi de Medio Ambiente de la Región de Maule, aproximadamente en agosto de 2021, cabe destacar que a pesar que el requerimiento establecido en la RCA indica que se deben compensar las emisiones durante 10 años (fase de construcción), el recambio de quemador en sistema de calefacción compensará emisiones generadas actualmente en el CESFAM Villa Magisterio, durante toda la operación del mismo. El hito de implementación de la medida de compensación será en el momento en que se inicie la paralización del uso de la caldera utilizada actualmente. Se dará aviso con la debida anticipación a la autoridad ambiental la fecha de cumplimiento del hito mencionado, de manera que en caso de que se solicite, se pueda certificar en terreno, la medida propuesta.

12. REFERENCIAS.

Bornodes, J., Escobar, J., Norambuena, L., & Reinoso A. 2011. Guía Metodológica Inventario de Emisiones Atmosféricas, SINCA 2011.

Colbun S.A. 2011. Plan de Compensaciones de Material Particulado Complejo Termoeléctrico Santa María de Coronel.

Salvador, R. 2015. Estudio de Cambio de Combustible para la Caldera de Coca Cola Embenor S.A. Concepción, y las Modificaciones Necesarias Para Su Adecuada Combustión.

Seremi de Medio Ambiente, Región de O'Higgins. 2014. Manual de Orientación a titulares de proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en la elaboración del Programa de Compensación de Emisiones establecido en el D.S. N° 15/2013 Plan de Descontaminación Atmosférica del Valle Central de la Región de O'Higgins.

Superintendencia de Medio Ambiente, Gobierno de Chile. 2014. Evaluación del Instrumento de Compensación de Emisiones Región Metropolitana.

Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile. 2012. Guía Para el Uso de Modelos De Calidad del Aire en el SEIA.