



**Mat.** Presenta estudios y análisis complementarios al programa de cumplimiento refundido.

**Ant.** Anexo complementario a entrega de PdC Refundido

**Exp.** Expediente sancionatorio D-168-2023

Mostazal, 10 de enero de 2023

**Patricia Pérez V.**

Fiscal instructora

División de Sanción y Cumplimiento

Superintendencia del Medio Ambiente.

**PRESENTE.**

De nuestra consideración:


Rienk Brander Castañeda, en representación de Agroorgánicos Mostazal Ltda., en procedimiento sancionatorio D-168-2023, vengo a presentar estudios y análisis complementarios al programa de cumplimiento refundido presentado el 13 de diciembre de 2023.

En el programa de cumplimiento entregado el 28 de julio de 2023 y más tarde el programa refundido el 13 de diciembre de 2023, quedaron pendiente la entrega de los estudios que complementan la descripción de los efectos al medio ambiente y que establecen recomendaciones de acciones, por lo que mediante la presente se ingresan los siguientes documentos:

1. Estudio complementario a la estimación de emisiones a la atmósfera por la circulación de camiones, con datos de 2022 y 2023, con recomendaciones de especialista para realizar compensación, en relación con la acción N°14 del PDC refundido. (cargo N°5 del procedimiento sancionatorio D-168-2023).
2. Estudio de modelación y dispersión de olores planta Chimbarongo de Agroorgánicos Mostazal, con relación al cargo N°2 y N°5 del procedimiento sancionatorio D-168-2023.



3. Estudio de Flora, Fauna y vegetación asociados a la descripción de los efectos negativos en el cargo N°5.
4. Respaldo de coordinación para toma de muestra requerida por SMA como monitoreo de control de aguas de pozos, asociado al cargo N°2.
5. Documento Adenda a "Adenda Efectos sobre el Medio Ambiente, Rol 168-2023", con los contenidos de estudios pendientes comprometidos.
6. Documento Adenda a "Forma de Implementación" Rol 168-2023 Chimbarongo, con los contenidos pendientes de entrega por el titular.

  
Rienk Brander Castañeda  
~~3.984.277-7~~  
Representante Legal  
Agroorganicos Mostazal Ltda.

Mostazal, 10 de enero de 2024



# ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE OLORES

PLANTA AGROORGÁNICOS MOSTAZAL

INFORME TÉCNICO ELABORADO PARA:



Estudio Dispersión de Olores

Proyecto: Planta Agroorgánicos Mostazal

Comuna de San Fernando, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

© **SICAM Ingeniería**

Estudios Técnicos en Medio Ambiente

Casa matriz: Prieto Sur 965, Temuco. Chile.

Teléfono (045) 2 668119

Página web: [www.sicam.cl](http://www.sicam.cl)

Contacto: [cvarela@sicam.cl](mailto:cvarela@sicam.cl)

Diciembre, 2023

### Equipo Técnico

#### **MSc. Cristian Varela Bruce**

Ingeniero Ambiental

Jefe Modelación

Elaboración de informe.

#### **Ing. Brayan Cerda Morales**

Ingeniero Civil Ambiental

Análisis de calidad del aire y meteorología.

Elaboración de informe.



## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO .....	6
1.1	Identificación de la empresa consultora .....	6
1.2	Objetivos de la consultoría.....	6
2	ANTECEDENTES GENERALES.....	7
2.1	Localización del Proyecto .....	7
2.2	Objetivo del Estudio .....	9
2.3	Descripción General del Proyecto.....	9
3	MARCO NORMATIVO .....	10
4	METODOLOGÍA PARA LA PREDICCIÓN DEL IMPACTO ODORANTE .....	11
4.1	Determinación del área de influencia.....	11
4.2	Metodología de Modelación.....	11
4.2.1	Modelo Meteorológico.....	12
4.2.2	Características del Dominio de Modelación y su Entorno.....	12
4.2.3	Dominio de Modelación.....	13
4.2.4	Topografía y Uso de Suelo .....	14
5	CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA.....	15
5.1	Información Meteorológica .....	15
5.2	Rosas de Los Vientos.....	16
5.2.1	Series de Tiempo y ciclos diarios .....	19
5.2.2	Ciclos Estacionales.....	22
5.2.3	Ciclos estacionales de datos en altura .....	24
6	CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE Y SUS EMISIONES.....	26
6.1	Identificación de las fuentes emisoras .....	26
6.2	Metodología de Estimación de Emisiones.....	27
6.3	Perfil temporal .....	27
7	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN.....	28
7.1	Validación Meteorológica.....	28
7.2	Resultados de la Modelación Meteorológica.....	30
7.3	Resultados de la Modelación de Dispersión de Contaminantes.....	35
8	CONCLUSIONES.....	41
9	REFERENCIAS.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emplazamiento del proyecto .....	8
Figura 3. Protocolo de Modelación.....	11
Figura 4. Esquema general de funcionamiento de WRF-ARW.....	12
Figura 5. Dominio de Modelación WRF/CALPUFF.....	13
Figura 6. Topografía del área de modelación 3D.....	14
Figura 6. Rosas de los vientos estacionales (A: Primavera B: Verano) .....	16
Figura 7. Rosas de los vientos estacionales (C: Otoño, D: Invierno).....	17
Figura 8. Rosas de los vientos ciclo diario - E: Día (07:00-21:00); F: Noche (21:00-07:00) .....	18
Figura 9. Series de tiempo horaria de variables meteorológicas año 2021 .....	20
Figura 10. Ciclos diarios de variables meteorológicas año 2021.....	22
Figura 11. Variación estacional del ciclo diario de la velocidad del viento .....	22
Figura 12. Variación estacional del ciclo diario de la Temperatura .....	23
Figura 13. Variación estacional del ciclo diario de la Humedad Relativa .....	23
Figura 14. Variación estacional del perfil vertical de temperatura.....	24
Figura 15. Variación estacional del perfil vertical de velocidad de viento .....	25
Figura 16. Temperatura observada v/s modelada serie anual .....	28
Figura 17. Correlación temperatura observada v/s modelada serie anual .....	28
Figura 18. velocidad del viento modelada v/s modelada serie anual .....	29
Figura 19. Correlación Velocidad del viento observada v/s modelada serie anual .....	29
Figura 20. Campos de viento estación: Verano-periodo nocturno .....	31
Figura 21. Campos de viento estación: Verano-periodo diurno .....	31
Figura 22. Campos de viento estación: Otoño-periodo nocturno.....	32
Figura 23. Campos de viento estación: Otoño-periodo diurno.....	32
Figura 24. Campos de viento estación: Invierno-periodo nocturno .....	33
Figura 25. Campos de viento estación: Invierno-periodo diurno .....	33
Figura 26. Campos de viento estación: Primavera-periodo nocturno.....	34
Figura 27. Campos de viento estación: Primavera-periodo diurno.....	34
Figura 28. Receptores Asociados al Proyecto.....	36
Figura 29. Modelación de Dispersión de Olores. (P98).....	38
Figura 30. Modelación de Dispersión de Olores. (P98) Sin Laguna de recepción de líquidos .....	39
Figura 31. Modelación de Dispersión de Olores, Área de influencia .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Norma de calidad del aire para olores.....	10
Tabla 2. Sensibilidad de receptor a los olores.....	10
Tabla 3. Coordenadas vértices del área de modelación del proyecto (Huso 18 – WGS84).....	13
Tabla 3. Estaciones meteorológicas y calidad del aire para datos en superficie .....	15
Tabla 4. Ubicación Estación de Radiosondeo para datos de altura .....	15
Tabla 6. Definición y ubicación de fuentes generadoras de olor .....	26
Tabla 7. Factores de emisión para generación de olores.....	27
Tabla 8. Estimación de emisiones Escenario I.....	27
Tabla 8. Estimación de emisiones Escenario II .....	27
Tabla 9. Estadísticos de Desempeño del Modelo Meteorológico .....	30

---

Tabla 11. Resultados de la modelación de olores escenario I.....	36
Tabla 12. Resultados de la modelación de olores escenario II.....	37



## 1 ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO

### 1.1 Identificación de la empresa consultora

Nombre	: SICAM INGENIERÍA
RUT	: 76.244.668-5
Dirección	: PRIETO SUR 965
Comuna	: TEMUCO
Región	: ARAUCANÍA
Email	: <a href="mailto:servicios@sicam.cl">servicios@sicam.cl</a>
Teléfono	: 61575998
WEB	: <a href="http://www.sicam.cl">www.sicam.cl</a>

### 1.2 Objetivos de la consultoría

Determinar, mediante modelación WRF/CALPUFF, la dispersión de olores generados por las actividades asociadas a la operación del proyecto Planta de Compostaje, Agroorgánicos Mostazal, sobre las poblaciones circundantes.



---

## 2 ANTECEDENTES GENERALES

El presente informe contiene el estudio de dispersión de olores, desarrollado en el marco de la presentación de un Programa de Cumplimiento (PdC) asociado al rol D-168-2023, el que será presentado a la Superintendencia del Medio Ambiente, en respuesta a una de las observaciones que esta institución realiza en Res Ex N° 3/2023 /Rol 168-2023, a la primera versión del PdC presentado en julio de 2023.

El proyecto de compostaje de la empresa mandante se presentó a evaluación ambiental en el año 2001, fecha en que se encontraba vigente el Reglamento del Sistema de Impacto Ambiental DS N° 30/1997/Minsejpres y en un contexto regulatorio-metodológico que no exigía línea de base para inmisión de olores.

### 2.1 Localización del Proyecto

El Proyecto se encuentra ubicado en Parcelación Quicharco, parcela 3 lote 2, en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, tal como se observa en la Figura 1.



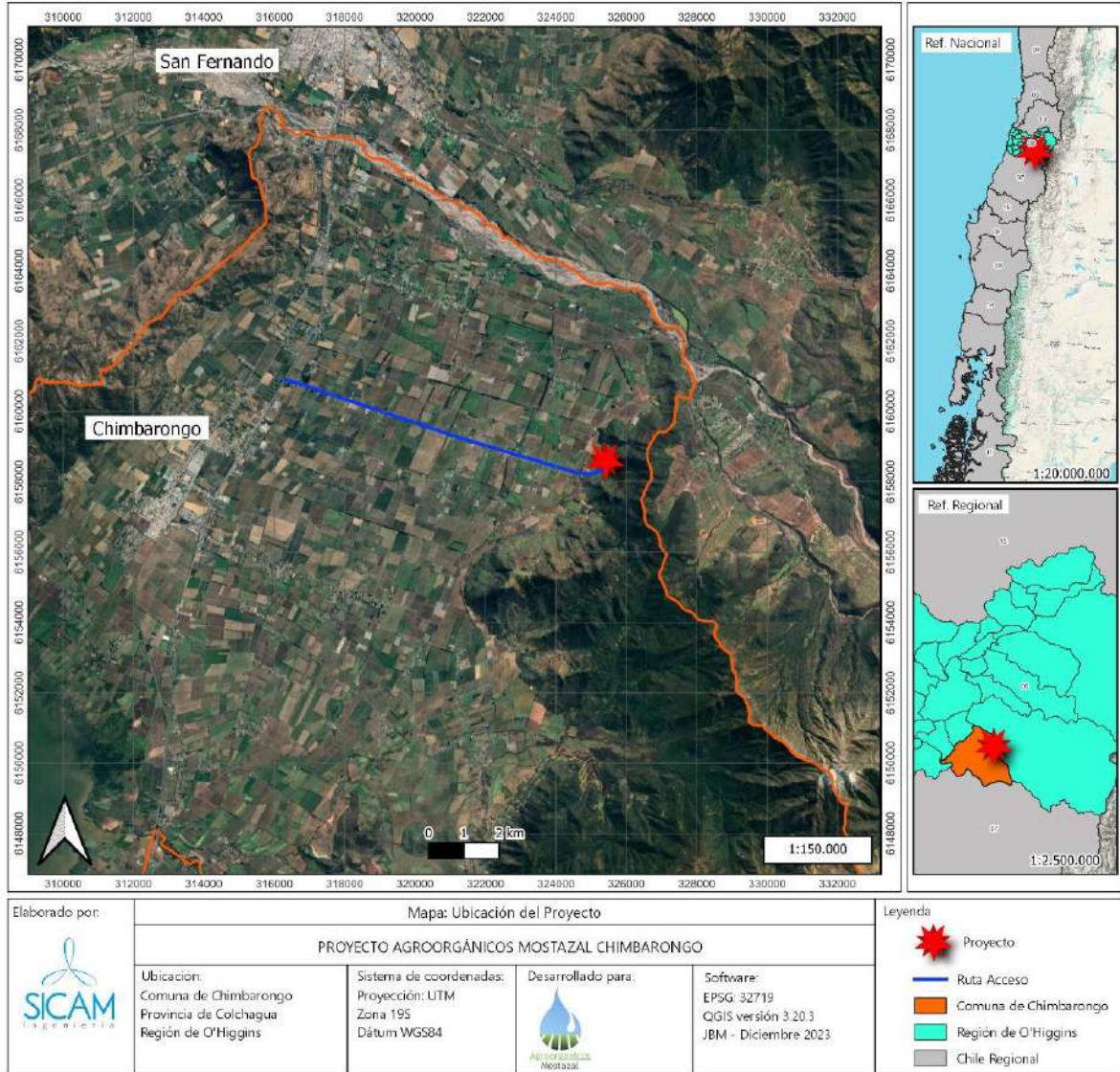


Figura 1. Emplazamiento del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Objetivo del Estudio

Determinar, mediante modelación WRF/CALPUFF, la dispersión de olores generados por el funcionamiento de la Planta de compostaje Chimbarongo de Agroorgánicos Mostazal, para evaluar su impacto odorífero en el área circundante, en el marco de la preparación de un Programa de cumplimiento por proceso sancionatorio Rol D-168-2023.

## 2.3 Descripción General del Proyecto

La Planta de Compostaje Agroorgánicos Mostazal de Chimbarongo tiene por objetivo la recepción de residuos orgánicos aptos para compostar, provenientes de agroindustrias de la zona. La recepción se realiza en un terreno semiplano, desprovisto de árboles, sin aptitud agrícola, con clasificación VIe y VIle, con una superficie de 82,5 há, de las cuales 15 há se destinan a la actividad, además de una vivienda que se destina para el uso del operario de la planta. Las oficinas administrativas de la empresa se encuentran fuera de dicho recinto, en la localidad de San Francisco de Mostazal.

El proyecto tipificó, al momento de la evaluación ambiental, como o) Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.

De los datos que permiten dimensionar el proyecto se dispone de un flujo anual autorizado es de 981 camiones, lo que equivale a 39.240 m<sup>3</sup> anuales de materia prima, debido a que cada camión tiene una capacidad de carga aproximada de 40 m<sup>3</sup>

En 2020, el proyecto presentó modificaciones al SEA regional, para su pronunciamiento a través de una Consulta de Pertinencia en el que se modificaron las dimensiones de las pilas, se incorporaron y retiraron materias primas, los detalles en tabla extractada de la Resolución 20206101209/2020, que resuelve el no ingreso al SEIA.

### 3 MARCO NORMATIVO

En la actualidad, Chile no posee normas legales vigentes que se refieran a la regulación de la generación de olores, ni de distancias mínimas de la generación hacia potenciales receptores, para plantas de compostaje, sin embargo se encuentra vigente la norma para regulación de planteles porcinos y en estudio para la industria de productos hidrobiológicos, siendo la siguiente a ser reguladas las PTAS. Ante esto se han realizado revisiones internacionales con el fin de fijar un estándar para la evaluación del proyecto en cuestión, señalándose 3 opciones normativas recogidas en proyectos a nivel nacional, siendo el más estricto el definido por el Reino Unido y que por tal motivo será utilizado en la evaluación del presente estudio.

Tabla 1. Norma de calidad del aire para olores

País	Valor	Unidad	Descripción	Fuente
Reino Unido	1.5	(alto) UOe/m <sup>3</sup> P95 de promedios horarios	Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal	H4 Agencia Medioambiental
Colombia	7	(alto) UOe/m <sup>3</sup> P98 de promedios horarios	Otras Actividades	Resolución 1541 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia
España (Cataluña)	5	(Medio) UOe/m <sup>3</sup> P98 de promedios horarios.	Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal.	Ateproyecto de Ley Contra la Contaminación Olorífera. Dirección gral.

Fuente: [1], [2]

Tabla 2. Sensibilidad de receptor a los olores

Receptor	Descripción
Receptor de alta sensibilidad	Tierras circundantes donde: usuarios pueden gozar de alto nivel de comodidad Habitantes residen en la zona continuamente, o a lo menos periodos extensos. Ejemplos: viviendas residenciales, hospitales escuelas, centros de educación y turismo o culturales.
Receptor de sensibilidad media	Tierras circundantes donde: Usuarios pueden esperar disfrutar de un nivel razonable de confort, sin esperarlo en la misma medida que en su lugar de residencia habitual. Habitantes no residen habitualmente en la zona. Ejemplo: Lugares de trabajo, locales comerciales y campos de deporte o recreación
Receptor de baja sensibilidad	Tierras circundantes donde: No es razonable esperar niveles de confort Existe exposición transitoria, donde los habitantes residen solo por periodos limitados de tiempo. Ejemplo; zonas industriales granjas, caminos y carreteras.

Fuente: Guidance on the assessment of odour for planning, IAQM 2014. [2]

## 4 METODOLOGÍA PARA LA PREDICCIÓN DEL IMPACTO ODORANTE

### 4.1 Determinación del área de influencia

La determinación del área de influencia para olores se realiza mediante la proyección de isolíneas de concentración de olor (isodoras), lo que permite observar la amplitud territorial de la pluma odorante de acuerdo a un mínimo criterio de corte cartográfico (1  $OU_E/m^3$ ). Esto se realiza a partir de la utilización de un modelo de dispersión.

### 4.2 Metodología de Modelación

El sistema de modelación propuesto considera el protocolo, WRF/CALPUFF, el cual ha sido adaptado a las condiciones del área de estudio.

Se aplicó el modelo meteorológico WRF (*Weather Research and Forecasting*), para lo cual se elaboraron escenarios de campos de vientos que sirven de base para el entendimiento de la meteorología del área de estudio. Por otra parte, se realizó un procesamiento espacial de inventarios de emisiones, para ser utilizado en el modelo de dispersión de contaminantes.

CALPUFF es un modelo dinámico tipo *puff*, concordante con las recomendaciones entregadas en la Guía para Usos de modelos de calidad del aire del SEA [6], que asume que de una sola fuente sale una bocanada (*puff*), la cual va sufriendo alteraciones a medida que se dispersa y transporta, a través de mecanismos de advección, difusión, recirculación y transformaciones químicas.

La Figura 2 muestra el protocolo de modelación utilizado en el presente estudio.

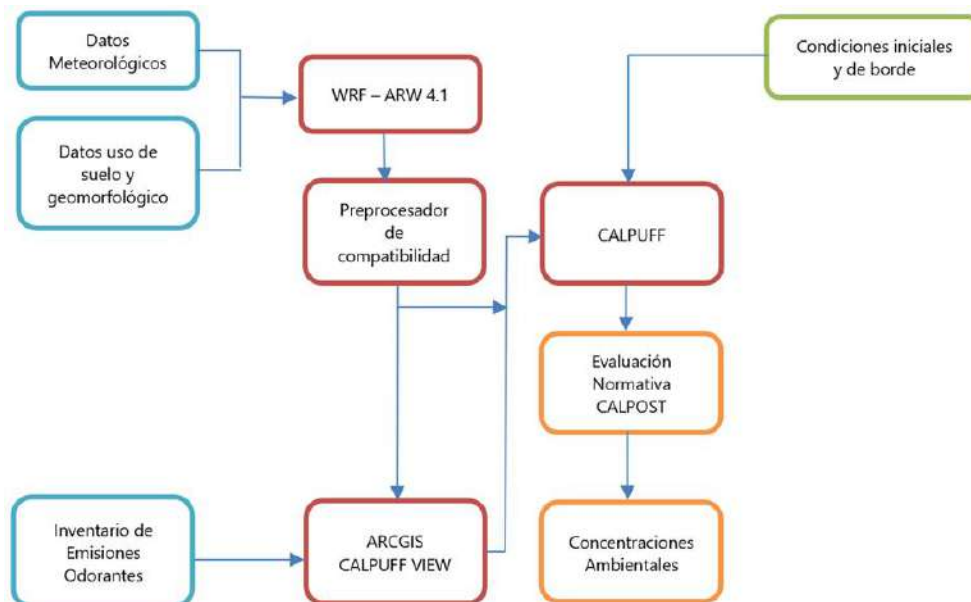


Figura 2. Protocolo de Modelación

#### 4.2.1 Modelo Meteorológico

La modelación meteorológica se realizó utilizando WRF 4.1 (*Weather Research and Forecasting Model*, por sus siglas en inglés) en base a los criterios y recomendaciones establecidos por la US EPA (*Guidance on the Use of Models and Other Analyses for Demonstrating Attainment of Air Quality Goals for Ozone, PM2.5, and Regional Haze, 2007*).

En términos esenciales, el modelo WRF consta de tres módulos principales, WPS, WRF-Var y WRF-ARW, tal como se aprecia en el esquema de la Figura 3.

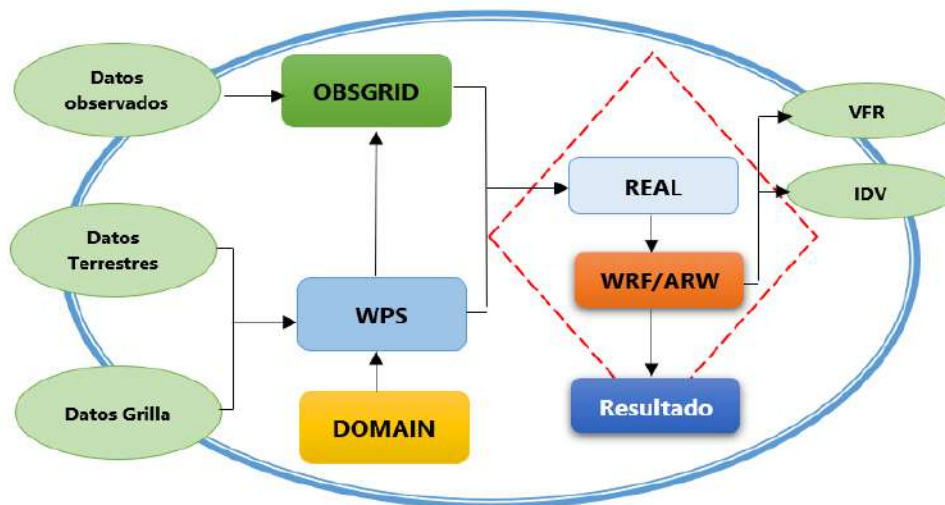


Figura 3. Esquema general de funcionamiento de WRF-ARW

Fuente: Elaboración propia en base al manual de usuario de WRF.

#### 4.2.2 Características del Dominio de Modelación y su Entorno

De acuerdo a los requerimientos metodológicos, el consultor recopiló, procesó y seleccionó los datos de entrada, necesarios para alimentar el modelo meteorológico y de dispersión, ajustando al formato correspondiente. A continuación, se presenta la data utilizada, haciendo referencia a los criterios de selección empleados, y describiendo aquellos elementos que tienen incidencia en los procesos de transporte y dispersión de olores.

### 4.2.3 Dominio de Modelación

Para efecto de evaluar el impacto de las concentraciones de olor, provocado por el proyecto, se ha seleccionado un dominio de modelación en función de la disponibilidad de información meteorológica y cercanía a receptores de interés, siguiendo los lineamientos de la Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire [6] y la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor [1]. Posee una dimensión de 50 x 50 km, con un tamaño de celda de 1 x 1 km. La Tabla 3 muestra las coordenadas de los vértices del dominio de modelación.

Tabla 3. Coordenadas vértices del área de modelación del proyecto (Huso 19 – WGS84)

Identificación	Coordenada E (m)	Coordenada S (m)
NO	300959	6181807
NE	348916	6182859
SO	301936	6134207
SE	349414	6134264

Fuente: Elaboración propia

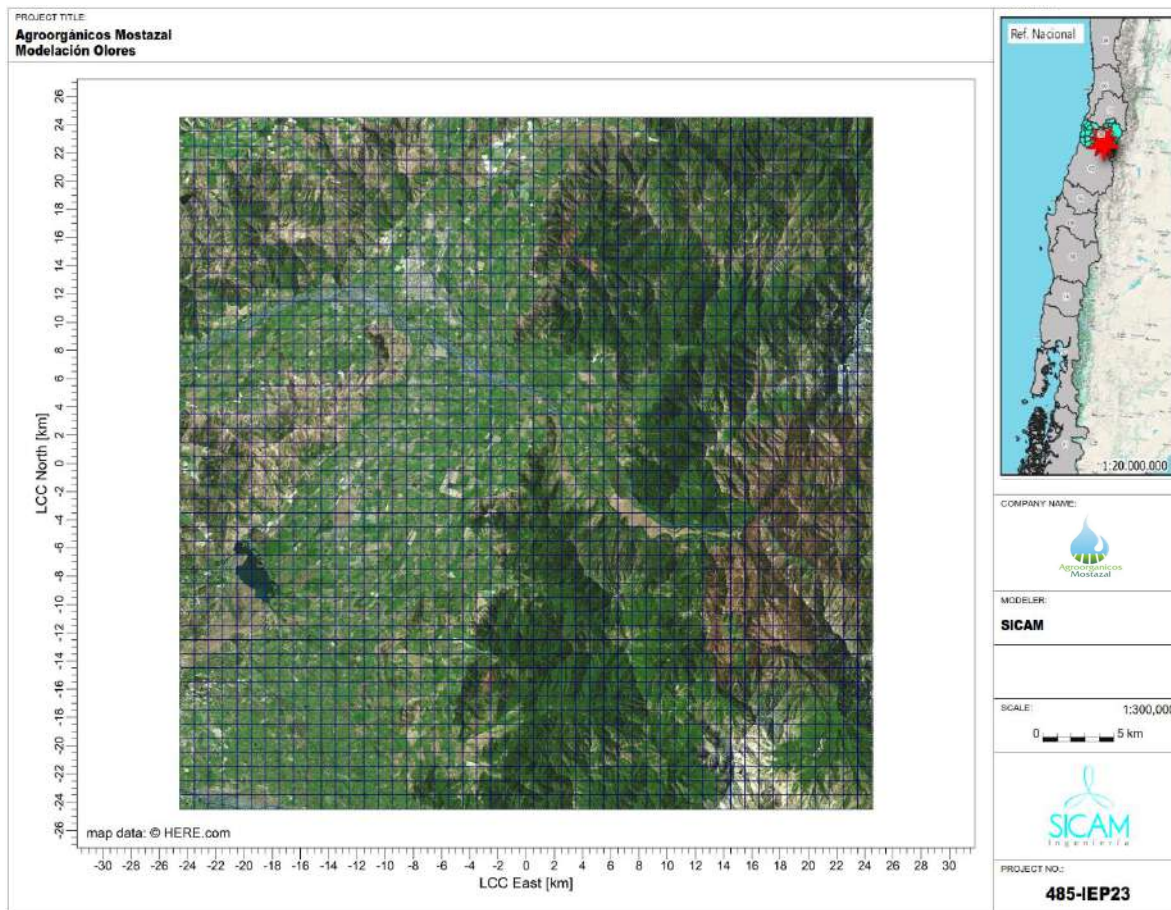


Figura 4. Dominio de Modelación WRF/CALPUFF

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4 Topografía y Uso de Suelo

La topografía del dominio fue obtenida de las bases satelitales topográfica SRTM3 que poseen una cobertura global con aproximadamente 90 m de resolución y las bases de uso de suelo GLCC con 1 km de resolución. La representación en tres dimensiones en la Figura 5, da cuenta de los principales accidentes topográficos de la zona de estudio, apreciándose en particular, las principales deformaciones del terreno.

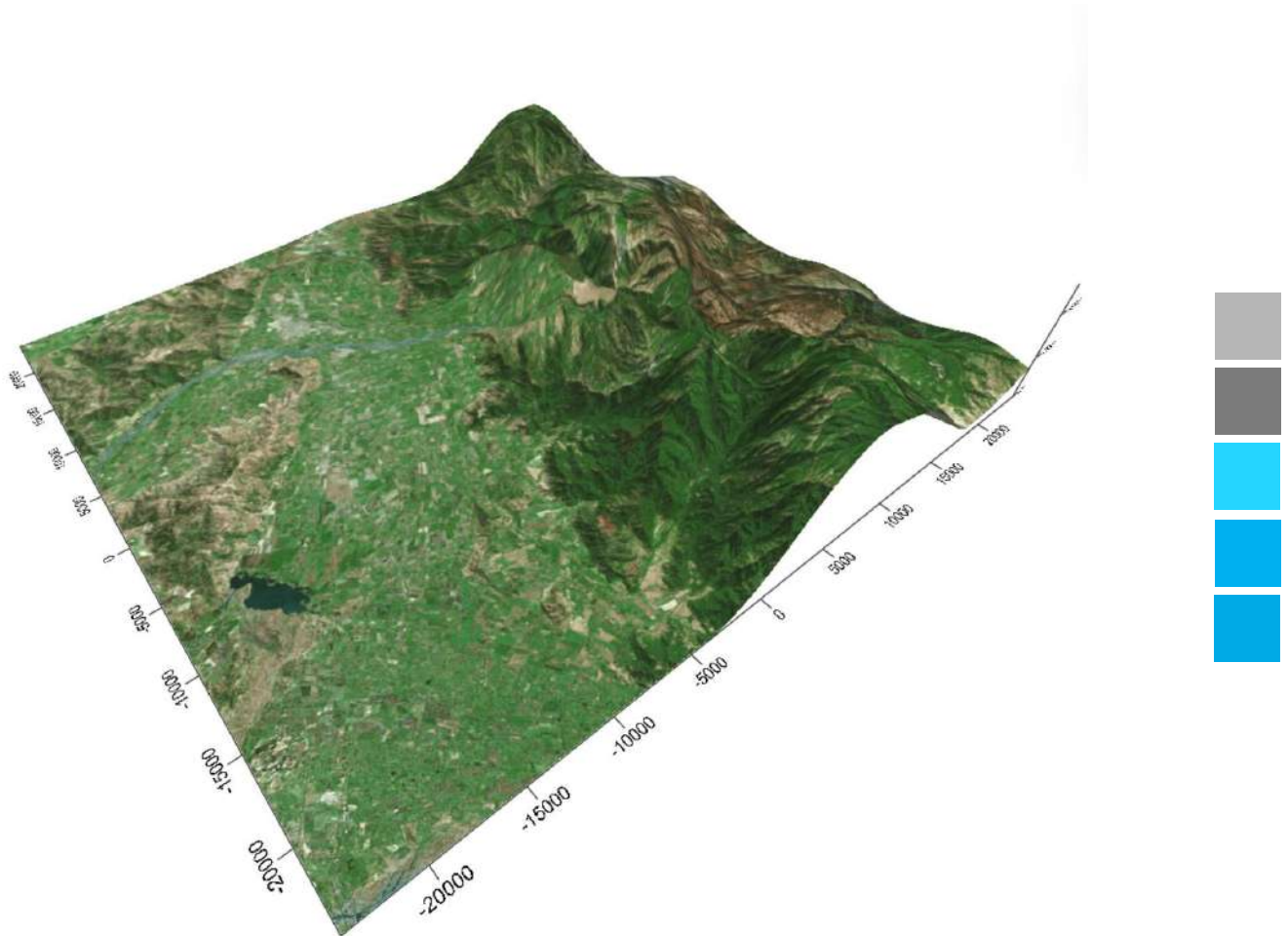


Figura 5. Topografía del área de modelación 3D  
Fuente: Elaboración Propia



## 5 CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA

### 5.1 Información Meteorológica

La información meteorológica utilizada proviene de estaciones de superficie cercanas al área del proyecto y en altura de una estación de radio sondeo. A continuación, en la Tabla 4 y Tabla 5, se detallan las fuentes de información y sus características, para datos de variables meteorológicas de superficie y altura, respectivamente, para el año base 2021. Para el caso de las variables meteorológicas HR, TA, DV, VV y RG, la información fue obtenida a partir de los registros de la Estación Meteorológica “San Fernando” de la comuna de San Fernando, de propiedad del Ministerio del Medio Ambiente, de la red de monitoreo SINCA. Correspondiente a la estación con información horaria más cercanas al Proyecto y representativas del área de estudio.

Tabla 4. Estaciones meteorológicas y calidad del aire para datos en superficie cercanas al proyecto

Nombre Estación	Coordenadas UTM (19 H)		Variables meteorológicas				
	UTM-E	UTM-S	HR	TA	DV	VV	RG
Estación San Fernando	317503	6171746	X	X	X	X	X

HR: humedad relativa; TA: Temperatura ambiente; P: Presión atmosférica; DV: dirección del viento; VV: velocidad del viento, PP: precipitaciones; RG: Radiación global

Tabla 5. Ubicación Estación de Radiosondeo para datos de altura

Nombre Estación	Coordenadas UTM (19 H)	
	UTM-E	UTM-N
Santo Domingo	257969	6273039

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Rosas de Los Vientos

A continuación, en las siguientes gráficas se presenta la rosa de los vientos en un análisis estacional (verano, otoño, invierno, primavera). Los datos analizados corresponden a los registrados por la Estación San Fernando, de la comuna de San Fernando, en el año 2021, perteneciente a la red de monitoreo del Ministerio de Medio Ambiente de la red SINCA (Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire), la cual corresponde a la estación más cercana a la fuente, que presenta registro de datos horarios. Por otra parte, es importante mencionar que para la elaboración de las rosas de los vientos se empleó la opción de "blowing from", es decir que el vector sopla desde el origen hacia la estación.

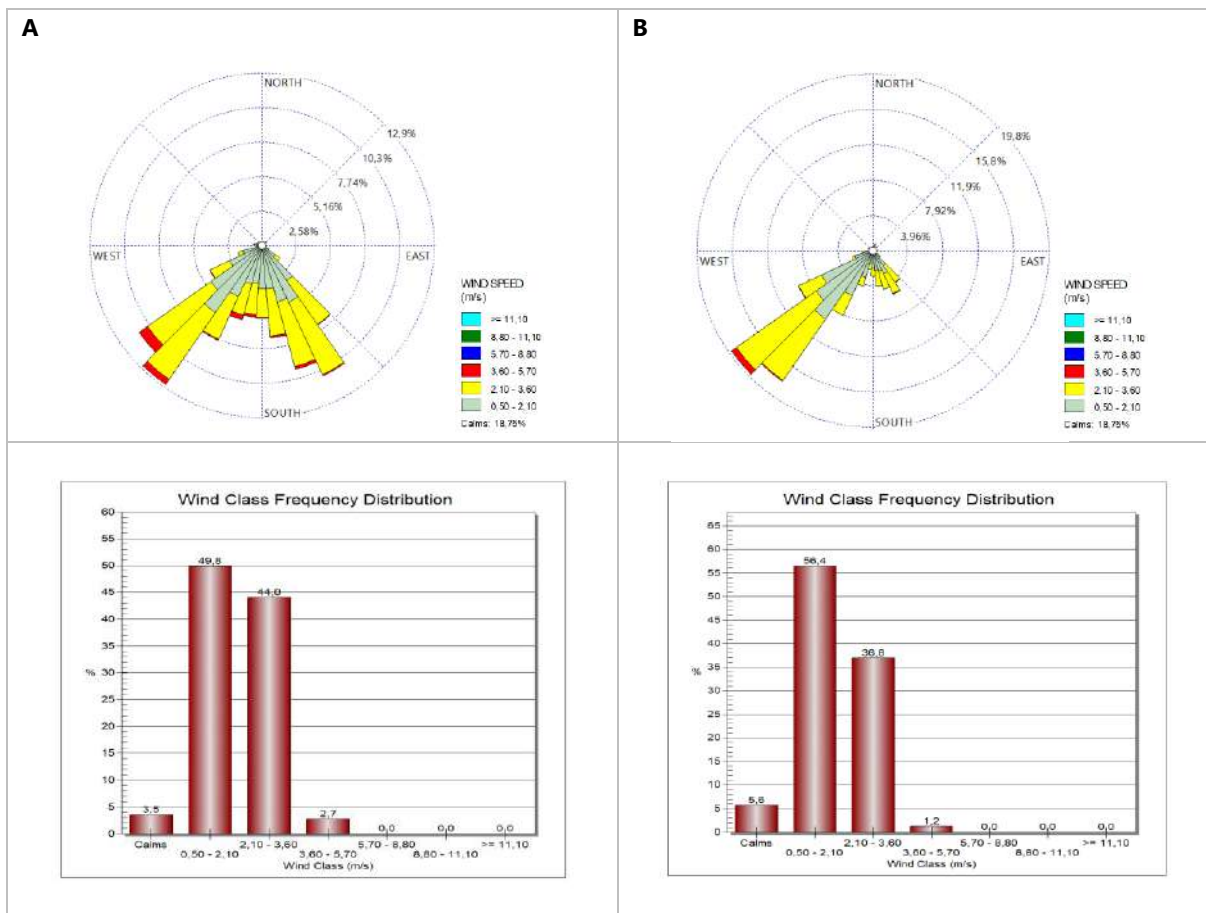


Figura 6. Rosas de los vientos estacionales (A: Primavera B: Verano)

Fuente: En base a datos meteorológicos año 2021, Estación San Fernando.

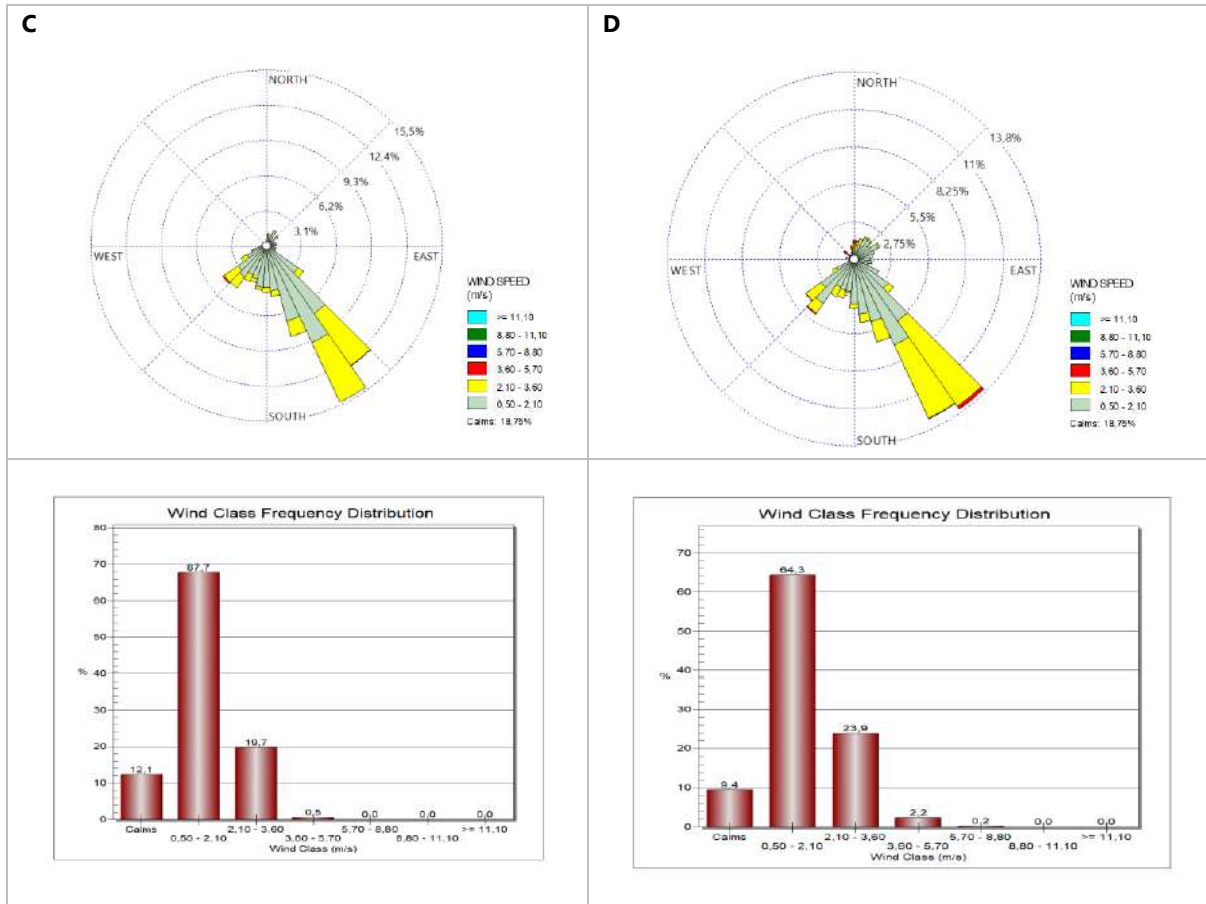


Figura 7. Rosas de los vientos estacionales (C: Otoño, D: Invierno)

Fuente: En base a datos meteorológicos año 2021, Estación San Fernando.

De las rosas de los vientos estacionales se puede observar que la velocidad y dirección del viento predomina en dirección noreste y noroeste. Las rosas de los vientos para las estaciones de verano y primavera tienen su origen marcado en dos direcciones, desde el noroeste con un 53% de predominancia y desde el noreste (42%). Para las estaciones de otoño e invierno la dirección del viento muestra una marcada predominancia en dirección noroeste, con un 57%.

Respecto a los vientos, se observa que en todas las estaciones predominan las velocidades en el rango de 0,5 – 2,1 m/s con una predominancia que va desde los 49,8 a 67,7%, y velocidades en el rango de 2,1 – 3,6 m/s, con 19,7 a 44%.

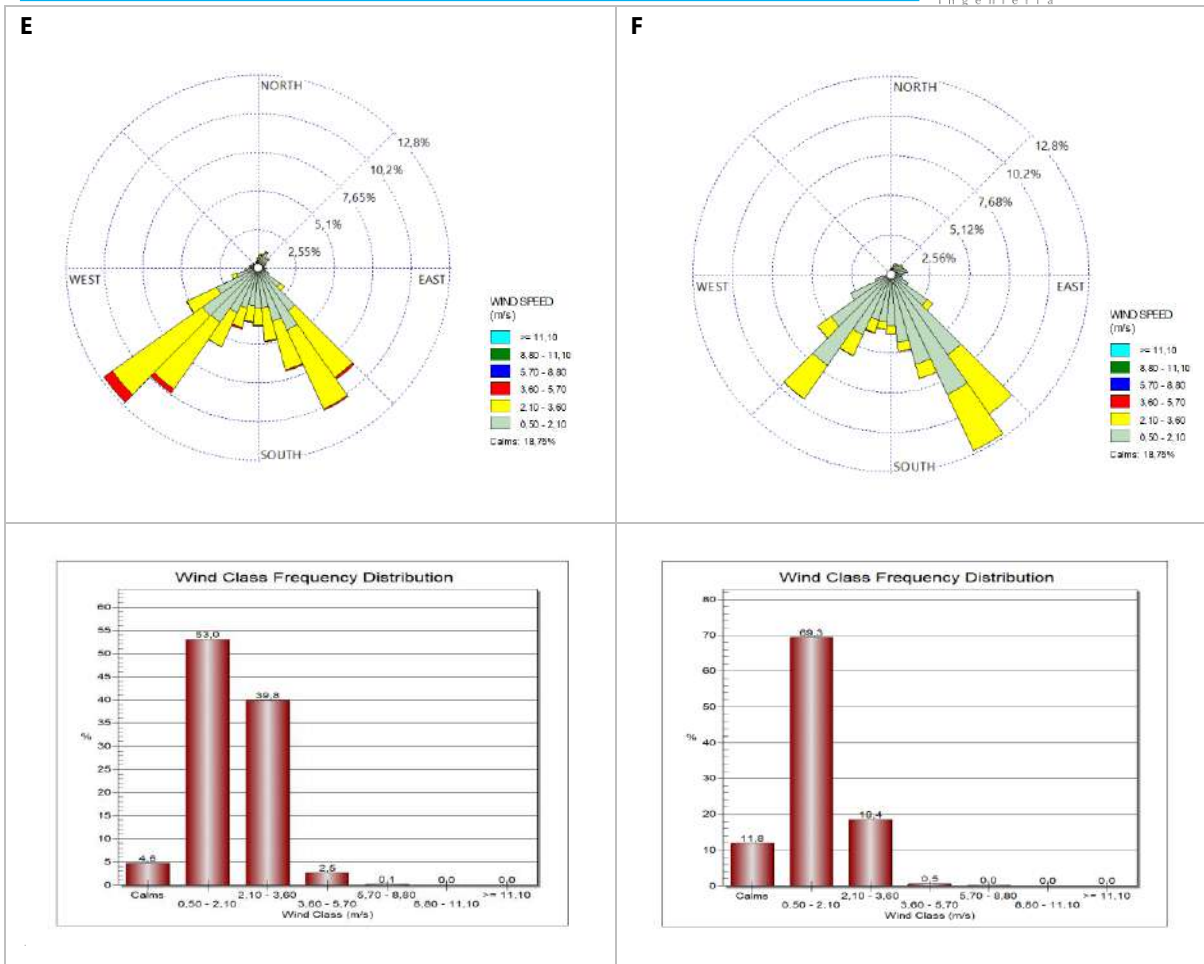


Figura 8. Rosas de los vientos ciclo diario - E: Día (07:00-21:00); F: Noche (21:00-07:00)

Fuente: En base a datos meteorológicos año 2021, Estación San Fernando.

De las rosas de los vientos de ciclo diario para los datos meteorológicos correspondientes al año 2021, se puede observar que la velocidad del viento en horario diurno predomina desde el noroeste (45% de predominancia), siendo también importante el noreste (39%). Durante el periodo nocturno la dirección predominante también desde el noroeste y noreste, pero con una predominancia de 50 y 27%, respectivamente. Con relación a la velocidad, el 53,0% de la distribución para el periodo diurno se encuentra entre los rangos de 05-2,1 m/s, seguido de la velocidad en el rango de 2,10 – 5,70 m/s, con un 39,8%. Luego, para el horario nocturno sigue predominando la velocidad en el rango de 0,5 – 2,10 m/s con 69,3% y el rango de 2,10 – 3,60 m/s con 18,4%.

## 5.2.1 Series de Tiempo y ciclos diarios

A continuación, se presentan los gráficos de series de tiempo y ciclos diarios de las variables meteorológicas velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y radiación global, en términos de valores horarios, para el año 2021.

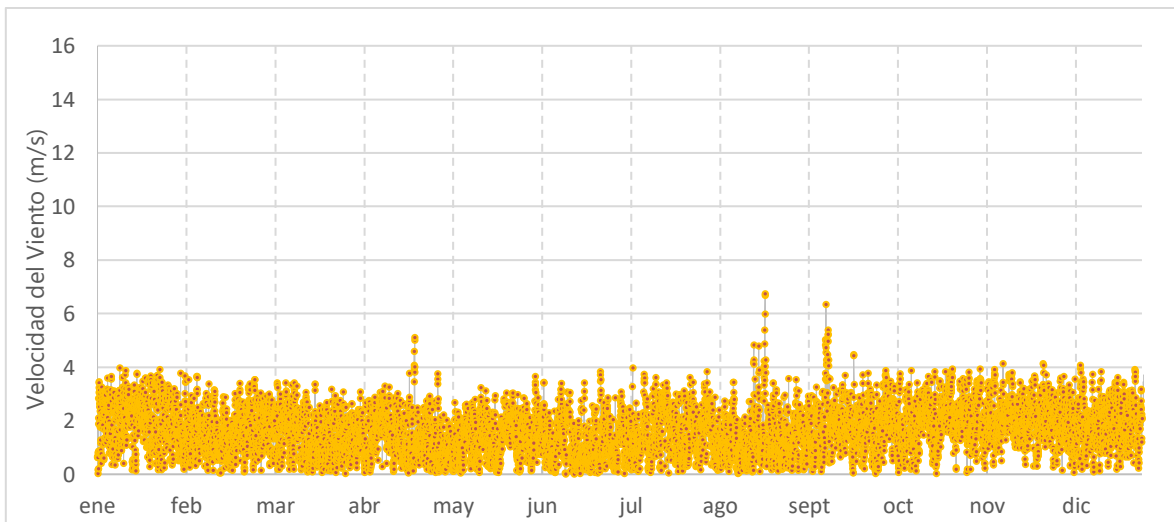
Para la variable velocidad del viento, se puede apreciar que para el año 2021, los valores fluctúan durante todo el año, con velocidades máximas de aproximadamente 7 m/s, con un promedio anual de 1,66 m/s.

De la serie de tiempo de temperatura, se observa una marcada estacionalidad, apreciándose los valores mínimos entre los meses de junio a septiembre, encontrándose que los valores horarios fluctúan entre -2,2 y 25 °C en este periodo. Las máximas por otro lado se presentan a partir de diciembre hasta febrero, teniendo sus mayores registros en enero y febrero, con valores sobre los 30°C y máximas cercanas a los 34°C.

Con relación a la humedad relativa, es posible observar marcada estacionalidad, encontrándose los niveles de humedad más altos en torno a los meses de junio y septiembre, coincidiendo con los meses que registran las menores temperaturas.

Respecto a la radiación global, se determina la estacionalidad dado que los menores niveles se presentan asociados a los meses más fríos del año, coincidiendo con las menores temperaturas y mayores registros de humedad relativa.

En general, en análisis de las variables meteorológicas que caracterizan el área de estudio indican una marcada estacionalidad, apreciándose diferencias a través de los meses, lo que es característico de zonas ubicadas en el centro-sur del país.



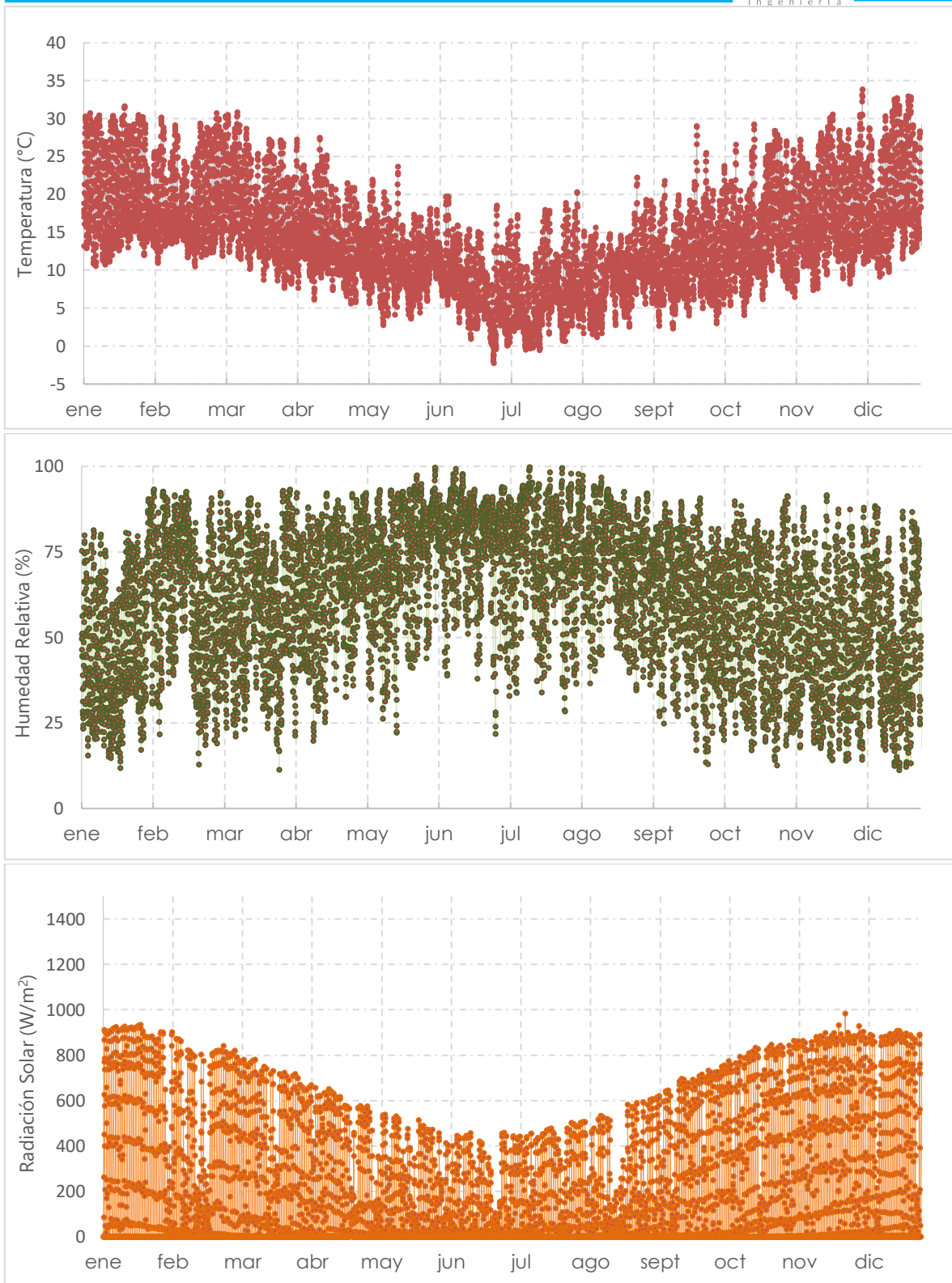
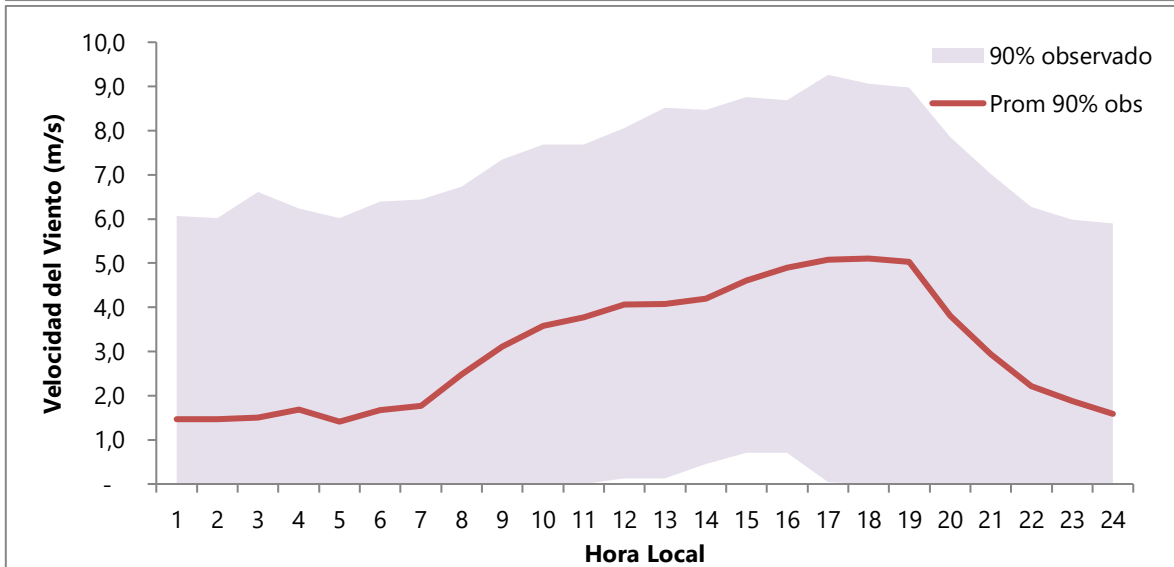
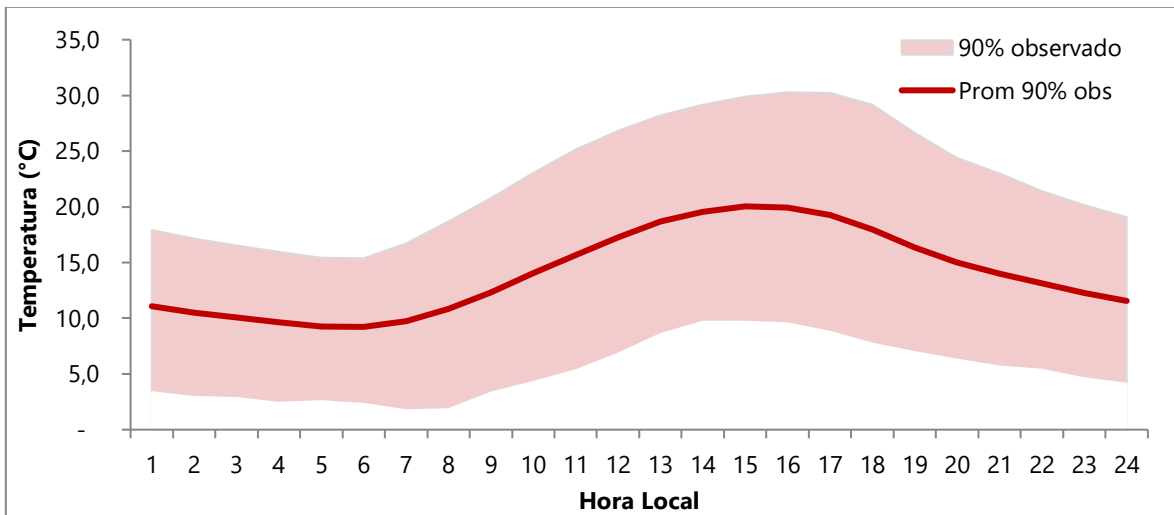


Figura 9. Series de tiempo horaria de variables meteorológicas año 2021

Fuente: Elaboración propia a partir de la data de estación San Fernando

Del ciclo diario de temperatura, se observa un perfil que representa 3 fases marcadas con valores mínimos hasta las 08:00, máximos entre las 13:00 y 19:00 y luego un periodo de temperaturas intermedias entre las 19:00 y las 22:00 horas. La amplitud del intervalo en las horas de mayor temperatura, dan cuenta de su variabilidad estacional. Respecto a la velocidad del viento los valores dan cuenta de dos periodos diurno/nocturno con variaciones de +/- 4 m/s entre las 09:00 y 18:00. Por otra parte, y tal como se pudo observar en las rosas de los vientos, existe una frecuencia importante de vientos entre los 270 y 360° (noroeste) y 0 y 90° (noreste).



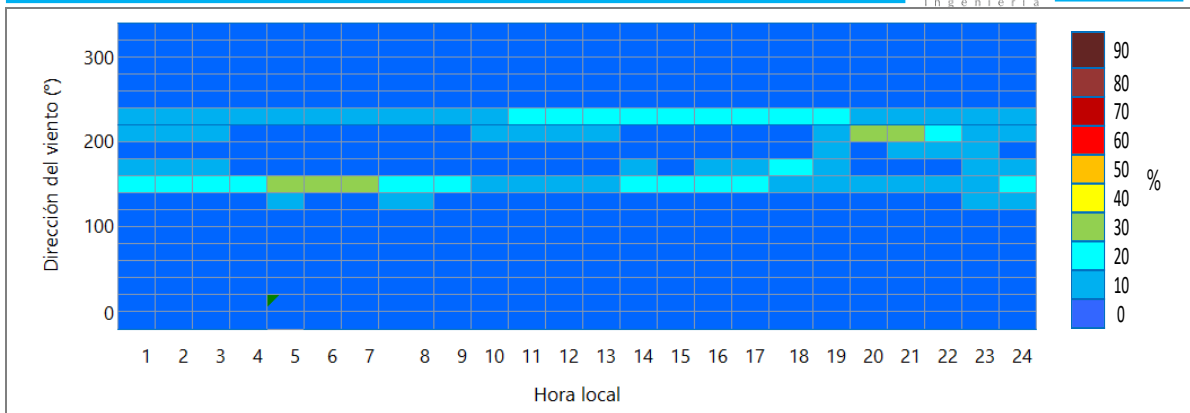


Figura 10. Ciclos diarios de variables meteorológicas año 2021  
Fuente: Elaboración propia a partir de la data de estación meteorológica San Fernando.

### 5.2.2 Ciclos Estacionales

A continuación, se presenta la variación estacional de los ciclos diarios de las variables velocidad, temperatura y dirección del viento.

El gráfico de la variación estacional del ciclo diario de la velocidad del viento, presentado en la Figura 11, demuestra la diferencia tanto mensual como a lo largo del día, en el área de estudio. Encontrándose durante el periodo nocturno menores velocidades que durante el día, con los valores máximos entre las 14:00 y las 18:00 en los meses entre octubre y febrero. Mientras que durante los meses fríos (abril a septiembre) se encuentran velocidades menores, lo que propicia condiciones para generar episodios de contaminación, asociado a la mala ventilación del ambiente.

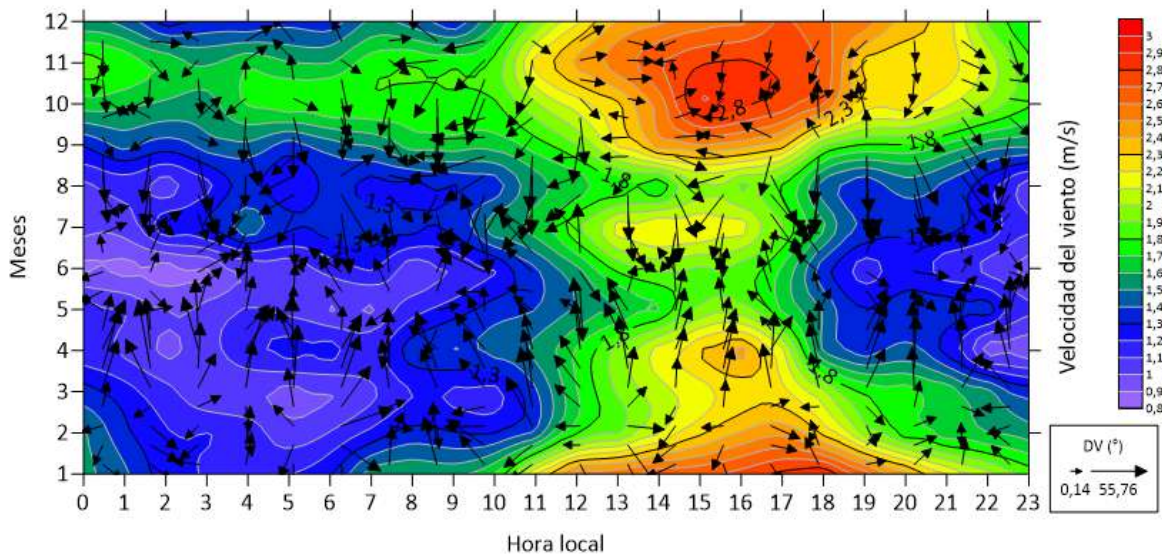


Figura 11. Variación estacional del ciclo diario de la velocidad del viento  
Fuente: Elaboración propia en base a datos meteorológicos año 2021, Estación San Fernando.



La variación estacional del ciclo diario de la temperatura muestra una marcada variación mensual y horaria. Encontrándose las mayores temperaturas entre los meses de noviembre a marzo, entre las 11:00 y las 19:00 horas. Situación que se observa también con la variable humedad relativa, pero en relación inversa a la temperatura.

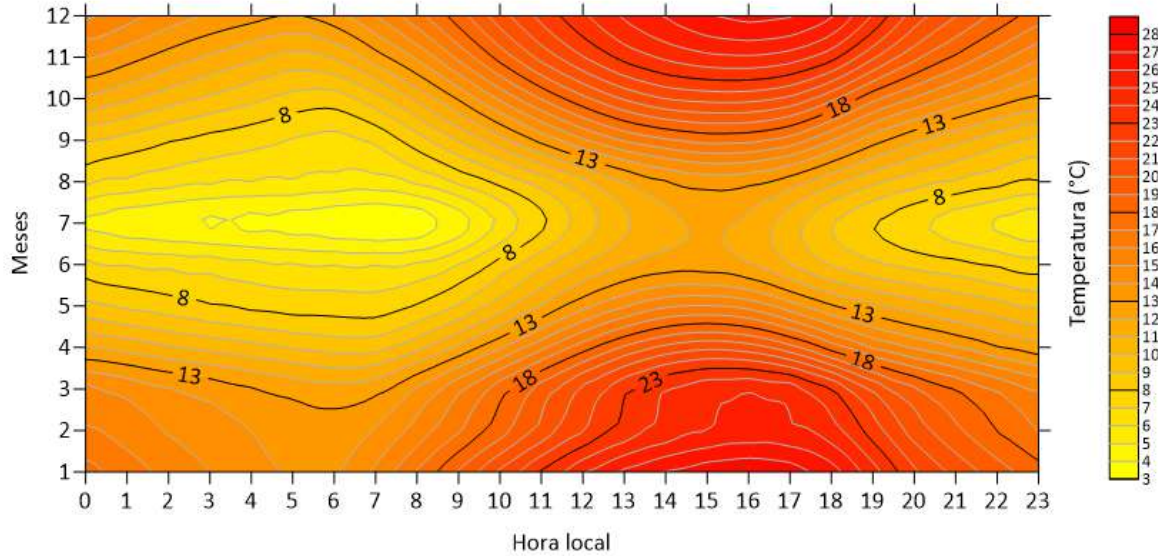


Figura 12. Variación estacional del ciclo diario de la Temperatura  
Fuente: Elaboración propia en base a datos meteorológicos año 2021, Estación San Fernando.

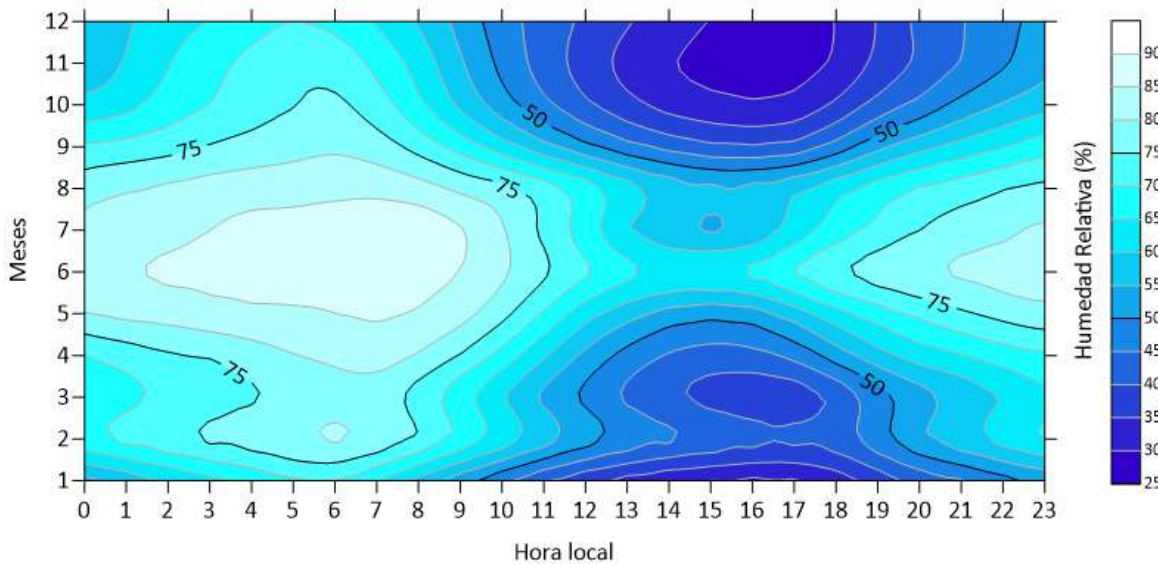


Figura 13. Variación estacional del ciclo diario de la Humedad Relativa  
Fuente: Elaboración propia en base a datos meteorológicos año 2021, Estación San Fernando.

+

### 5.2.3 Ciclos estacionales de datos en altura

A continuación, se presenta el ciclo estacional del perfil vertical de las variables temperatura y velocidad del viento.

La variación estacional de los datos de altura de la variable temperatura, presentada en la Figura 14, da cuenta de una tendencia homogénea, a lo largo de cada nivel de altura, durante el año, alcanzándose en general, los 15°C hasta los 2000 m de altura. Mientras que los 0° se alcanzan a la altura cercana a los 5000 m.

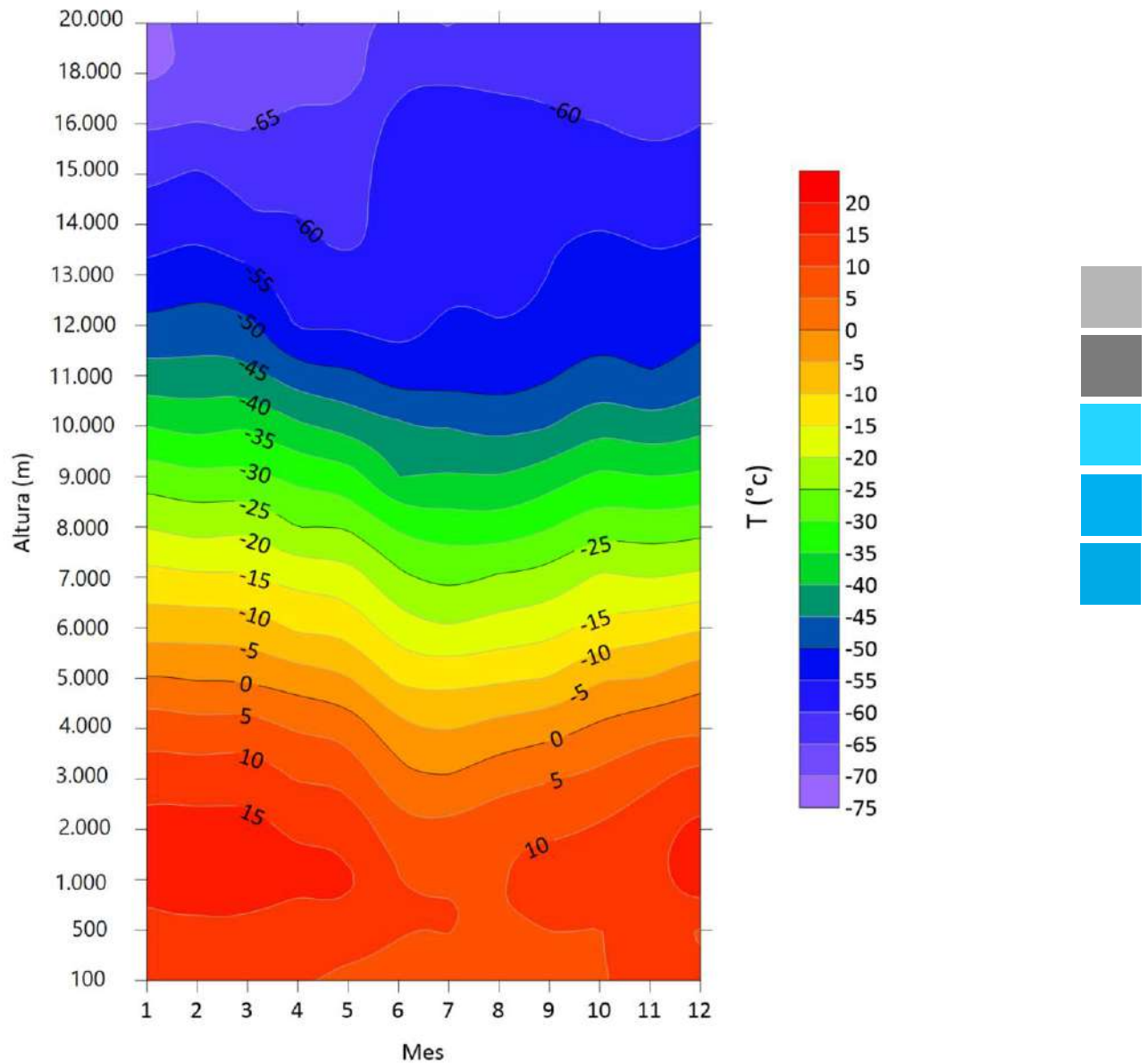


Figura 14. Variación estacional del perfil vertical de temperatura  
 Fuente: Elaboración propia en base a datos meteorológicos año 2020 radiosonda Santo Domingo

La variación estacional de los datos de altura de la velocidad de viento, presentada en la Figura 15, da cuenta de una variación en los distintos meses en estudio. En general, hasta los 4.000 m de altura, las velocidades del viento se consideran con poca variación entre los distintos meses de monitoreo. Mientras que, sobre los 7.000 m de altura, la velocidad del viento varía, de acuerdo al periodo del año en que se mida. De esta manera, entre diciembre y marzo, se aprecian menores velocidades que entre los meses de abril y noviembre, alcanzándose velocidades tan altas como 50 m/s, durante los meses de junio a agosto, en altura sobre los 10.000 m.

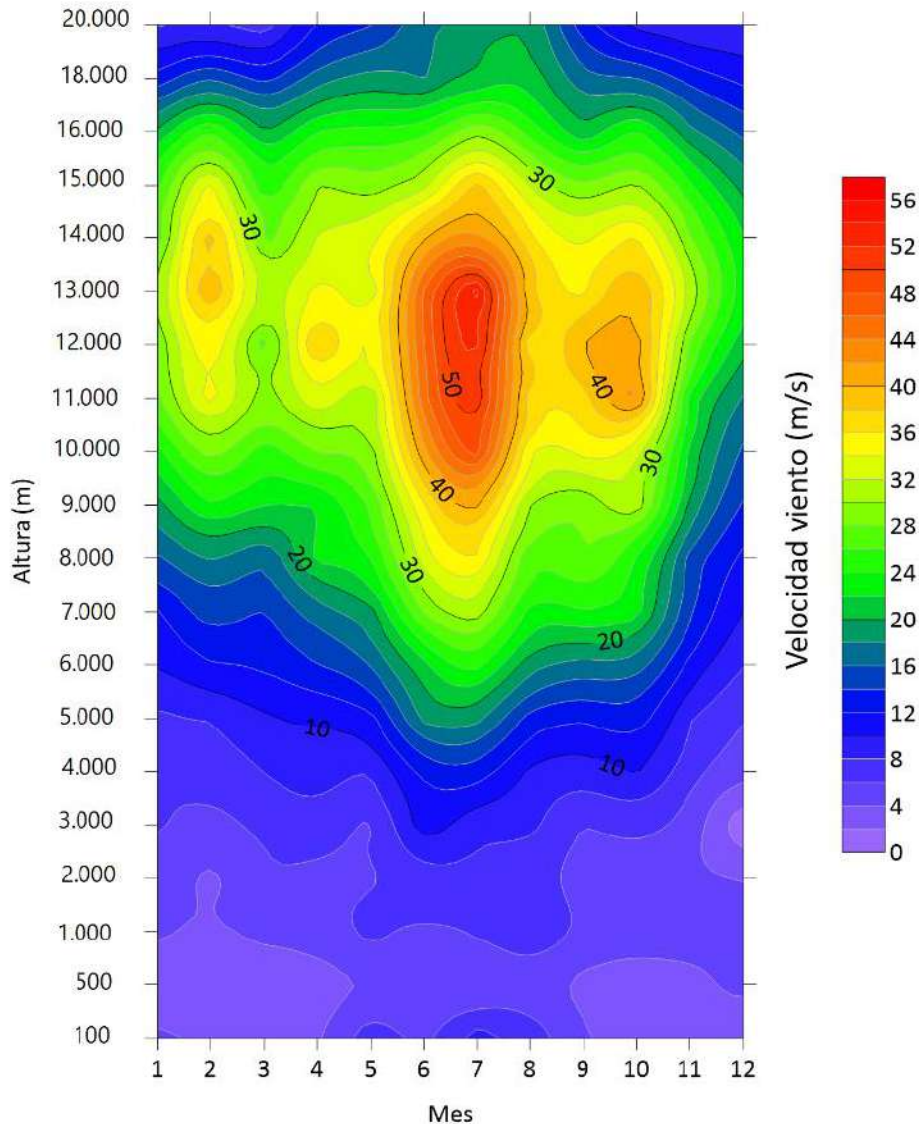


Figura 15. Variación estacional del perfil vertical de velocidad de viento  
 Fuente: Elaboración propia en base a datos meteorológicos año 2020 radiosonda Santo Domingo

## 6 CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE Y SUS EMISIONES

### 6.1 Identificación de las fuentes emisoras

Para la construcción del inventario de emisiones, se caracterizaron las fuentes de la planta de compostaje, que podrían generar un impacto, evaluando la distribución de receptores sensibles. Para efectos de esta evaluación se ha supuesto un escenario de peor condición Escenario I, situación que permitirá evaluar las máximas concentraciones que pudieran generarse en la operación del proyecto. Además se presenta un escenario sin la generación de lixiviados dado que estos tienen características estacionales Escenario II.

#### Escenario I

Basándose en los antecedentes señalados, para la operación del proyecto se identificaron 3 fuentes de emisión de olor al ambiente. Debido al tipo de fuente que genera la emisión, las fuentes identificadas se clasifican en su totalidad como fuentes difusas. Considerando el plano de distribución de la planta y los tamaños de las fuentes se determinó la ubicación exacta desde donde se emitirán los olores del proceso.

La Tabla 6, a continuación, presenta la ubicación exacta que tendrán las fuentes de olor identificadas para ser ingresadas en el modelo CALPUFF.

Tabla 6. Definición y ubicación de fuentes generadoras de olor. (H19)

Ubicación	Unidad	Coordenada E (m)	Coordenada S (m)
Planta Agroorgánicos	Pilas de recepción	325462	6158921
	Piscina de recepción	325372	6158911
	Pilas de Maduración	325411	6158819

Fuente: Elaboración propia a partir de Memoria Técnica

#### Escenario II

Considera la misma distribución de fuentes sin la presencia de la piscina de recepción de lixiviados.

## 6.2 Metodología de Estimación de Emisiones

Para la estimación de emisiones, se caracterizaron las fuentes emisoras presentes en el área de estudio, en términos de funcionamiento, perfil temporal, áreas, características del olor y receptores cercanos. Luego, a partir de la información levantada de la planta, se realizó una revisión de factores de emisión e informes de olfatometría dinámica disponibles a nivel nacional, sobre niveles de emisión para los procesos productivos identificados, de este modo se consiguió acotar a los referenciados en varios estudios y presentes también en la referencia.

Tabla 7. Factores de emisión para generación de olores.

Proceso	Origen <sup>1</sup>	F.E. (UOe/s m <sup>2</sup> )
Pilas de recepción	Medición de referencia	1,6
Lixiviados	Medición de referencia	1,2
Pilas de Maduración	Medición de referencia	0,9

<sup>1</sup>Informe Modelo de Dispersión de Olores Planta de Reciclaje y Compostaje Reycomp, ANAM 2023

Las emisiones resultantes, para el peor escenario de olor del proceso, se presentan a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8. Estimación de emisiones Escenario I

Fuente	Tipo de Fuente	F.E. (UOe/s m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Emisión (UOe/s)	Tono Hedónico
Pilas de recepción	difusa	1,6	3	5.369	8.622	Desagradable
Lixiviados	difusa	1,2	0	67	80,4	Desagradable
Pilas de Maduración	difusa	0,9	3	5.263	4.736	terroso
Total					13.438	

<sup>1</sup> Definido de acuerdo a tramos de longitud presentados en CPI e información cartográfica.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Estimación de emisiones Escenario II

Fuente	Tipo de Fuente	F.E. (UOe/s m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Emisión (UOe/s)	Tono Hedónico
Pilas de recepción	difusa	1,6	3	5.369	8.622	Desagradable
Pilas de Maduración	difusa	0,9	3	5.263	4.736	terroso
Total					13.358	

## 6.3 Perfil temporal

El nivel de actividad correspondiente a la operación de la planta fue determinado de acuerdo con la información entregada por el Titular, definiéndose 365 días de funcionamiento al año, por cuanto para realizar la modelación de dispersión de olores, se determinó un escenario representativo de la operación.

## 7 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN

### 7.1 Validación Meteorológica

Las siguientes figuras presentan los resultados para la comparación de variables observadas y modeladas, respecto a temperatura y velocidad del viento.

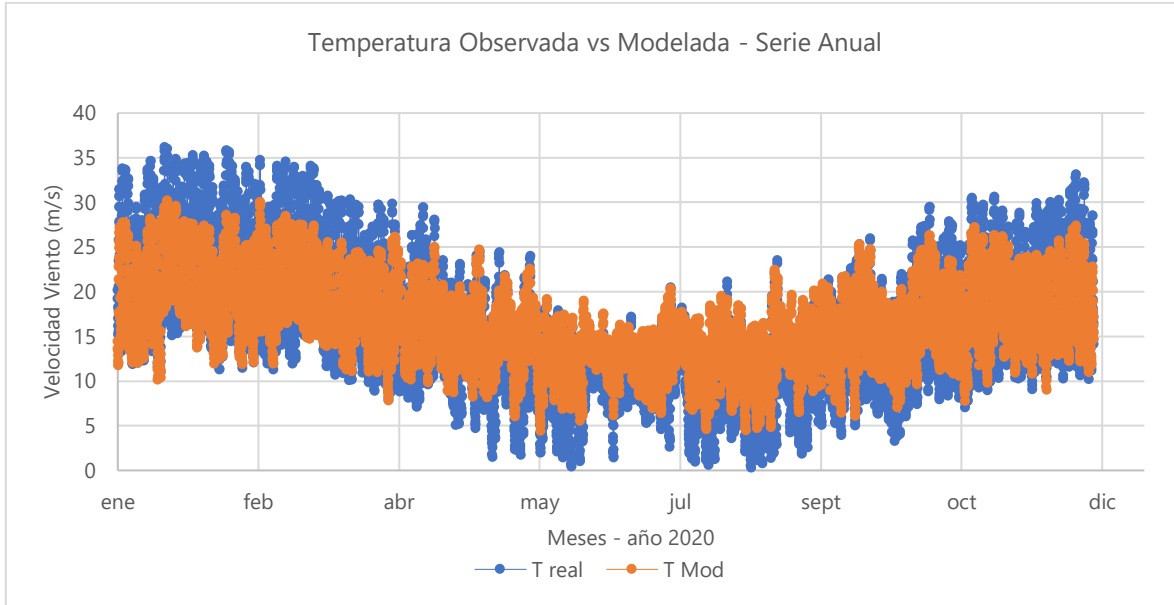


Figura 16. Temperatura observada v/s modelada serie anual

Fuente: Elaboración propia

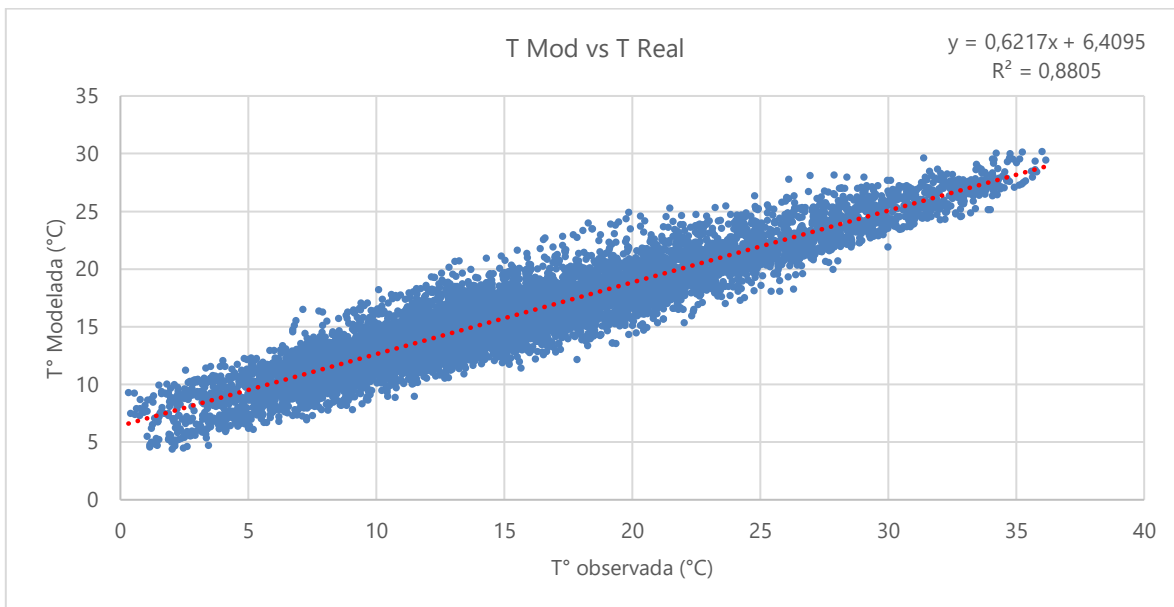


Figura 17. Correlación temperatura observada v/s modelada serie anual

Fuente: Elaboración propia

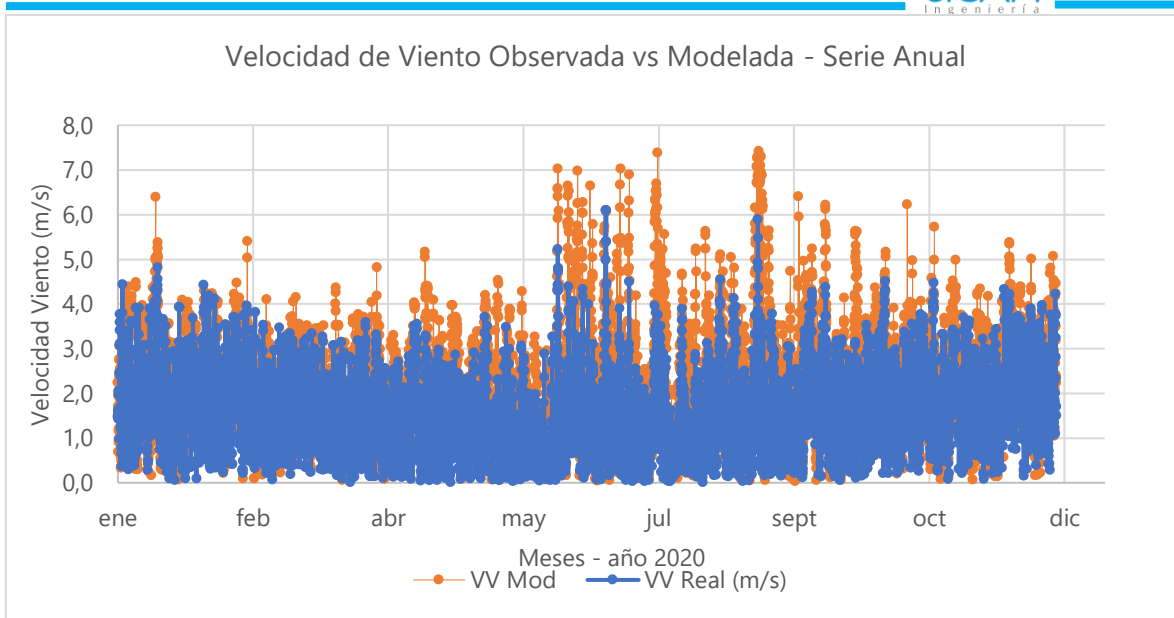


Figura 18. velocidad del viento modelada v/s modelada serie anual  
Fuente: Elaboración propia

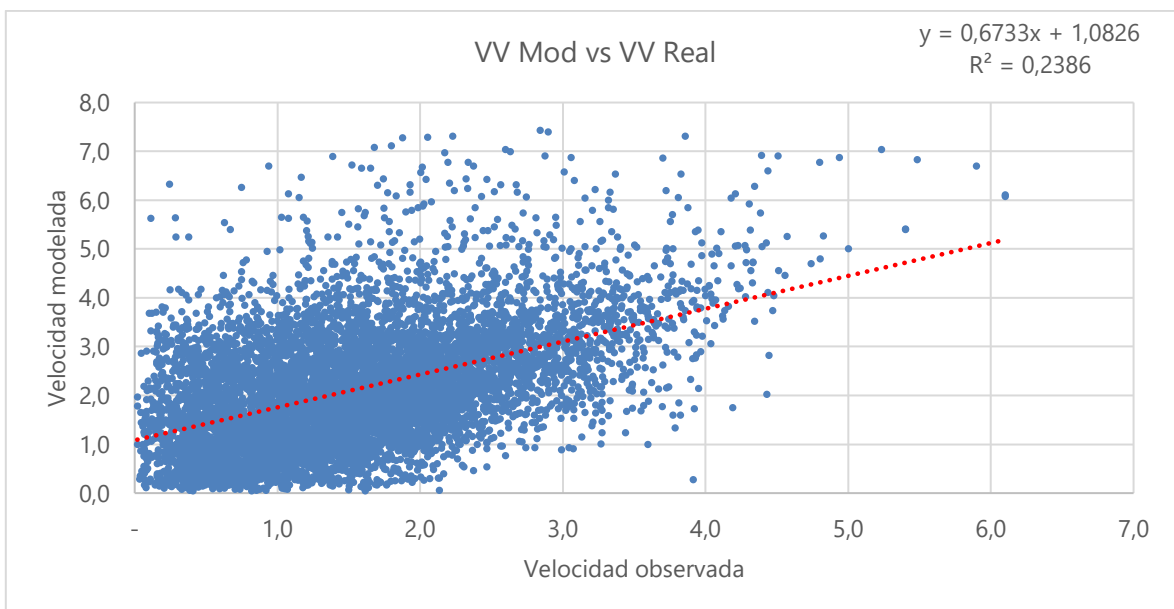


Figura 19. Correlación Velocidad del viento observada v/s modelada serie anual  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo observado en las figuras para temperatura, es posible apreciar que la variable es adecuadamente representada por el modelo, existiendo problemas puntuales para captar valores extremos. La velocidad del viento a su vez, es adecuadamente captada por el modelo, teniendo problemas en algunos días, donde se sobreestima, sin embargo los valores mínimos están representados de manera satisfactoria.

La Tabla 9, presenta los resultados del análisis cuantitativo para las métricas estadísticas del sesgo (error medio o BIAS), error absoluto medio (MAE) y la raíz del error cuadrático medio (RMSE), comparándolo con los valores de referencia, para temperatura todos los registros están dentro del intervalo deseado, mientras que para velocidad del viento únicamente el coeficiente de correlación se escapa del parámetro recomendado. Dado lo anterior se observa un adecuado desempeño del modelo meteorológico en relación al análisis estadístico presentado.

Tabla 10. Estadísticos de Desempeño del Modelo Meteorológico

Estadístico	Velocidad viento		Temperatura	
	Referencia	Valor obtenido	Referencia	Valor obtenido
BIAS	-2,5 ; 2,5 (m/s)	0,6	-4,4 (°C)	0,6
MAE	≤3 (m/s)	0,9	≤4 (°C)	2,7
RMSE	≤3,5 (m/s)	1,2	≤4,5 (°C)	3,3
Coeficiente correlación (r)	> 0,6	0,23	> 0,8	0,9

Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Resultados de la Modelación Meteorológica

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con el modelo WRF aplicado para el año base 2021, considerando 365 días de procesamiento. Las siguientes figuras representan los campos de viento estacionales y horarios entregados por la simulación. Es posible observar que el modelo estima de manera adecuada el comportamiento de las variables meteorológicas ejemplificadas en los campos de viento, puesto que se mantiene la tendencia observada en las rosas de los vientos y los gráficos de variación estacional de los ciclos diarios. De manera general, es posible apreciar que las condiciones de estabilidad se ven favorecidas principalmente en el periodo de invierno, generando peores condiciones de ventilación, lo que incide en la generación de episodios de contaminación como queda de manifiesto en el análisis de calidad del aire. En contraposición, los meses más cálidos presentan condiciones que favorecen la dispersión de contaminantes.

Los campos de vientos permiten determinar posteriormente la dispersión de los contaminantes, por medio de la aplicación del modelo CALPUFF.





Figura 20. Campos de viento estación: Verano-periodo nocturno  
Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Campos de viento estación: Verano-periodo diurno  
Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Campos de viento estación: Otoño-periodo nocturno  
Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Campos de viento estación: Otoño-periodo diurno  
Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Campos de viento estación: Invierno-periodo nocturno  
Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Campos de viento estación: Invierno-periodo diurno  
Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Campos de viento estación: Primavera-periodo nocturno  
Fuente: Elaboración propia



Figura 27. Campos de viento estación: Primavera-periodo diurno  
Fuente: Elaboración propia

---

## 7.3 Resultados de la Modelación de Dispersión de Contaminantes

### 7.3.1 Determinación de la inmisión de olores en diversos receptores

Considerando la mezcla de sustancias que potencialmente podrían tener un impacto sobre la concentración de olores, se desarrolló una estimación de emisiones consistente, considerando los lineamientos de la Guía para la Evaluación de Impactos por Olor del SEIA [1], tomando además la peor condición a la cual podrían verse expuestos los receptores para la evaluación. A continuación, se presentan los resultados de inmisión máxima, los que serán contrastados con la normativa de Reino Unido, que de acuerdo a antecedentes es la que se adecúa más a la naturaleza de los procesos generadores de olor.

Considerando todo el dominio de modelación, se determinaron los receptores que pudieran verse afectados durante la operación de la fuente. Así se definieron 7 lugares que rodean la instalación de la planta, todos fueron definidos a una altura de 1,5 metros, necesaria para la evaluación de este tipo de fuentes.





Figura 28. Receptores Asociados al Proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultados de la modelación de olores escenario I.

Receptor					Inmisión de Olores (Percentil 98 Promedio Horario)			
ID	Tipo	Coordenada UTM E H18	Coordenada UTM S H18	Distancia* (m)	Concentración (UOe/m <sup>3</sup> )	Sensibilidad	Límite (UOe/m <sup>3</sup> )	Cumplimiento
R1	Vivienda	325777	6160305	1400	0,09	Alta	1,5	✓
R2	Vivienda	324110	6159366	1300	0,34	Alta	1,5	✓
R3	Vivienda	324211	6159106	1142	0,77	Alta	1,5	✓
R4	Vivienda	324693	6158839	693	1,27	Alta	1,5	✓
R5	Vivienda	324681	6158643	726	0,78	Alta	1,5	✓
R6	Vivienda	324743	6158310	702	0,35	Alta	1,5	✓
R7	Vivienda	327934	6160045	2780	0,04	Alta	1,5	✓

\*distancia a fuente más cercana

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que, al evaluar la peor condición, esto es, bajo niveles de emisión máximos, no se logra superar la normativa en ninguno de los receptores evaluados, llegando en el peor de los casos a registrarse concentraciones de 1,27 OUe/m<sup>3</sup> (receptor), bajo el límite normativo expuesto.

El receptor 4, punto más cercano a la plata, bajo el escenario evaluado no registrará concentraciones superiores al límite normativo de 1,5 UOe/m<sup>3</sup>.

Tabla 12. Resultados de la modelación de olores escenario II.

Receptor					Inmisión de Olores (Percentil 98 Promedio Horario)			
ID	Tipo	Coordenada UTM E H19	Coordenada UTM S H19	Distancia* (m)	Concentración (UOe/m <sup>3</sup> )	Sensibilidad	Límite (UOe/m <sup>3</sup> )	Cumplimiento
R1	Vivienda	325777	6160305	1400	0,09	Alta	1,5	✓
R2	Vivienda	324110	6159366	1300	0,34	Alta	1,5	✓
R3	Vivienda	324211	6159106	1142	0,76	Alta	1,5	✓
R4	Vivienda	324693	6158839	693	1,25	Alta	1,5	✓
R5	Vivienda	324681	6158643	726	0,77	Alta	1,5	✓
R6	Vivienda	324743	6158310	702	0,34	Alta	1,5	✓
R7	Vivienda	327934	6160045	2780	0,04	Alta	1,5	✓

\*distancia a fuente más cercana

Fuente: Elaboración Propia

## Mapas de Isoconcentraciones

En la figura siguiente, se muestra la evolución de las concentraciones de olor a medida que la pluma de olor, se aleja de la fuente emisora, hasta llegar a la zona colindante al proyecto, donde la baja concentración reafirma que el impacto es prácticamente nulo en relación al valor normado en los receptores analizados.

Al evaluar en conjunto la dispersión de los contaminantes, queda de manifiesto el bajo impacto de las emisiones de olor más allá de los límites del proyecto, viéndose los principales efectos en el área inmediatamente adyacente a la zona de emanación de contaminantes odoríferos.

La Figura 29, muestra las máximas concentraciones aplicando el percentil del 98%, así se tiene que la peor condición de exposición ocurrirá en la noche, con concentraciones bajo la normativa en toda la zona de estudio. La máxima concentración modelada alcanza a los 9 OUe/m<sup>3</sup>, en el área de la instalación de la planta.

Por otra parte, las concentraciones obtenidas al aplicar el criterio normativo del percentil 98, donde los niveles alcanzados, no sobrepasan el límite de detección de 1 OUe/m<sup>3</sup> en los receptores externos al área del proyecto.

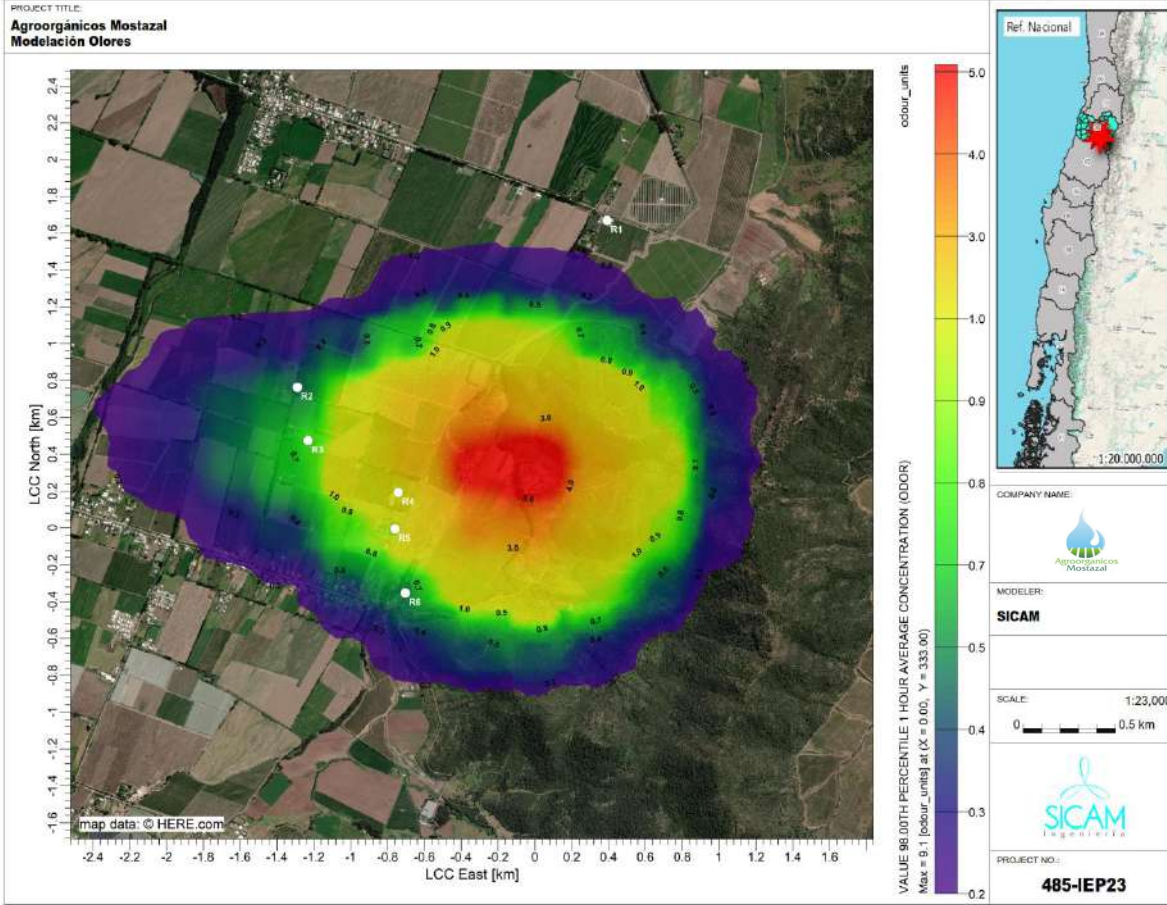


Figura 29. Modelación de Dispersión de Olores. (P98)

Fuente: Elaboración propia



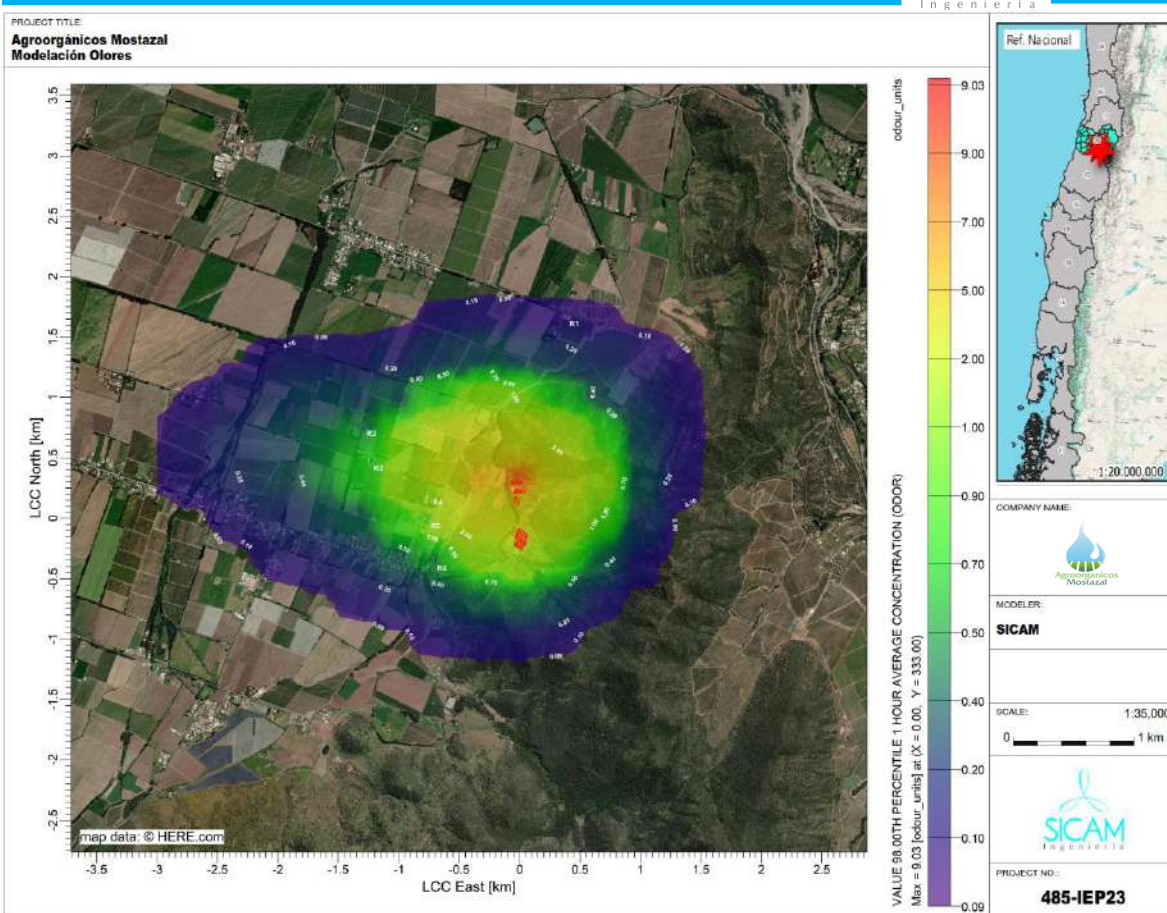


Figura 30. Modelación de Dispersión de Olores. (P98) Sin Laguna de recepción de líquidos

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la figura 31, muestra la isodora 1 OUE/m<sup>3</sup>, para las máximas concentraciones de una hora registradas en el periodo de modelación para la peor condición (ESC I), dando cuenta que la línea OUE/m<sup>3</sup> se registra en el sector donde se generan las emisiones.



Figura 31. Modelación de Dispersión de Olores, Área de influencia  
Fuente: Elaboración propia

## 8 CONCLUSIONES

El escenario de peor condición ha sido representado con la utilización de todas las pilas en máxima producción, la presencia de una piscina de lixiviados de emergencia y con emisiones máximas durante todo el año, utilizando información de mediciones de referencia mediante olfatometría dinámica.

Mientras el escenario II, da cuenta de la situación real donde no se considera el funcionamiento de la piscina de recepción de lixiviados y por ende corresponde a un escenario más conservador.

Así los resultados obtenidos de la modelación de dispersión permiten concluir que las emisiones de olor provenientes del proyecto, no provocará un aporte significativo sobre las concentraciones de inmisión de olor, tanto en los receptores evaluados como a distancia del proyecto.

Lo anterior se sustenta, en los resultados de la evaluación normativa, los cuales indican que, en ningún punto definido, se superará la normativa contra la cual se han comparado las concentraciones y más aún, los resultados de inmisión de olor en los receptores del perímetro de la planta, no superarán el límite de detección.



## 9 REFERENCIAS

- [1] SEIA, «Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA,» Servicio de Evaluación Ambiental, Chile, 2023.
- [2] MMA, «D.S.N° 12/11 Establece Norma Primaria de Calidad del Aire para Material Particulado Fino MP2,5,» 2011.
- [3] MINSEGPRES, «D.S. N° 12/22 del MMA. Establece Norma de Calidad Primara para Material Particulado Respirable MP10, en Especial de los Valores que Definen Situaciones de Emergencia,»





Contraparte Consultores  
Gestión para la Sustentabilidad



Agroorganicos Mostazal Ltda.

# **ADENDA**

## **EFFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE**

### **PDC DEL ROL D-168-2023**

---

Análisis de estudios realizados para la preparación de Programa de Cumplimiento

enero 2024

## Estudios

Olores – modelación calpuff con factores de emisión .....	4
Agua Subterránea.....	7
Suelo /subsuelo .....	0
Aire .....	2
Fauna .....	5
Flora y vegetación .....	8

ADENDA  
EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

PdC Rol D-168-25023

**Objetivo del Informe:** Entregar los contenidos de los estudios complementarios pendientes en la entrega del PdC refundido, que apoyan la determinación de la concurrencia o descarte de los efectos negativos sobre los diversos componentes ambientales asociados al proceso sancionatorio D-168-2023 sobre unidad fiscalizable Cancha de Compostaje II Chimbarongo de la empresa Agroorganicos Mostazal.

**Contenidos del informe:** Se presenta Adenda para el análisis explicativo de los estudios realizados durante la preparación del PdC, con el propósito de disponer de antecedentes objetivos para el análisis de efectos sobre los componentes ambientales aire, suelo, agua, flora y fauna.

A continuación, se entregan las fichas con los temas pendientes sobre los componentes ambientales estudiados, los respectivos resultados y su correlación con los cargos imputados en el proceso sancionatorio D-168-2023.

La presentación de los resultados de laboratorio y de estudios de especialistas, se realiza a continuación, acompañado de los estudios especializados en anexos.

Recurso estudiado	Olores – modelación calpuff con factores de emisión																						
Estudio realizado		Profesional/consultor /laboratorio ejecutor	SICAM																				
Fecha de realización	Diciembre 2023	Fecha de resultados	enero 2024																				
Cargo asociado	A-1 <i>Inadecuado manejo de las pilas de compostaje</i>	Sub hecho	b) <i>En relación con el hecho de que las pilas no se encontraban cubiertas con elementos neutros.</i>																				
	B-1 <i>Modificación del Proyecto sin contar con RCA</i>		b) <i>Aumento del número total de camiones que ingresan a la planta de compostaje mensualmente</i>																				
Análisis de los resultados	<p>El objetivo del estudio fue determinar, mediante modelación WRF/CALPUFF, la dispersión de olores generados por las actividades asociadas a la operación del proyecto Planta de Compostaje, Agroorganicos Mostazal, sobre las poblaciones circundantes.</p> <p>A la fecha en Chile la industria del compostaje no se encuentra regulada para olores, razón que exigió considerar normativa internacional.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 1. Norma de calidad del aire para olores</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #00a0e3; color: white;"> <th>País</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Descripción</th> <th>Fuente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reino Unido</td> <td>1.5</td> <td>(alto) UOe/m<sup>3</sup> P95 de promedios horarios</td> <td>Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal</td> <td>H4 Agencia Medioambiental</td> </tr> <tr> <td>Colombia</td> <td>7</td> <td>(alto) UOe/m<sup>3</sup> P98 de promedios horarios</td> <td>Otras Actividades</td> <td>Resolución 1541 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia</td> </tr> <tr> <td>España (Cataluña)</td> <td>5</td> <td>(Medio) UOe/m<sup>3</sup> P98 de promedios horarios.</td> <td>Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal.</td> <td>Ateproyecto de Ley Contra la Contaminación Odorífera. Dirección gral.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Se estudiaron dos escenarios: Escenario I: Cancha de compostaje con pilas en proceso a máxima capacidad y con contingencia de generación de lixiviados Escenario II: Cancha de compostaje con pilas en proceso a máxima capacidad sin contingencia por lixiviados</p>			País	Valor	Unidad	Descripción	Fuente	Reino Unido	1.5	(alto) UOe/m <sup>3</sup> P95 de promedios horarios	Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal	H4 Agencia Medioambiental	Colombia	7	(alto) UOe/m <sup>3</sup> P98 de promedios horarios	Otras Actividades	Resolución 1541 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia	España (Cataluña)	5	(Medio) UOe/m <sup>3</sup> P98 de promedios horarios.	Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal.	Ateproyecto de Ley Contra la Contaminación Odorífera. Dirección gral.
País	Valor	Unidad	Descripción	Fuente																			
Reino Unido	1.5	(alto) UOe/m <sup>3</sup> P95 de promedios horarios	Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal	H4 Agencia Medioambiental																			
Colombia	7	(alto) UOe/m <sup>3</sup> P98 de promedios horarios	Otras Actividades	Resolución 1541 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia																			
España (Cataluña)	5	(Medio) UOe/m <sup>3</sup> P98 de promedios horarios.	Aguas residuales, aprovechamiento de subproductos de origen animal.	Ateproyecto de Ley Contra la Contaminación Odorífera. Dirección gral.																			
Efectos sobre el recurso natural estudiado	En la figura siguiente, se muestra la evolución de las concentraciones de olor a medida que la pluma de olor se aleja de la fuente emisora, hasta llegar a la zona colindante al																						



proyecto, donde la baja concentración reafirma que el impacto es prácticamente nulo en relación al valor normado en los receptores analizados.

Al evaluar en conjunto la dispersión de los contaminantes, queda de manifiesto el bajo impacto de las emisiones de olor más allá de los límites del proyecto, viéndose los principales efectos en el área inmediatamente adyacente a la zona de emanación de contaminantes odoríferos.

Finalmente, la figura 31 del estudio, muestra la isodora 1 O<sub>Ue</sub>/m<sup>3</sup>, para las máximas concentraciones de una hora registradas en el periodo de modelación para la peor condición (ESC I), dando cuenta que la línea O<sub>Ue</sub>/m<sup>3</sup> se registra en el sector donde se generan las emisiones.



Figura 31. Modelación de Dispersión de Olores, Área de influencia  
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, las concentraciones obtenidas al aplicar el criterio normativo del percentil 98, donde los niveles alcanzados, no sobrepasan el límite de detección de 1 O<sub>Ue</sub>/m<sup>3</sup> en los receptores externos al área del proyecto, Fig 29 del estudio.

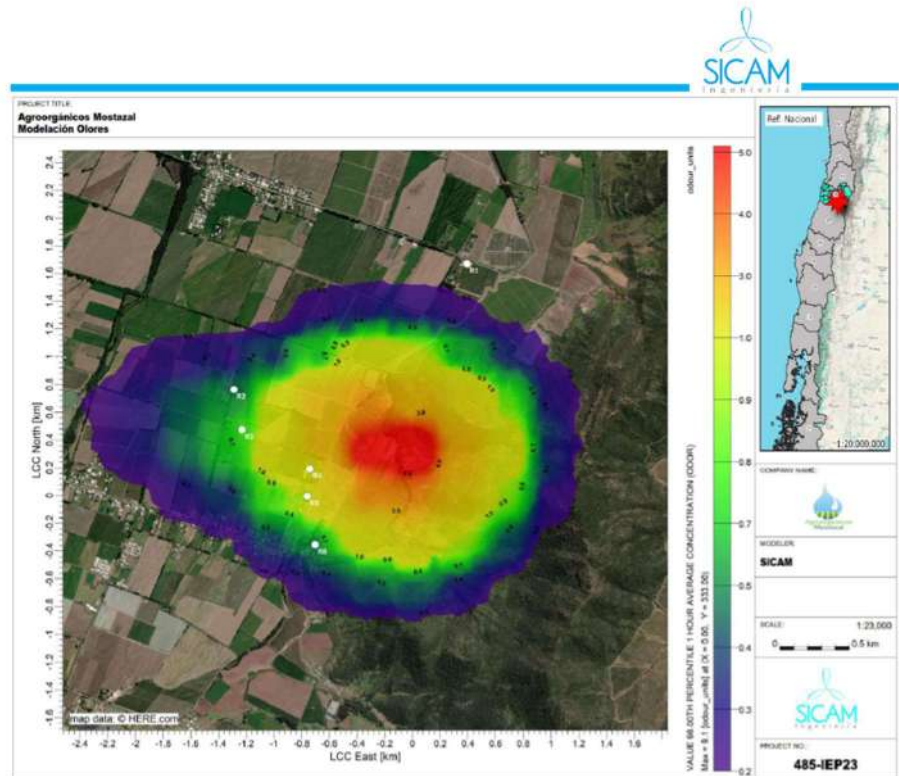


Figura 29. Modelación de Dispersión de Olores. (P98)  
Fuente: Elaboración propia

Conclusión

Así los resultados obtenidos de la modelación de dispersión permiten concluir que las emisiones de olor provenientes del proyecto, no provocará un aporte significativo sobre las concentraciones de inmisión de olor, tanto en los receptores evaluados como a distancia del proyecto.

Lo anterior se sustenta, en los resultados de la evaluación normativa, los cuales indican que, en ningún punto definido, se superará la normativa contra la cual se han comparado las concentraciones y más aún, los resultados de inmisión de olor en los receptores del perímetro de la planta no superarán el límite de detección.

Recurso estudiado	Agua Subterránea		
Estudio realizado	NCh 409	Profesional/consultor /laboratorio ejecutor	HIDROLAB
Fecha de realización	18-08-2023	Fecha de resultados	12-09-2023
Tipo de muestra	1 muestra - Noria		
Cargo asociado	A.2. Inadecuado manejo de aguas lluvias	Sub hecho	A.2, a), No existen canaletas suficientes, ni obras adecuadas para la captación de aguas lluvias. A.2.c) No se observan drenes de infiltración en la canaleta ubicada en la parte baja del predio.
	A.4. No realizar los análisis de control de calidad comprometidos		No hay
Observación	<p>Por indicación de la SMA se ha requerido la realización de un muestreo de aguas control en el mismo acuífero en un sector que no tenga riesgo de ser afectado por este u otro proyecto.</p> <p>Este muestreo se mantiene pendiente de ejecución, se presentarán los resultados y su análisis una vez se reciba en resultado de laboratorio. Se presenta la OC al laboratorio ALS (ETFA), en Anexo N° 2 del PdC refundido.</p>		
Análisis de los resultados	<p>Cumpliendo con la indicación de la SMA en Res Ex N°3 Rol 168-2023/2023/SMA. Se encuentra comprometido el muestreo y análisis de laboratorio de una muestra de agua que represente una zona no intervenida por otra actividad ni por la actividad del compostaje.</p> <p>Se espera fecha para la toma de muestra por el laboratorio ALS (ETFA).</p>		
Efectos sobre el recurso natural estudiado	En espera de la entrega de resultados de laboratorio		
Conclusión	En espera de la entrega de resultados de laboratorio		

Recurso estudiado	Suelo /subsuelo					
Estudio realizado	Caracterización de suelo en área de emplazamiento de pilas de compostaje desde 2002		Profesional/consultor /laboratorio ejecutor		Ing. Agrónomo Felipe Suckel - Laboratorio ALS	
Fecha de realización	Visita a terreno: 28 de julio de 2023: 2 de noviembre de 2023 Toma muestra de suelo: 2de nov de 2023		Fecha de resultados		23- noviembre de 2023	
Numero de muestras	3		Ubicación muestreo		Se adjunta imagen y kmz en Anexo de este documento	
Norma analizada	NCh 2882:2015 calidad de compost  DS N°3/2012/MMA, manejo de lodos de PTRiles, art 10, indica concentraciones máximas en suelo receptor.		Parámetros analizados		Agronómicos y Físico Químicos en suelo a distintas profundidades	
	Ubicación de Calicatas (Datum WGS84 Huso 19 coordenadas geográficas)					
Cancha norte	Testigo N°1 (CT1)		Calicata N°1 (C1)		Calicata N°2 (C2)	
	6.158.913	325.545	6.159.034	325.405	6.158.917	325.416
Cancha sur	Testigo N°2 (CT2)		Calicata N°3 (C3)		Calicata N°4 (C4)	
	6.158.645	325.453	6.158.550	325.427	6.158.442	325.461
Cargo asociado	A.1. Inadecuado manejo de las pilas de compostaje:		Sub hecho		c) pilas de compostaje se disponen sobre suelo desnudo, sin material que permite absorber los posibles excesos de agua. d) existencia de terrenos en donde los residuos no se disponen en pilas, sino que se depositan en el suelo en forma de canchas de acopio.	
	A.3 Ingreso de lodos al proyecto provenientes de plantas de RILes de terceros				No hay	
	B.1 Modificación del Proyecto sin contar con RCA				a. Acumulación de lixiviados en estanques, que son usados para riego de terrenos, y descargados en afluyente de canal La punta sin contar con RCA.	

Análisis de los resultados	Se mantiene pendiente la entrega de resultados por el laboratorio ALS, para determinar la capacidad de uso de suelo y completar el estudio de suelo.
Efectos sobre el recurso natural estudiado	En espera de la entrega de resultados de laboratorio
Conclusión	En espera de la entrega de resultados de laboratorio

<b>Recurso estudiado</b>	Aire																																																																																																		
<b>Estudio realizado</b>	Estimación de emisiones a la atmósfera en periodo fiscalizado	Profesional/consultor /laboratorio ejecutor	SICAM consultores																																																																																																
<b>Fecha de realización</b>	Agosto 2023	Fecha de resultados	Agosto 2023																																																																																																
<b>Cargo asociado</b>	<i>B-1 Modificación del Proyecto sin contar con RCA</i>	Sub hecho	<i>b) Aumento del número total de camiones que ingresan a la planta de compostaje mensualmente</i>																																																																																																
<b>Análisis de los resultados</b>	<p>Conforme a la indicación de la SMA en el sentido de completar el estudio de emisiones con los datos desde la fiscalización hasta lo más reciente, de esta forma se amplió el estudio con datos de 2022 y 2023.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 3. Número de camiones por mes que ingresan a la planta de compostaje – según TITULAR</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">Escenario</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">Año</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">N° de camiones /año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Escenario 1: Caso base RCA</td> <td style="text-align: center;">2002</td> <td style="text-align: center;">981</td> </tr> <tr> <td>Escenario 2: Operación 2020</td> <td style="text-align: center;">2020</td> <td style="text-align: center;">1.174</td> </tr> <tr> <td>Escenario 3: Operación 2021</td> <td style="text-align: center;">2021</td> <td style="text-align: center;">1.702</td> </tr> <tr> <td>Escenario 4: Operación 2022</td> <td style="text-align: center;">2022</td> <td style="text-align: center;">1.352</td> </tr> <tr> <td>Escenario 5: Operación 2023</td> <td style="text-align: center;">2023</td> <td style="text-align: center;">1.186</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p>Para el año 2021 con mayor número de camiones, los resultados mantienen la tendencia de excedencias respecto del año base (2002) para MP10 y MP2,5 proveniente de emisiones fugitivas (tránsito de caminos pavimentados y no pavimentado) y un incremento calculado no significativo para las emisiones de fuentes móviles. Ver tabla 24 del estudio.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tabla 24. Emisiones generadas en la etapa de operación año 2021 (Ton/año)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #00AEEF; color: white;">Operación 2021</th> <th colspan="7" style="background-color: #FF8C00; color: white;">: 1.702 camiones euro V - euro VI</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">Categoría</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">Tipo Fuente</th> <th colspan="7" style="background-color: #00AEEF; color: white;">Emisiones (Ton)</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;"></th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;"></th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">MP10</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">MP2,5</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">CO</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">NOx</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">SO2</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">NH3</th> <th style="background-color: #00AEEF; color: white;">COVD M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="background-color: #D9EAD3;">FUGITIVAS</td> <td>Tránsito de vehículos por camino no pavimentado</td> <td style="text-align: center;">2,54</td> <td style="text-align: center;">0,25</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Tránsito de vehículos por camino pavimentado</td> <td style="text-align: center;">0,56</td> <td style="text-align: center;">0,14</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td><b>Subtotal</b></td> <td style="text-align: center;"><b>3,11</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,39</b></td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #D9EAD3;">MÓVILES</td> <td>Combustión interna en vehículos</td> <td style="text-align: center;">0,0003</td> <td style="text-align: center;">0,0003</td> <td style="text-align: center;">0,00</td> <td style="text-align: center;">0,037</td> <td style="text-align: center;">0,0002</td> <td style="text-align: center;">0,0004</td> <td style="text-align: center;">0,0003</td> </tr> <tr> <td><b>Subtotal</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0003</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0003</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,00</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,037</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0002</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0004</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0003</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #D9EAD3;"><b>Total</b></td> <td style="text-align: center;"><b>3,11</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,39</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,00</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,037</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0002</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0004</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0,0003</b></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Elaboración propia</p> <p style="text-align: center;"><i>Ilustración 1. Extracto del estudio de estimación de emisiones para Agroorganicos Mostazal Chimbarongo</i></p>			Escenario	Año	N° de camiones /año	Escenario 1: Caso base RCA	2002	981	Escenario 2: Operación 2020	2020	1.174	Escenario 3: Operación 2021	2021	1.702	Escenario 4: Operación 2022	2022	1.352	Escenario 5: Operación 2023	2023	1.186	Operación 2021		: 1.702 camiones euro V - euro VI							Categoría	Tipo Fuente	Emisiones (Ton)									MP10	MP2,5	CO	NOx	SO2	NH3	COVD M	FUGITIVAS	Tránsito de vehículos por camino no pavimentado	2,54	0,25	-	-	-	-	-	Tránsito de vehículos por camino pavimentado	0,56	0,14	-	-	-	-	-	<b>Subtotal</b>	<b>3,11</b>	<b>0,39</b>	-	-	-	-	-	MÓVILES	Combustión interna en vehículos	0,0003	0,0003	0,00	0,037	0,0002	0,0004	0,0003	<b>Subtotal</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,00</b>	<b>0,037</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0003</b>	<b>Total</b>		<b>3,11</b>	<b>0,39</b>	<b>0,00</b>	<b>0,037</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0003</b>
Escenario	Año	N° de camiones /año																																																																																																	
Escenario 1: Caso base RCA	2002	981																																																																																																	
Escenario 2: Operación 2020	2020	1.174																																																																																																	
Escenario 3: Operación 2021	2021	1.702																																																																																																	
Escenario 4: Operación 2022	2022	1.352																																																																																																	
Escenario 5: Operación 2023	2023	1.186																																																																																																	
Operación 2021		: 1.702 camiones euro V - euro VI																																																																																																	
Categoría	Tipo Fuente	Emisiones (Ton)																																																																																																	
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO2	NH3	COVD M																																																																																											
FUGITIVAS	Tránsito de vehículos por camino no pavimentado	2,54	0,25	-	-	-	-	-																																																																																											
	Tránsito de vehículos por camino pavimentado	0,56	0,14	-	-	-	-	-																																																																																											
	<b>Subtotal</b>	<b>3,11</b>	<b>0,39</b>	-	-	-	-	-																																																																																											
MÓVILES	Combustión interna en vehículos	0,0003	0,0003	0,00	0,037	0,0002	0,0004	0,0003																																																																																											
	<b>Subtotal</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,00</b>	<b>0,037</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0003</b>																																																																																											
<b>Total</b>		<b>3,11</b>	<b>0,39</b>	<b>0,00</b>	<b>0,037</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0003</b>																																																																																											

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que con el aumento del flujo de camiones que ingresan materiales a la Planta de Compostaje Mostazal Chimbarongo se genera un incremento del material particulado, debido principalmente al flujo sobre camino no pavimentado.

Los resultados indican una cantidad de emisiones superior al caso base, año 2002 de 2,71 Ton totales.

Tabla 27. Comparación de escenarios MP10

Escenario	Emisiones MP 10 (ton/año)	Diferencia respecto caso base Ton/año
Es. 1 - RCA	1,79	-
Es. 2 - 2020	2,14	0,35
Es. 3 - 2021	3,11	1,31
Es. 4 - 2022	2,47	0,67
Es. 5 - 2023	2,16	0,37
<b>Total exceso periodo 2020-2023</b>		<b>2,71</b>

Fuente: Elaboración propia

Efectos sobre el recurso natural estudiado

Se confirma que a propósito de un aumento en el número de camiones que ingresaron a la cancha de compostaje desde la fecha de fiscalización a dic de 2023, las emisiones de material particulado aumentaron, cuantificando 2,71 ton totales, distribuidas a lo largo del tiempo de manera no homogénea.

Estas emisiones se generaron fundamentalmente al interior del predio de la empresa donde los caminos se encuentran ripiados no pavimentados y sin población vecina en sus inmediaciones cercanas.

En el camino público, San Juan de la Sierra solo hay una fracción de 50 metros aprox. de camino no pavimentado en el tramo final antes de ingresar al predio de la cancha de compostaje.

De acuerdo a lo anterior se estima que las emisiones de material particulado aportaron de manera no significativa, como para afectar el recurso salud de la población y los recursos naturales como el bosque esclerófilo de las laderas de cerros y cultivos agrícolas.

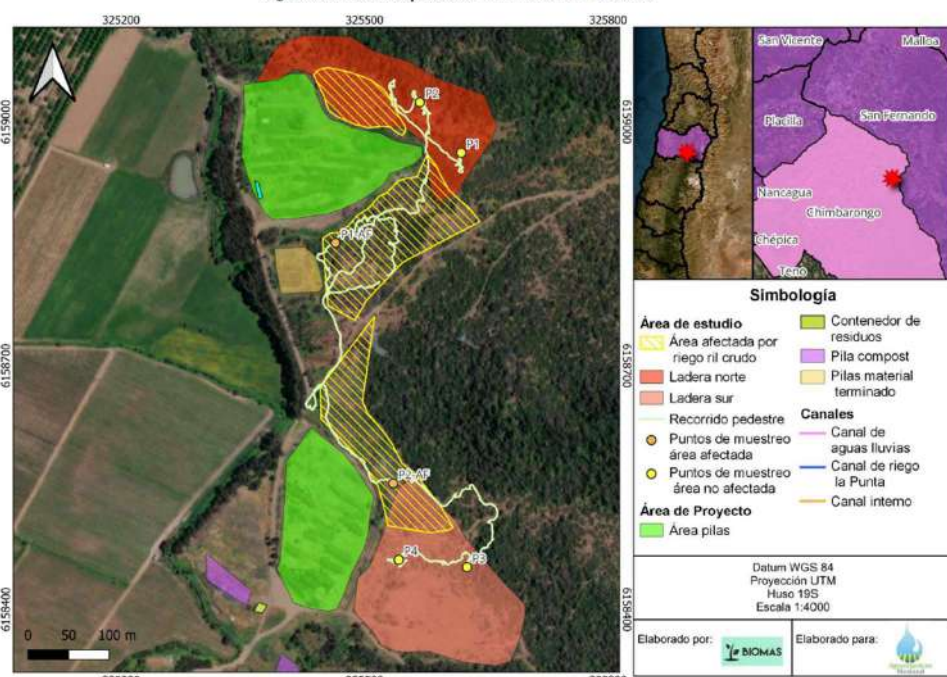
Conclusión

Para la compensación de las emisiones de material particulado emitidas en exceso se propone la aplicación de la práctica agrícola "incorporación de rastrojo a suelo", por los siguientes factores que faciliten el éxito de la ejecución:

- Disponibilidad de acceso a predios con cultivos anuales que requieres retiro y limpieza de suelo previo a la próxima cosecha.
- Coherencia con las políticas de buenas prácticas agrícolas promovidas por la autoridad ambiental en la región de O'Higgins y el Maule.
- No se requiere de permisos administrativos para la ejecución
- Se ejecuta una vez en el año sin controles ni nuevas intervenciones





Recurso estudiado	Fauna		
Estudio realizado	Caracterización Flora, Fauna y Vegetación	Profesional/consultor /laboratorio ejecutor	BIOMAS
Fecha de realización	30 de noviembre	Fecha de resultados	Diciembre 2023
Cargo asociado	<i>B-1 Modificación del Proyecto sin contar con RCA</i>	Sub hecho	<i>A. Acumulación de lixiviados en estanques, que son usados para riego de terrenos, y descargados en afluente de canal La punta sin contar con RCA.</i>
Observación	Objetivo del estudio: Determinar, estimar y cuantificar el impacto del riego con lixiviados sobre la fauna vertebrada terrestre en la zona afectada, mediante la comparación con una zona de control no impactada.		
Fecha de la visita a terreno	30 de noviembre de 2023		
Área de estudio	<p style="text-align: center;"><b>Figura 3. Recorrido pedestre en el área de estudio.</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Fuente:</b> Elaboración propia.</p>		
Análisis de los resultados	<p>El área donde se ubica el Proyecto y el área de estudio, se encuentran insertas en la formación vegetacional “Bosque Espinoso Mediterráneo Interior de Acacia caven y Lithrea caustica” (Luebert y Plissock, 2017), específicamente en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins.</p> <p>Según la revisión bibliográfica realizada, el área donde se ubica el Proyecto presenta un clima mediterráneo. Se pueden encontrar 166 especies potenciales: 7 especies de la Clase Anfibios, 15 especies de la Clase Reptiles, 118 especies de la Clase Aves y 26 especies de la Clase Mamíferos.</p>		

Durante el levantamiento de fauna terrestre se obtuvo una riqueza total de 23 especies, de las cuales 1 corresponde a la clase reptiles, 21 a la clase aves y 1 a la clase mamíferos. El área con mayor riqueza corresponde a la zona sin afectar, en donde se registró la totalidad de especies (23 especies). En tanto que para la zona afectada solo se registraron 3 especies: 1 de la clase reptiles y 2 de la clase aves. En cuanto a la abundancia total, esta fue de 87 individuos. De igual manera que la riqueza, la abundancia también se concentró en la zona sin afectar, con un total de 70 individuos. Mientras que en la zona afectada se obtuvieron 13 hallazgos.

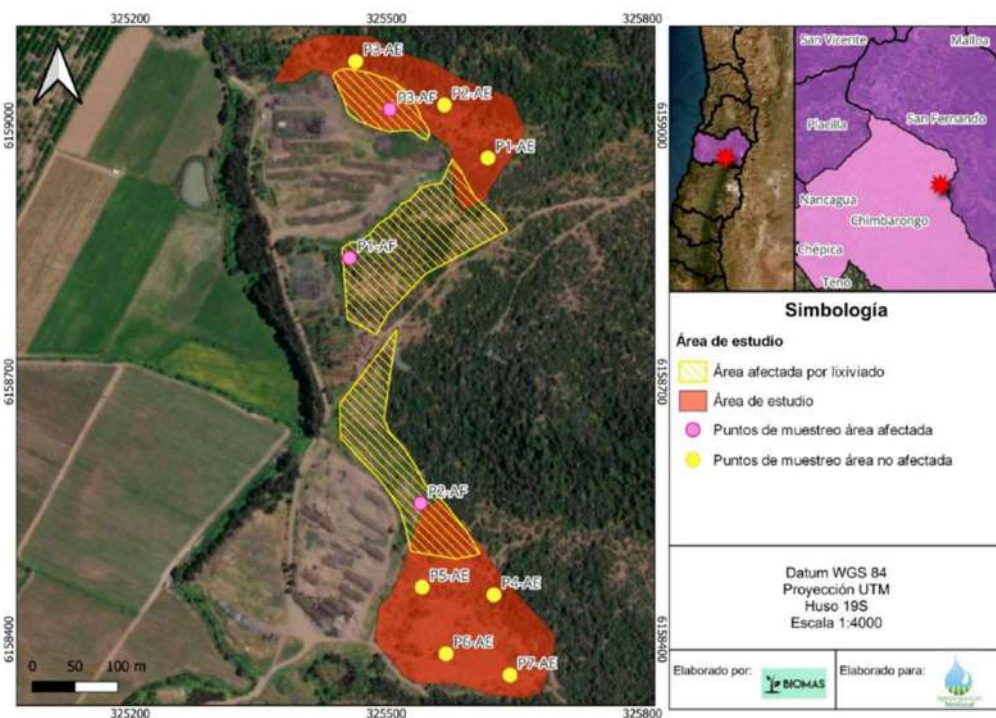


Sobre el origen de las especies, el 73,9% son nativas (n=17), 21,7% endémicas (n=5) y el 4,3% introducidas (n=1). Se registraron dos especies en categoría de conservación: la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) en "Preocupación menor" y el trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) clasificado como "Vulnerable". La mayoría de las especies son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales y/o benéficas para la actividad silvoagropecuaria. En el caso de la lagartija esbelta (*L. tenuis*), la torcaza (*Patagioenas araucana*), el carpinterito (*Dryobates lignarius*) y el trichahue (*C. patagonus*) se encuentran catalogados como especies con densidades poblacionales reducidas.



Ilustración 2. Fotografía N°11: *Liolaemus tenuis*

En la presente campaña se registraron 4 tipos de singularidades ambientales, la primera está dada por el hallazgo de una especie de baja movilidad: la lagartija esbelta (*L. tenuis*). La segunda singularidad corresponde a la presencia de 5 especies endémicas: la perdiz (*N. perdicaria*), la turca, el tapaculo, la tenca y la lagartija esbelta. La tercera singularidad está dada por la presencia de especies con densidades poblacionales reducidas: la lagartija esbelta (*L. tenuis*), la torcaza (*P. araucana*), el carpinterito (*D. lignarius*) y el trichahue (*C. patagonus*). Finalmente, la cuarta singularidad corresponde al hallazgo de una especie en categoría de amenaza: el trichahue.

	<p>Con relación a los puntos de muestreo, en la campaña de primavera los hallazgos estuvieron distribuidos en todos los puntos, pero tanto la riqueza como la abundancia estuvieron concentradas en el área sin afectar. Específicamente en el punto 1 (P1) se obtuvo la mayor riqueza, abarcando el 60,8% de la riqueza total. Mientras que la abundancia se concentró en el punto 4 (P4) acumulando el 29,8% de la abundancia total.</p>
<p>Efectos sobre el recurso natural estudiado</p>	<p>El estudio correlaciona la baja densidad poblacional de especies de baja movilidad como la lagartija esbelta (<i>L. tenuis</i>), así como de avifauna que suelen utilizar refugios asociados a elementos arbóreos, con la observación de árboles muertos y zonas sin cobertura vegetal, ambos hechos observados en la zona afectada por el riesgo con lixiviados.</p> <p>Se rescata de los resultados del estudio en terreno y revisión bibliográfica, que la zona afectada por el riesgo con lixiviados presenta una riqueza y abundancia de especies menor que la zona estudiada no afectada.</p>
<p>Conclusión</p>	<p>El estudio plantea sugerencia de monitoreo de las especies de baja movilidad y de especies en categoría de conservación.</p> <p>Para el PdC se propone realizar acciones de compensación de los efectos sobre la flora y la vegetación, cuyos resultados permitirán mejorar las condiciones de hábitats para las especies que se encuentran en la zona y que se han visto afectadas por el incumplimiento en estudio. Con estas acciones se logrará promover el aumento de la riqueza y de la densidad de las especies de fauna identificada, teniendo como referencia los resultados obtenidos en la campaña de 30 de noviembre de 2023.</p>

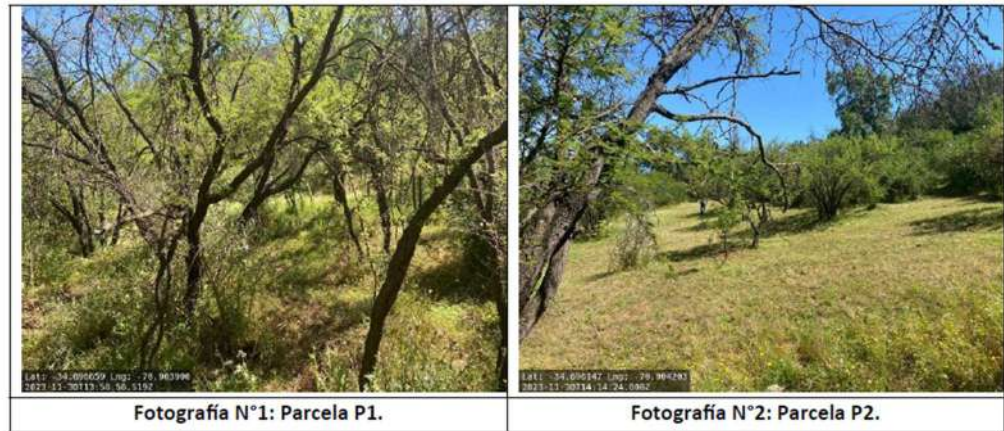
Recurso estudiado	Flora y vegetación		
Estudio realizado	Caracterización Flora, Fauna y Vegetación	Profesional/consultor /laboratorio ejecutor	BIOMAS
Fecha de realización	30 de noviembre	Fecha de resultados	Diciembre 2023
Cargo asociado	<i>B-1 Modificación del Proyecto sin contar con RCA</i>	Sub hecho	<i>b. Acumulación de lixiviados en estanques, que son usados para riego de terrenos, y descargados en afluente de canal La punta sin contar con RCA.</i>
Observación	Objetivo del estudio: Determinar, estimar y cuantificar el impacto del riego con lixiviados sobre la flora y vegetación en la zona afectada, mediante la comparación con una zona de control no impactada.		
Fecha de la visita a terreno	30 de noviembre de 2023		
Área de estudio	<p style="text-align: center;"><b>Figura 2. Ubicación de las parcelas consideradas para el inventario forestal</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Simbología</b></p> <p><b>Área de estudio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; background-color: yellow; border-style: dashed;"></span> Área afectada por lixiviado</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> Área de estudio</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: pink; border-radius: 50%; border: 1px solid black;"></span> Puntos de muestreo área afectada</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border-radius: 50%; border: 1px solid black;"></span> Puntos de muestreo área no afectada</li> </ul> <p style="text-align: right;">Datum WGS 84 Proyección UTM Huso 19S Escala 1:4000</p> <p>Elaborado por:  Elaborado para: </p> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia.</p>		
Análisis de los resultados	Con la finalidad de determinar el impacto de las actividades de riego en las zonas afectadas, se realizó el levantamiento de información de Flora y Vegetación en dos “áreas de estudio”, continuas y con características biogeográficas y vegetacionales, similares a las afectadas,		

esto con la finalidad de representar de mejor manera, las especies de flora silvestre y composición vegetacional afectada por el sobre riego realizado en la zona.

#### Sector Norte

De los resultados obtenidos en el área no afectada Norte, la formación vegetacional está compuesto principalmente por *Vachellia caven* con 15,9% de cobertura y *Quillaja saponaria* con 5,4% de cobertura arborea, además de la especie arbóreas *Peumus boldus* y *Lithrea caustica*. Teniendo mayor dominancia de la especie *Vachellia caven* en la parcela 2 con 20,6%

#### Set Fotográfico 2. Parcelas de muestreo en el área de estudio (no afectada).



#### Sector Sur:

En cuanto al área de estudio sur, la formación vegetacional está compuesto principalmente por *Vachellia caven* con 21,4% de cobertura y *Quillaja saponaria* con 18,3% de cobertura arborea, además de la especie arbóreas *Peumus boldus* (16,8% de cobertura). Teniendo mayor dominancia de *Quillaja saponaria* en la parcela 4 con 56,75%.



Fotografía N°7: Parcela P7.

<p>Efectos sobre el recurso natural estudiado</p>	<p>El área estudiada, afecta y no afecta a lixiviados no coincide con áreas protegidas, ni otras unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), ni Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad reconocidos para efectos del SEIA.</p> <p>El área de estudio está compuesta en su totalidad por bosque nativo, en sus 5,39 ha, las cuales de acuerdo con las unidades vegetacionales identificadas que constituyen bosque según la normativa vigente, se presenta únicamente el tipo forestal Esclerófilo. De esta forma, se registra como dominante la presencia de las formaciones de bosque nativo de Vachellia caven y Quillaja saponaria, tanto en el área norte, como en el área de estudio sur. En el área norte la cobertura es de 15,9% para Vachellia caven, mientras que para Quillaja saponaria es de 5,4%. Por otra parte, en el área de estudio sur, la cobertura de Vachellia caven es de 21,4%, mientras que la de Quillaja saponaria es de 18,3%.</p> <p>El estado fitosanitario de los ejemplares en toda el área de estudio es casi exclusivamente bueno, con mayoritariamente crecimiento vegetativo (aunque con presencia escasa de fructificación y floración).</p>
<p>Conclusión</p>	<p>En consideración a los resultados de las parcelas de estudio norte y sur, se recomienda plantar nuevos árboles para reemplazar los que fueron extraídos y asegurarse de que la variedad de especies sea diversa considerando la formación de bosque nativo esclerófilo.</p> <p>En particular, se estima fundamental la replantación de especies de Quillaja saponaria y Vachellia caven y en menor medida de Peumus boldus, con las mismas coberturas registradas en las áreas de estudio norte y sur.</p> <p>Se propone como medida compensatoria la acción de presentación y ejecución de un programa de reforestación para recuperar la densidad y riqueza de las especies nativas en el área afectada por el riego con lixiviados, lo que generará como consecuencia mejorar las condiciones de hábitat de las especies terrestre y avifauna detectada en el estudio de Fauna para este mismo programa de cumplimiento.</p>



Contraparte Consultores  
Gestión para la Sustentabilidad



Agroorganicos Mostazal Ltda.

## **ADENDA**

# **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ACCIONES A CUMPLIR PDC DEL ROL D-168-2023**

---

Enero 2024



CONTENIDOS

Identificación de la acción: N°12 .....	3
Identificación de la acción: N°14 .....	7



**Adenda**  
**Descripción detallada de acciones a cumplir en torno al**  
**PDC del ROL D-168-2023**  
**Acciones 12 y 14**

**Identificación de la acción: N°12**

**Descripción de la acción:** Reforestar la ladera del cerro que fue afectada con el riego de lixiviados

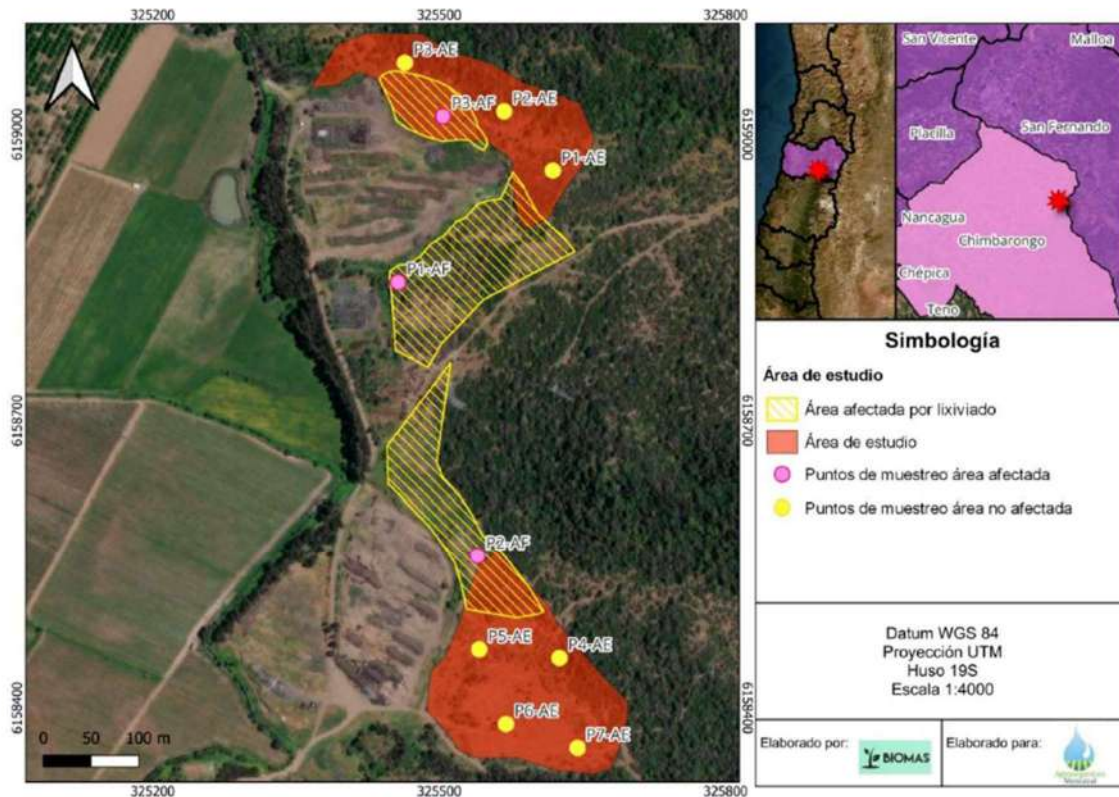
**Forma de Implementación:**

De acuerdo con los resultados del estudio cualitativos y cuantitativo requerido por la SMA en Res N° 3/2023/SMA, con observaciones al PdC, y en consideración con lo establecido en el procedimiento sancionatorio Res. Ex. N°1/ ROL D-168/2023, el programa de cumplimiento (en adelante "PdC") de dicho procedimiento y la Guía para la presentación de programas de cumplimiento a instrumentos de carácter ambiental, se han identificado dos áreas afectadas, área Norte de 2,5 ha y área Sur de 2,0 ha; se estudiaron dos áreas contiguas no afectadas, denominadas áreas de estudio norte, de 2,42 ha y área sur de 2,97 ha, en las cuales se establece bosque nativo sin impacto por riego con líquidos lixiviados de la actividad de compostaje.

El área de estudio está compuesta en su totalidad por bosque nativo, en sus 5,39 ha, las cuales de acuerdo con las unidades vegetacionales identificadas que constituyen bosque según la normativa vigente, se presenta únicamente el tipo forestal Esclerófilo. De esta forma, se registra como dominante la presencia de las formaciones de **bosque nativo de Vachellia caven y Quillaja saponaria**, tanto en el área norte, como en el área de estudio sur. En el área norte la cobertura es de 15,9% para Vachellia caven, mientras que para Quillaja saponaria es de 5,4%. Por otra parte, en el área de estudio sur, la cobertura de Vachellia caven es de 21,4%, mientras que la de Quillaja saponaria es de 18,3%. El estado fitosanitario de los ejemplares en toda el área de estudio es casi exclusivamente bueno, con mayoritariamente crecimiento vegetativo (aunque con presencia escasa de fructificación y floración).

Se observaron regeneración en especial del espino (Vachellia caven), en el área de afectación, además de algunos ejemplares de Peumus boldus y Quillaja saponaria, lo que facilitaría, la regeneración del bosque esclerófilo en el área afectada.

Figura 2. Ubicación de las parcelas consideradas para el inventario forestal



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados del estudio en el área de estudio, se recomienda a reforestación

La reforestación se deberá realizar en las 2 zonas identificadas como áreas afectas por lixiviados (norte y sur), el propósito específico es plantar nuevos árboles para reemplazar los que fueron extraídos y asegurarse de que la variedad de especies sea diversa considerando la formación de bosque nativo esclerófilo, teniendo en cuenta también la repoblación natural por la aparición de renuevos de las especies vegetales que fueron afectadas.

Teniendo en consideración el estudio "Caracterización de las unidades vegetaciones Leñosas", preparado por Biomas, se realizará la plantación de las especies idónea a reforestar en el lugar de acuerdo con las indicaciones del profesional especialista por lo cual se presentará dentro del informe de avance del PDC para esta acción, un Plan de reforestación el cual considerará los siguientes aspectos:

1. Fecha idónea para realizar la reforestación (en caso de que haya sido implementado antes de la aprobación del PDC, se indicará la fecha en que fue ejecutada).

2. Especies consideradas para la reforestación, indicando la cantidad de plantas nuevas que se sumarán a los renuevos naturales.
3. Sistema de riego a plántulas para asegurar su asentamiento.
4. Monitoreo de áreas reforestadas para evaluar su crecimiento y distribución.

La redacción de la acción, indicadores y medios de verificación se presentan en la siguiente tabla:

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
12	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	Durante toda la duración del PDC	Reforestación ejecutada en un 100%	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	M \$ 25.000	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
	Acción			Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	Reforestar la ladera del cerro que fue afectada por el riego de lixiviados			Plan de reforestación efectivo, orden de compra, boletas y facturas de costos de implementación.		No hay impedimentos para esta acción
	Forma de Implementación			Reporte final		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
	Conforme a un programa de reforestación basado en las recomendaciones del informe del especialista en flora y vegetación			Informe de progreso de forestación, cuyos contenidos serán: informe con descripción de los resultados, apoyado de fotografías		No existen acciones alternativas



**ADENDA DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ACCIONES A CUMPLIR EN TORNO AL  
PDC DEL ROL D-168-2023**

Ver informe flora y vegetación		fechadas y georreferenciadas que evidencien el sector reforestado en un 100%.	
--------------------------------	--	---	--

### Identificación de la acción: N°14

**Descripción de la acción:** Compensar emisiones de material particulado generadas por el aumento de transporte.

#### Forma de Implementación:

De acuerdo a los resultados presentados en el complemento al estudio de estimación de emisiones, que adiciona los meses de actividad del proyecto, de los años 2022 y 2023 y las recomendaciones sobre medidas disponibles en la práctica nacional, se propone la medidas de incorporación de rastrojo para la compensación del 100% de las emisiones que adiciona los meses de actividad del proyecto del año 2022 y 2023.

Se requiere compensar 2,72 ton de MP10. El número de hectáreas y las fechas de las maniobras en campo dependerá de los cultivos utilizados en el campo. En un escenario simulado, se necesitaría 51 há de cultivo de maíz para compensar las 2,72 ton de MP10.

Tabla 27. Comparación de escenarios MP10

Escenario	Emisiones MP 10 (ton/año)	Diferencia respecto caso base Ton/año
Es. 1 - RCA	1,79	-
Es. 2 - 2020	2,14	0,35
Es. 3 - 2021	3,11	1,31
Es. 4 - 2022	2,47	0,67
Es. 5 - 2023	2,16	0,37
<b>Total exceso periodo 2020-2023</b>		<b>2,71</b>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 1. Extracto Estudio de emisiones Agroorgánicos Mostazal

Tabla 7. Factores de emisión para quemas agrícolas por tipo de cultivo (Ton/Ton)

Cultivo	MP10	MP2,5	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	COV	CO	NH <sub>3</sub>	Factor de carga (Ton/ha)
Trigo	0,00481	0,00458	0,00195	0,00041	0,00345	0,05606	0,00089	4,7
Cebada	0,00644	0,00621	0,00230	0,00005	0,00675	0,08267	0,00132	4,2
Avena	0,00932	0,00887	0,00203	0,00027	0,00464	0,06120	0,00098	4,0
<b>Maíz</b>	<b>0,00513</b>	<b>0,00491</b>	<b>0,00149</b>	<b>0,00018</b>	<b>0,00297</b>	<b>0,03191</b>	<b>0,00051</b>	<b>10,4</b>
Otros cultivos	0,00762	0,00729	0,00207	0,00026	0,00615	0,05383	0,00085	5,4
Vegetación	0,00721	0,00689	0,00204	0,00028	0,00487	0,05169	0,00082	5,4
Ramas	0,00528	0,00449	0,00367	0,00113	-	0,03715	0,00036	1,9

Ilustración 2. Extracto de cálculo para compensación

La redacción de la acción, indicadores y medios de verificación se presentan en la siguiente tabla:

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
14	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	Durante la duración de PDC	Compensar emisiones en un 100%	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	M \$ 7.650	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
	Compensar el 100% de las emisiones generadas por el aumento del número de camiones. La cifra estimada de emisiones a compensar es de 2,72Ton			Informe con la planificación de la medida, que indique la fecha de la acción, el número de hectáreas, las coordenadas de los predios que se someterán a incorporación de rastrojo.		No hay impedimentos para esta acción
	<b>Forma de Implementación</b>			<b>Reporte final</b>		<b>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</b>
	Mediante la incorporación de rastrojo en suelo agrícola.			Informe que dé cuenta de las hectáreas atendidas y todos los costos asociados. Contenido del informe: Fotografías, videos y plano kmz que identifique la zona a tratar en un antes y después de la		No existen acciones alternativas



**ADENDA DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ACCIONES A CUMPLIR EN TORNO AL  
PDC DEL ROL D-168-2023**

			práctica de aplicación de arado para incorporar rastrojo	
--	--	--	--	--



# ESTUDIO DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

“Planta de Compostaje II Agroorgánicos Mostazal, Chimbarongo”

INFORME TÉCNICO ELABORADO PARA:





Estudio de Estimación de Emisiones

Planta de Compostaje II Agroorgánicos Mostazal, Chimbarongo, Comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

© **SICAM Ingeniería**

Estudios Técnicos en Medio Ambiente

Casa matriz: Prieto Sur 965, Temuco. Chile

Teléfono (045) 2 668119

Página web: [www.sicam.cl](http://www.sicam.cl)

Contacto: [cvarela@sicam.cl](mailto:cvarela@sicam.cl)

Agosto, 2023

### Equipo Técnico

**Ing. Jasmine Bastidas Muñoz**

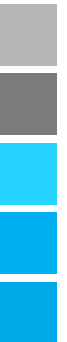
Ingeniero Ambiental

Cálculo y elaboración de informe

**MSc. Cristian Varela Bruce**

Ingeniero Ambiental

Revisión de informe



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS .....	7
2.1	Objetivos Específicos .....	7
3	UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	7
4	ANTECEDENTES GENERALES.....	8
5	IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN.....	9
6	ALCANCES METODOLÓGICOS.....	10
6.1	Metodología de Estimación de Emisiones de Fuentes Fugitivas.....	10
6.1.1	Tránsito de vehículos por Caminos No Pavimentados .....	10
6.1.2	Tránsito de Vehículos por Caminos Pavimentados.....	12
6.2	Metodología de Estimación de Emisiones de Fuentes Móviles.....	13
6.2.1	Combustión Interna en Vehículos .....	13
7	ESTIMACIÓN DE EMISIONES.....	14
7.1	Etapa De Operación.....	14
7.1.1	Fuentes Fugitivas.....	15
7.1.2	Fuentes Móviles .....	20
7.1.3	Resumen de la Etapa de Operación .....	22
7.2	Análisis de comparación de escenarios .....	24
8	ALTERNATIVAS PARA LA COMPENSACIÓN DE EMISIONES .....	25
9	CONCLUSIONES .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Flujo de camiones en etapa de operación, según RCA N°066/2002.....	5
Tabla 2. Número de camiones por mes que ingresan a la planta de compostaje.....	6
Tabla 3. Número de camiones por mes que ingresan a la planta de compostaje – según TITULAR.....	6
Tabla 4. Camiones utilizados en la etapa de operación del proyecto.....	9
Tabla 5. Identificación de las fuentes de emisión asociadas al proyecto.....	9
Tabla 6. Factores de Emisión Fuentes Móviles en Ruta (gr/km) .....	13
Tabla 7. Escenarios de estimación de emisiones .....	14
Tabla 8. Rutas de origen/destino para el tránsito de camiones de materia prima.....	16
Tabla 9. Número de camiones por mes que ingresan a la planta de compostaje.....	16
Tabla 10. Estimación del nivel de actividad para tránsito de vehículos en caminos No pavimentados .....	17
Tabla 11. Estimación de emisiones de MP10 para tránsito de vehículos en caminos No pavimentados (kg/año).....	17
Tabla 12. Estimación de emisiones de MP2,5 para tránsito de vehículos en caminos No pavimentados (Ton/año) .....	18
Tabla 13. Estimación del nivel de actividad para tránsito de vehículos en caminos pavimentados ....	18
Tabla 14. Estimación de emisiones de MP10 para tránsito de vehículos en caminos pavimentados.	19
Tabla 15. Estimación de emisiones de MP2,5 para tránsito de vehículos en caminos pavimentados	19
Tabla 16. Factores de emisión asociados a combustión interna de vehículos .....	20
Tabla 17. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos en RCA (ton/año).....	20
Tabla 18. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2020 (ton/año).....	21
Tabla 19. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2021 (ton/año).....	21
Tabla 20. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2022 (ton/año).....	21
Tabla 21. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2023 (ton/año).....	22
Tabla 22. Emisiones generadas en la etapa de operación en RCA (Ton/año).....	22
Tabla 23. Emisiones generadas en la etapa de operación año 2020 (Ton/año).....	22
Tabla 24. Emisiones generadas en la etapa de operación año 2021 (Ton/año).....	23
Tabla 25. Emisiones generadas en la etapa de operación año 2022 (Ton/año).....	23
Tabla 26. Emisiones generadas en la etapa de operación año 2023 (Ton/año).....	23
Tabla 27. Comparación de escenarios MP10 .....	24
Tabla 28. Comparación de escenarios MP2,5 .....	24
Tabla 29. Comparación de escenarios NO <sub>x</sub> .....	25
Tabla 30. Alternativas de compensación de emisiones.....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emplazamiento del proyecto.....	8
Figura 2. Rutas de acceso al Proyecto de tipo pavimentado y no pavimentado.....	15

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene el Estudio para la Estimación de Emisiones Atmosféricas del Proyecto Planta de Compostaje II Agroorgánicos Mostazal, Chimbarongo, del Titular Empresa Agroorgánicos Mostazal Limitada, cuyo objetivo es cuantificar las emisiones del Proyecto en su caso base y en la operación actual del Proyecto.

En conformidad al informe de fiscalización IFA DFZ-2022-909-VI-RCA, se evidenció una diferencia respecto a las condiciones de operación autorizadas por la RCA N° 066/2002 que califica ambientalmente el Proyecto, consistente en un aumento del número total de camiones que ingresan a la planta de compostaje mensualmente.

De acuerdo con la RCA 066/2022, el transporte de materiales a la planta se realizaría con un flujo vehicular variable según los meses en que las distintas materias primas se generen, conforme a lo indicado en la Tabla 1.

Tabla 1. Flujo de camiones en etapa de operación, según RCA N°066/2002.

Materiales a recibir	N° de camiones por mes, por materia prima											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Coronta de maíz	-	-	-	10	10	10	10	10	-	-	-	-
Hojas de choclo	-	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
Copotillo de maravilla	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concho de café	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copotillo de avena	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Copotillo de cebada	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Viruta y aserrín pino de aserradero	-	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Borras de manzana y otra fruta	-	50	50	50	50	50	50	50	-	-	-	-
Guano estabilizado de pollo	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Restos de poda de áreas verdes	-	-	5	10	12	12	12	10	5	-	-	-
Orujos y escobajos de uva	-	-	35	35	35	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total camiones por mes</b>	<b>20</b>	<b>80</b>	<b>119</b>	<b>134</b>	<b>121*</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>94</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>

\* Según lo indicado en RCA 066/2022 el total autorizado para el mes de mayo es de 121 camiones, sin embargo, la suma de los camiones por tipo de material corresponde a 141.

Fuente: Considerando 3.7 Tabla 1 de RCA N°66/2002.

Con fecha 10 de enero de 2011, el Titular ingresó consulta de pertinencia de ingreso al SEA para que el SEA se pronuncie respecto de la obligatoriedad de ingreso de una modificación del Proyecto, consistente en aumentar el flujo de camiones autorizados por la RCA N°66/2002, sumándole 3 camiones al día, para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, de todos los años del proyecto.

Al respecto, el SEA determinó que, si bien la RCA no establece explícitamente en la etapa de operación del proyecto las cantidades diarias a recibir, el cálculo de la vida útil del proyecto en función de la superficie estará condicionada a al flujo de camiones y al ingreso de materia prima del proceso a trabajar". De modo que esta modificación "podrá constituir una

condición distinta de operar por el aumento diario de recepción y forma de manejo”, pudiendo generar nuevos impactos que no han sido evaluados ambientalmente, por lo tanto, se requiere su ingreso al SEIA”. Lo anterior debido a que la modificación constituiría un cambio de consideración, pues, en su conjunto “las acciones solicitadas tienden a intervenir o complementar un proyecto o actividad por cuanto son susceptibles de generar nuevos impactos ambientales adversos”. Así el SEA a través de carta N°355, de 27 de abril de 2011, determinó que esta modificación requería ingreso obligatorio al SEIA.

Con fecha 2 de junio de 2022, a través del acta de fiscalización de la visita inspectiva que consta en el IFA DFZ-2022-909-VI-RCA, se requirió al Titular que remitiese a la Superintendencia información adicional relacionada a los hallazgos constatados, entre los cuales se solicitó remitir el registro de ingreso de camiones a la planta de compostaje.

Conforme a los antecedentes proporcionados por el Titular y de acuerdo con metodología de informe de fiscalización, se constató que existió superación del número de camiones (ver Tabla 2), incumpliendo lo autorizado por la RCA N°066/2002.

Tabla 2. Número de camiones por mes que ingresan a la planta de compostaje

Número de camiones por mes por año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2020	11	146	355	346	120	126	65	23	12	6	1	9
2021	42	260	491	603	274	241	98	33	25	28	20	N/I
2022	41	400	785	673	441							
<b>Total autorizado</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	<b>129</b>	<b>144</b>	<b>131*</b>	<b>106</b>	<b>106</b>	<b>104</b>	<b>39</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>34</b>

\* Según lo indicado en RCA 066/2022, el total autorizado para el mes de mayo es de 121 camiones, sin embargo, la suma de los camiones por tipo de material corresponde a 141. Luego, fue corregido a **131**, y es este valor, el que se utilizará para los cálculos.

Fuente: Elaboración propia

No obstante lo anterior, de acuerdo a información proporcionada por el Titular, considerando los registros propios asociados a la logística de transporte, se estima una menor cantidad de viajes respecto al flujo de materias primas hacia el Proyecto, tal como se presenta en la Tabla 3, siendo éstos los que serán considerados en el presente informe.

Tabla 3. Número de camiones por mes que ingresan a la planta de compostaje – según TITULAR

Escenario	Año	N° de camiones /año
Escenario 1: Caso base RCA	2002	981
Escenario 2: Operación 2020	2020	1.174
Escenario 3: Operación 2021	2021	1.702
Escenario 4: Operación 2022	2022	1.352
Escenario 5: Operación 2023	2023	1.186

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, el presente estudio contempla la estimación de emisiones asociadas a la etapa de operación, en lo que respecta específicamente al tránsito de camiones para traslado de materia prima, considerando el cálculo de las emisiones en el caso base (N° de camiones aprobados por RCA), y para los años donde se constata la superación del N° de camiones (Años 2020, 2021, 2022 y 2023).

El desarrollo del presente estudio se basa en lo establecido en la “Guía para Estimación de Emisiones Atmosféricas en la Región Metropolitana” de la SEREMI del Medio Ambiente RM año 2020, la cual, a su vez, se basa principalmente en aplicar factores de emisión obtenidos de referencias del AP-42 de la EPA (Agencia Medioambiental de los Estados Unidos).

## 2 OBJETIVOS

El objetivo principal del presente estudio es estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos generadas por el Proyecto en su etapa de operación respecto a su situación base y compararlo con distintos periodos de evaluación.

### 2.1 Objetivos Específicos

- Determinar las emisiones atmosféricas en etapa de operación, respecto a las fuentes fugitivas y móviles a partir de la circulación de vehículos de materia prima, en el caso base aprobado por RCA.
- Determinar las emisiones atmosféricas en etapa de operación, respecto a las fuentes fugitivas y móviles a partir de la circulación de vehículos de materia prima, para los años 2020, 2021, 2022 y 2023.
- Evaluar alternativas de compensación de emisiones en el caso de que los escenarios 2020, 2021, 2022 y 2023, sobrepasen en escenario base de emisiones.

## 3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se encuentra ubicado en Parcelación Quicharco, parcela 3 lote 2, en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador Bernardo O’Higgins, tal como se observa en la Figura 1.

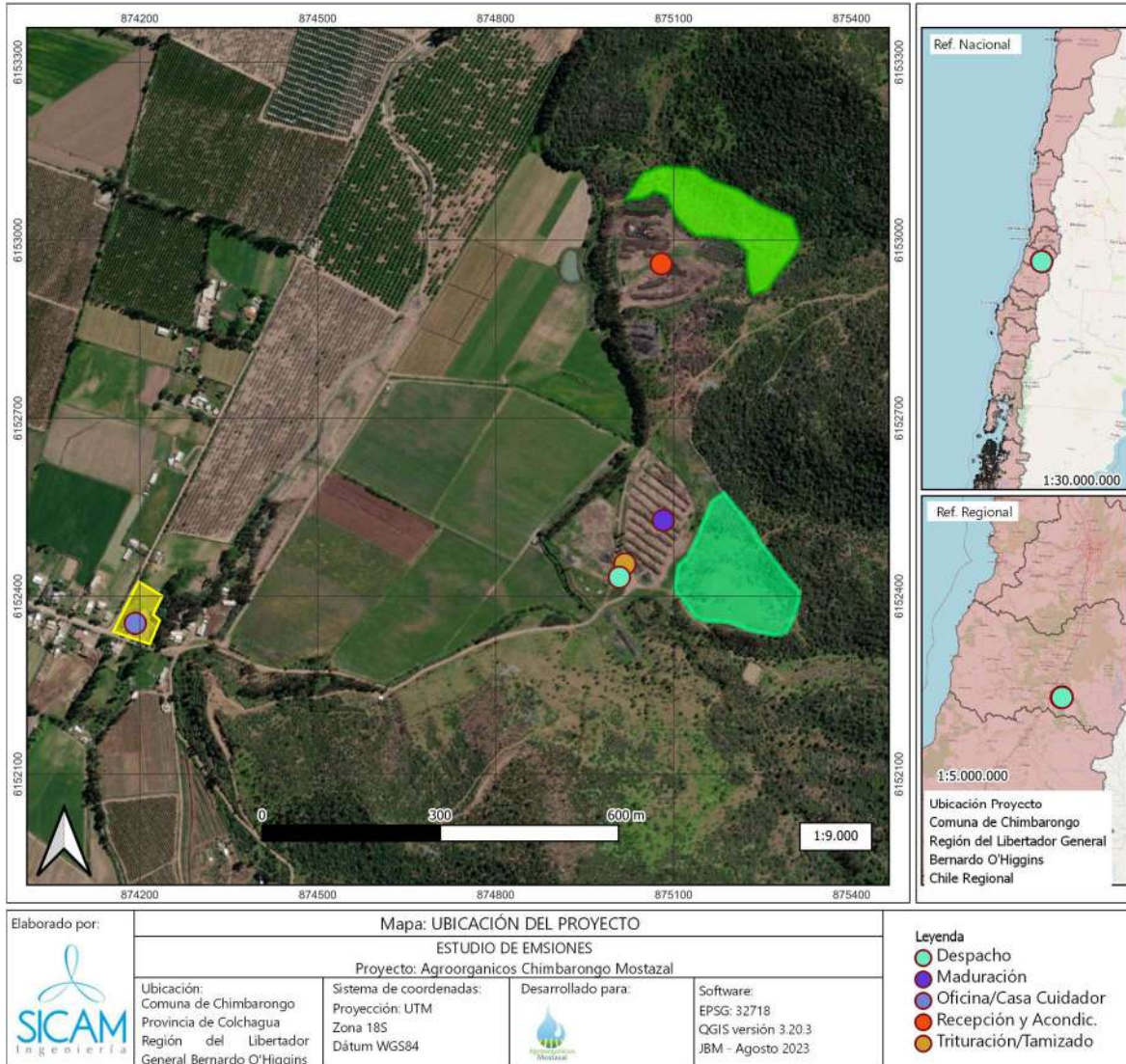


Figura 1. Emplazamiento del proyecto.  
Fuente: Elaboración propia

#### 4 ANTECEDENTES GENERALES

La vía de acceso a la planta será por Ruta 5 Sur, entrando hacia el sector de la parcelación por el camino hacia San Juan de la Sierra. Para el transporte de materia prima a la planta de compostaje se utilizan los camiones descritos en la Tabla 4. Es esta flota la que se empleará en los cálculos para la estimación de emisiones, considerando que los viajes autorizados en la RCA (981) y los actuales, son realizados por los 10 camiones descritos a continuación.

Tabla 4. Camiones utilizados en la etapa de operación del proyecto

MARCA	MODELO	PATENTE	AÑO	NORMA EURO	ACOPLADO	COMBUSTIBLE
Mercedes Benz	Axor 2533	CBGY-12	2010	EURO 5	SI	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 2533	PZRW-49	2022	EURO 6	SI	DIESEL
Volkswagen	Const. 31.390	FGBK-11	2013	EURO 6	SI	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 2533	CLXL-44	2010	EURO 5	SI	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 2533	FZRW-35	2022	EURO 6	BATEA	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 2541	SHSW-85	2023	EURO 6	BATEA	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 3131	JXZX-42	2017	EURO 5	SI	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 2633	KCTD-10	2018	EURO 5	SI	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 2533	RZCL-21	2022	EURO 6	SI	DIESEL
Mercedes Benz	Axor 2633	GSHF-37	2014	EURO 6	SI	DIESEL

Fuente: Información proporcionada por Titular del proyecto

Se puede observar que la mayoría de los camiones poseen norma igual o superior a Euro 5, lo cual incide directamente en las emisiones por combustión interna en estos vehículos, sin embargo, para los camiones que se utilizaron inicialmente en el proyecto aprobado por RCA N°066/2002, se les considerara norma Euro III del año 2000, en vista del año de aprobación de su calificación ambiental.

## 5 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN

Dada la naturaleza del proyecto, se identifican las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos para la etapa de operación del proyecto, las que se describen a continuación en la Tabla 5.

Para la etapa de operación se identifican emisiones fugitivas por el polvo resuspendido por tránsito de vehículos y emisiones móviles asociadas a la combustión interna de vehículos.

Tabla 5. Identificación de las fuentes de emisión asociadas al proyecto

Etapa	Tipo de Emisión	Fuente o actividad	Contaminante
Operación	Fugitivas	Polvo resuspendido por tránsito de vehículos	MP <sub>10</sub> , MP <sub>2,5</sub>
	Móviles	Combustión interna en motores de vehículos	MP <sub>10</sub> , MP <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, HC

Fuente: Elaboración propia



## 6 ALCANCES METODOLÓGICOS

La ecuación general a utilizar para el cálculo de las fuentes a estimar mediante factor de emisión es la siguiente:

$$E = NA \times FE \times \left[ 1 - \% \frac{EF_t}{100} \right] \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

E : Emisión

NA : Nivel de Actividad

FE : Factor de Emisión

EF<sub>t</sub> : % Eficiencia total del Equipo de Control

Los factores de emisión (FE) corresponden a ecuaciones que permiten estimar emisiones atmosféricas para distintos contaminantes en un espacio temporal definido. El nivel de actividad (NA) se define de acuerdo a la naturaleza de la fuente y su perfil de funcionamiento. Finalmente, la eficiencia de abatimiento (EF<sub>i</sub>), representa el porcentaje asociado a la reducción de emisiones atmosféricas producto de la implementación de un equipo o medida de control, para un contaminante específico en una fuente determinada.

### 6.1 Metodología de Estimación de Emisiones de Fuentes Fugitivas

#### 6.1.1 Tránsito de vehículos por Caminos No Pavimentados

Esta fuente presenta una variante, respecto a la ecuación general de estimación de emisiones, que considera una corrección asociada a las condiciones de precipitación del área de estudio, tal como se presenta en la Ec. 2<sup>1</sup>.

$$E = NA \times FE \times \left[ 1 - \frac{P}{N} \right] \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

E : Emisión (g/año)

NA : Nivel de Actividad (km/año)

FE : Factor de Emisión (g/km)

P : Días con precipitaciones mayores de 0,254 mm, durante el periodo considerado

N : Número de días del periodo de estudio (365 en el caso anual)

Para el caso del Proyecto, se utilizan los datos de la estación Peor es Nada, de la comuna de Chimbarongo. Esta estación meteorológica, registra para el año 2021 y 2022, 27 y 47 días

<sup>1</sup> Referencia: Tabla 4. Caminos No Pavimentados. Servicio de Recopilación y Sistematización de Factores de Emisión al Aire para el SEA. BS Consultores, año 2015.

con precipitaciones sobre los 0,254 mm, respectivamente, por lo que se empleará el dato promedio de los dos años, correspondiente a 37 días.

### **Factor de Emisión**

La Guía de Estimación de Emisiones de la Región Metropolitana año 2020, considera dos factores de emisión para esta fuente, correspondientes a tránsito de vehículos pesados por camino industrial, y a tránsito de vehículos livianos por camino público.

#### Factor de emisión para tránsito de vehículos pesados por caminos no pavimentados industriales

$$fe = k \times 281,9 \times \left(\frac{s}{12}\right)^{0,9} \times \left(\frac{W}{2,72}\right)^{0,45} \quad [\text{g/km}] \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

k	: MP10: 1,5 MP2,5: 0,15
s	: Contenido de material fino en la superficie (%). Valor por defecto: 8,5
W	: Peso promedio de la flota que transita por las vías (ton)

El peso promedio de la flota, para un determinado camino no pavimentado y año cronológico, se calcula mediante la Ec. 14.

$$W = \frac{\sum_i^n [\bar{P}_i \times Nv_i]}{\sum_j^n Nv_j} \quad [\text{ton}] \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

W	: Peso promedio de la flota que transita por un determinado camino y año cronológico, en [ton]
$\bar{P}_i$	: Promedio entre el peso con y sin carga [ton], del vehículo que hace un determinado tipo de viaje i.
$Nv_i$	: Número de viajes del tipo de viaje i, en el año cronológico en cuestión
$Nv_j$	: Número de viajes del tipo de viaje j, en el año cronológico en cuestión
n	: Cantidad de tipos de viajes en el año cronológico en cuestión

#### Factor de emisión para tránsito de vehículos livianos por caminos no pavimentados públicos

$$fe = \frac{k \times 281,9 \times \left(\frac{s}{12}\right) \times \left(\frac{s}{48,28}\right)^{0,5}}{\left(\frac{M}{0,5}\right)^{0,2}} - C \quad [\text{g/km}] \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

k	: MP10: 1,8
---	-------------

	MP2,5: 0,18
C	: MP10: 0,132493 MP2,5: 0,101484
s	: Contenido de material fino en la superficie (%). Valor por defecto: 8,5
M	: Humedad del material superficial [%]. Valor por defecto: 6,5%
S	: Velocidad media vehicular [km/h]

### **Nivel de actividad**

Para el nivel de actividad se debe considerar tanto los caminos no pavimentados internos como externos, además de los viajes de ida y vuelta de cada vehículo.

### **6.1.2 Tránsito de Vehículos por Caminos Pavimentados**

Esta fuente presenta una variante, respecto a la ecuación general de estimación de emisiones, que considera una corrección asociada a las condiciones de precipitación del área de estudio.

$$E = NA \times FE \times \left[ 1 - \frac{P}{4N} \right] \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

E : Emisión (g/año)

NA : Nivel de Actividad (km/año)

FE : Factor de Emisión (g/km)

P : Días con precipitaciones mayores de 0,254 mm, durante el periodo considerado

N : Número de días del periodo de estudio (365 en el caso anual)

Como se mencionó en el punto anterior, se utiliza la data meteorológica de la estación meteorológica Peor es Nada, de la comuna de Chimbarongo, con lo cual se determinó que los días con precipitaciones mayores a 0,254 mm fueron 37 en promedio de los últimos dos años.

### **Factor de Emisión**

Para el caso de fuentes fugitivas, asociadas al tránsito de vehículos por caminos pavimentados, el factor de emisión se determina según la Ec. 17, según la Guía de Estimación de Emisiones de la RM 2020.

$$fe = k (SL)^{0,91} \times (W \times 1,1023)^{1,02} \quad [\text{g/km}] \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

K	: MP10: 0,62 MP2,5: 0,15
SL	: Carga superficial de finos (menor a 75 $\mu\text{m}$ ) de la superficie del camino ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) sL: 2,4 (para vías con flujo inferior a 500 vehículos por día) sL: 0,7 (para vías con flujo entre 500 y 10.000 vehículos por día) sL: 0,3 (para vías con flujo superior a 10.000 vehículos por día)
W	: Peso promedio en toneladas de los vehículos que transitan por las vías.

### **Nivel de Actividad**

Está dado por la suma de los kilómetros recorridos por los vehículos del proyecto, en las vías de cada rango de flujo vehicular. De esta manera, se deben calcular las emisiones por rango de flujo de forma separada, puesto que tienen distintos factores de emisión.

## **6.2 Metodología de Estimación de Emisiones de Fuentes Móviles**

### **6.2.1 Combustión Interna en Vehículos**

Las fuentes móviles asociadas al proyecto están representadas por camiones pesados, para transporte de materiales para el proceso de compostaje en la etapa de operación, usan combustible Diésel. De acuerdo al año de fabricación de los camiones se tienen distintas tecnologías, considerando para este caso camiones con tecnología Tipo Euro III año 2000, para los vehículos utilizados al momento de aprobación de la RCA, a modo de presentar un escenario desfavorable para no subestimar las emisiones, luego para los últimos años de operación se considera tecnología Tipo Euro V año 2008 y Tipo Euro VI de acuerdo a las características de los camiones presentados en la Tabla 4.

La estimación de emisiones se obtiene mediante el uso de los factores de emisión presentados en la Tabla 6 y el nivel de actividad que está dado por los kilómetros recorridos por cada vehículo.

Tabla 6. Factores de Emisión Fuentes Móviles en Ruta<sup>2</sup> ( $\text{gr}/\text{km}$ )

Tipo vehículo	Tecnología	MP10	MP2,5	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	COVDM
Camiones Pesados Diésel 16-32 ton	2000 - Euro III	0,130	0,130	6,27	0,0063	0,0029	1,49	0,278
Camiones Pesados Diésel 16-32 ton	2008 - Euro V	0,0161	0,0161	1,51	0,0047	0,011	0,071	0,008
Camiones Pesados Diésel 16-32 ton	Euro VI	0,0012	0,0012	0,422	0,0063	0,011	0,105	0,010

CC: consumo combustible, Scomb: Contenido azufre en el combustible

Fuente: Elaboración propia en base a referencias <sup>7</sup>

<sup>2</sup> Guía de Estimación de Emisiones de la Región Metropolitana año 2020. Capítulo 5. Combustión de Vehículos.

## 7 ESTIMACIÓN DE EMISIONES

### 7.1 Etapa De Operación

El presente informe considera la estimación de emisiones para las fuentes fugitivas por tránsito de vehículos en caminos pavimentados y no pavimentados, además de las fuentes móviles, asociada a la combustión en los motores de los vehículos que transitan por las rutas, respecto del transporte de materias primas que ingresan al Proyecto en su etapa de operación. Esto, debido a la fiscalización de la SMA, quien determinó una diferencia entre el total de camiones autorizados por la RCA y los camiones que, en los últimos años, han ingresado al Proyecto. De esta manera, la estimación de emisiones se presentará en 5 escenarios, que se describen a continuación en la Tabla 7. En estos escenarios de evaluación se determinará la emisión en función del número de camiones, y así cuantificar el caso base y su diferencia respecto al aumento del flujo de camiones. Es importante mencionar que, según registro del Titular, el número de viajes de ingreso de materias primas al Proyecto sería menor que lo determinado por la SMA. Sin embargo, el presente informe considera los cálculos según el número de viajes indicado por la SMA, no obstante, en Anexo, se entrega la estimación de emisiones con el número de viajes corregido, según la información del Titular.

Tabla 7. Escenarios de estimación de emisiones

Escenario	Descripción	Consideraciones
Escenario 1: Caso Base – RCA	Corresponde al <b>caso base, aprobado por RCA</b> , al año 2002	Considera <b>981 camiones</b> , con norma Euro III, por caminos pavimentados y no pavimentados
Escenario 2: Operación 2020	Corresponde a la operación registrada al <b>año 2020</b> , con aumento del ingreso de camiones, respecto a lo autorizado.	Considera <b>1.174 camiones</b> , con norma Euro V-Euro VI, por caminos pavimentados y no pavimentados
Escenario 3: Operación 2021	Corresponde a la operación registrada al <b>año 2021</b> , con aumento del ingreso de camiones, respecto a lo autorizado.	Considera <b>1.702 camiones</b> , con norma Euro V-Euro VI, por caminos pavimentados y no pavimentados
Escenario 4: Operación 2022	Corresponde a la operación registrada al <b>año 2022</b> , con aumento del ingreso de camiones, respecto a lo autorizado.	Considera <b>1.352 camiones</b> , con norma Euro V-Euro VI, por caminos pavimentados y no pavimentados
Escenario 5: Operación 2023	Corresponde a la operación registrada al <b>año 2023</b> , con aumento del ingreso de camiones, respecto a lo autorizado.	Considera <b>1.186 camiones</b> con norma Euro V-Euro VI, por caminos pavimentados y no pavimentados

Fuente: Elaboración propia

### 7.1.1 Fuentes Fugitivas

Se considera el tránsito de camiones que ingresan por la Ruta 5 y se desplazan por la ruta I-511, ruta pavimentada de 8,72 km y luego el tránsito por camino interno del lote, tramo no pavimentado de aproximadamente 0,8 km para ingresar a la planta de compostaje, tal como se observa en la Figura 2 y se especifica en la Tabla 8.

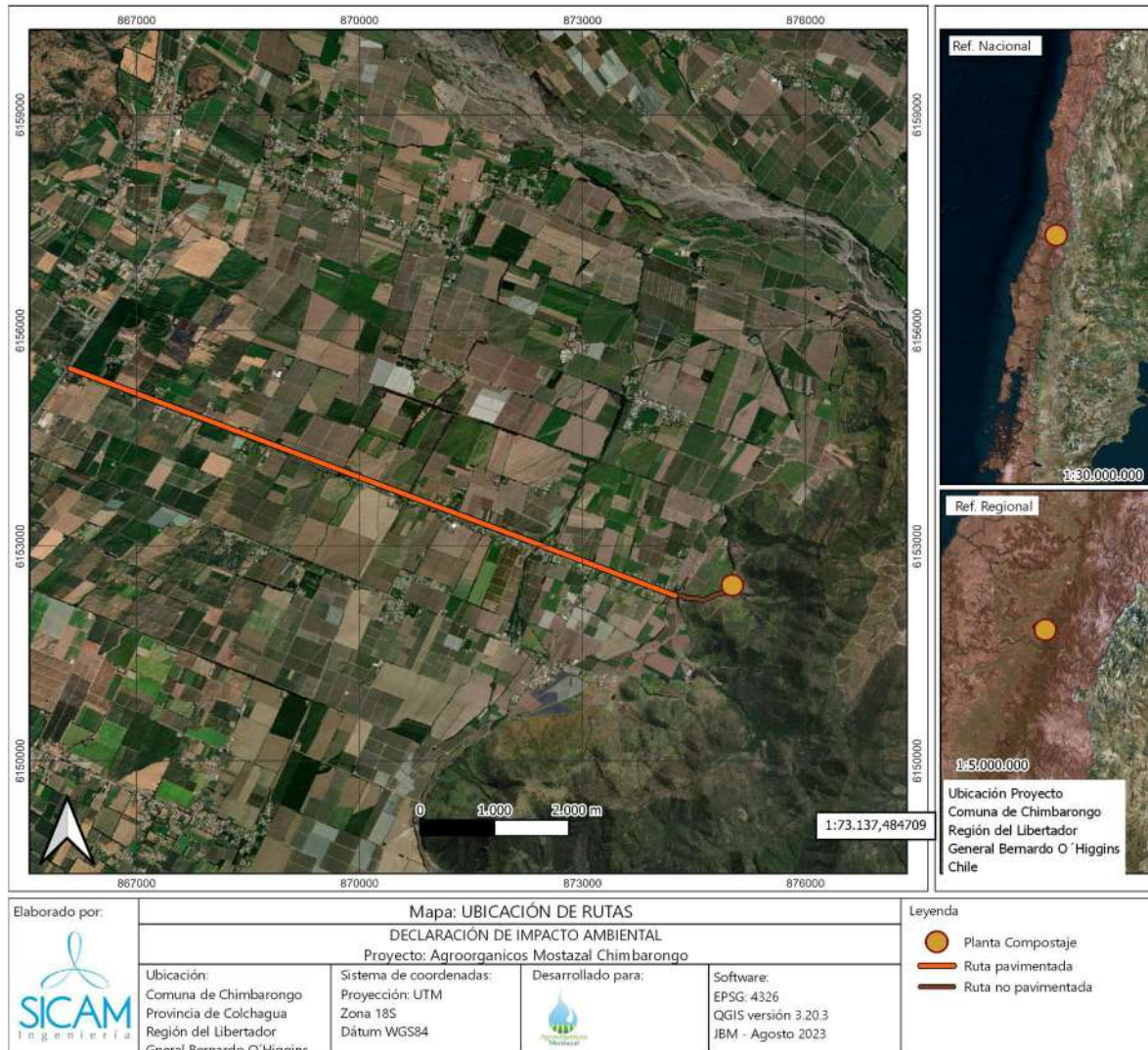


Figura 2. Rutas de acceso al Proyecto de tipo pavimentado y no pavimentado  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Rutas de origen/destino para el tránsito de camiones de materia prima

TIPO VEHÍCULO	ORIGEN -DESTINO	PAVIMENTADO		NO PAVIMENTADO	
		RUTA	KM PAV	RUTA	KM NO PAV.
Camión 1 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 2 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 3 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 4 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 5 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 6 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 7 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 8 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 9 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8
Camión 10 Material a Planta Compostaje	Ruta 5 - Planta Compostaje	Ruta 5/ I-511	8,72	camino interno	0,8

Fuente: Elaboración propia

El número de viajes corresponde al número de camiones que ingresan a la planta de acuerdo a lo autorizado por la RCA y de acuerdo a las condiciones de operación reales registradas para los años 2020 a 2022, según se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Número de camiones por mes que ingresan a la planta de compostaje

Escenario	Año	N° de camiones /año
Escenario 1: Caso base RCA	2002	981
Escenario 2: Operación 2020	2020	1.220
Escenario 3: Operación 2021	2021	2.115
Escenario 4: Operación 2022	2022	2.340
Escenario 5: Operación 2024-futuro	2024 – año n	981

Fuente: Elaboración propia

### Emisiones por tránsito de vehículos por caminos No pavimentados

El nivel de actividad, presentado en la Tabla 10, está dado por los kilómetros totales recorridos. Este valor se determina a partir del número de camiones que ingresan a la planta, según se describe en la Tabla 9, y la distancia recorrida en tramo no pavimentado ida y vuelta (Tabla 8). Este valor difiere para los años 2020, 2021, 2022 y 2023, en relación al valor de la distancia recorrida en km estimada para el número de camiones aprobados en la RCA N°066/2002.

Tabla 10. Estimación del nivel de actividad para tránsito de vehículos en caminos No pavimentados

TIPO VEHÍCULO	KM RECORRIDOS					FE (g/km) MP10	FE (g/km) MP2,5
	Es. 1 RCA	Es. 2 2020	Es. 3 2021	Es. 4 2022	Es. 5 2023		
Camión 1 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 2 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 3 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 4 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 5 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 6 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 7 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 8 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 9 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
Camión 10 Material a Planta Compostaje	163	195	283	224	197	899,5	89,9
<b>Total</b>	<b>1.628</b>	<b>1.949</b>	<b>2.825</b>	<b>2.244</b>	<b>1.969</b>	-	-

Fuente: Elaboración propia

Luego las emisiones de MP10 y MP2,5 se presentan en las Tablas 11 y 12, con valores que van desde 1,46 Ton de MP10 en RCA hasta 2,54 Ton de MP10 para el año 2021 y desde 0,15 Ton de MP2,5 en RCA hasta 0,25 Ton de MP2,5 para el año 2021.

Tabla 11. Estimación de emisiones de MP10 para tránsito de vehículos en caminos No pavimentados (kg/año)

Actividad	EMISIONES MP10 (KG/AÑO)				
	Es. 1 RCA	Es. 2 2020	Es. 3 2021	Es. 4 2022	Es. 5 2024
Camión 1 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 2 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 3 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 4 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 5 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 6 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 7 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 8 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 9 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
Camión 10 Material a Planta Compostaje	0,15	0,18	0,25	0,20	0,18
<b>Total</b>	<b>1,46</b>	<b>1,75</b>	<b>2,54</b>	<b>2,02</b>	<b>1,77</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 12. Estimación de emisiones de MP2,5 para tránsito de vehículos en caminos No pavimentados (Ton/año)

Actividad	EMISIONES MP2,5 (TON/AÑO)				
	Es. 1 RCA	Es. 2 2020	Es. 3 2021	Es. 4 2022	Es. 5 2024
Camión 1 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 2 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 3 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 4 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 5 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 6 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 7 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 8 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 9 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
Camión 10 Material a Planta Compostaje	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>0,15</b>	<b>0,18</b>	<b>0,25</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>

Fuente: Elaboración propia

### Emisiones por tránsito de vehículos por caminos pavimentados

El nivel de actividad está dado por los kilómetros totales recorridos. Este valor se determina a partir del número de camiones que ingresan a la planta de acuerdo a lo especificado en la Tabla 9, pero considerando solo los tramos pavimentados indicados en la Tabla 8. Con estos datos se obtiene la distancia recorrida presentada en la Tabla 13. Este valor difiere para los años 2020, 2021, 2022 y 2023, en relación al valor de kilómetros recorridos estimado para el número de camiones aprobados en la RCA N°066/2002.

Tabla 13. Estimación del nivel de actividad para tránsito de vehículos en caminos pavimentados

TIPO VEHÍCULO	sL	KM RECORRIDOS					Es. 5 2023	FE (g/km) MP10	FE (g/km) MP2,5
		Es. 1 RCA	Es. 2 2020	Es. 3 2021	Es. 4 2022				
Camión 1 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73	
Camión 2 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73	
Camión 3 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73	
Camión 4 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73	
Camión 5 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73	
Camión 6 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73	
Camión 7 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73	

Camión 8 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73
Camión 9 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73
Camión 10 Material a Planta Compostaje	0,70	1.707	2.043	2.961	2.352	2.064	19,57	4,73

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan en las Tablas 14 y 15 las emisiones de MP10 y MP2,5 con valores que van desde 0,33 Ton de MP10 en el caso base RCA hasta 0,56 Ton de MP10 para el año 2021 y desde 0,08 Ton de MP2,5 en caso base RCA hasta 0,14 Ton de MP2,5 para el año 2021.

Tabla 14. Estimación de emisiones de MP10 para tránsito de vehículos en caminos pavimentados

Actividad	EMISIONES MP10 (TON/AÑO)				
	Es. 1 RCA	Es. 2 2020	Es. 3 2021	Es. 4 2022	Es. 5 2023
Camión 1 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 2 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 3 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 4 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 5 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 6 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 7 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 8 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 9 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
Camión 10 Material a Planta Compostaje	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04
<b>Total</b>	<b>0,33</b>	<b>0,39</b>	<b>0,56</b>	<b>0,45</b>	<b>0,39</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Estimación de emisiones de MP2,5 para tránsito de vehículos en caminos pavimentados

Actividad	EMISIONES MP2,5 (TON/AÑO)				
	Es. 1 RCA	Es. 2 2020	Es. 3 2021	Es. 4 2022	Es. 5 2023
Camión 1 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 2 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 3 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 4 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 5 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 6 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 7 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 8 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 9 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Camión 10 Material a Planta Compostaje	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Total</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>	<b>0,14</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>

Fuente: Elaboración propia

## 7.1.2 Fuentes Móviles

### Vehículos

Para la estimación de emisiones generadas por la combustión interna de los motores de los vehículos en la etapa de operación, se consideran los vehículos que transitan por la Ruta 5 y se desplazan por la ruta I-511, ruta pavimentada de 8,72 km y luego el tránsito por camino interno del lote, tramo no pavimentado de aproximadamente 0,8 km para ingresar a la planta de compostaje.

La estimación del nivel de actividad corresponde a los kilómetros recorridos por cada vehículo, para lo cual se emplearon los mismos datos de distancia recorrida, utilizados en el punto 8.1.1 (estimación de emisiones por tránsito de vehículos en camino No pavimentado y pavimentado).

Los factores de emisión empleados para los diferentes tipos de camiones que transitan por esta ruta se describen en la Tabla 16, considerando un factor de emisión euro III para la flota estimada para el caso base RCA, y euro V y euro VI para los restantes escenario de evaluación (año 2020, 2021, 2022 y 2024-año n).

Tabla 16. Factores de emisión asociados a combustión interna de vehículos

Actividad	Tipo vehículo	FE (g/km)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO2	NH3	COVDM
Camiones Pesados Diésel Euro VI	Camión pesado	0,0012	0,0012	0,105	0,422	0,0063	0,011	0,01
Camiones Pesados Diésel Euro V- año 2008	Camión pesado	0,0239	0,0239	0,105	2,18	0,0063	0,011	0,01
Camiones Pesados Diésel Euro III- año 2000	Camión pesado	0,1300	0,1300	1,490	6,27	0,0063	0,0029	0,278

Fuente: Elaboración propia según guía de estimación de emisiones para proyectos inmobiliarios región metropolitana 2020.

Tabla 17. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos en RCA (ton/año)

Clasificación	Tipo vehículo	Emisiones (Ton/año)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO2	NH3	COVDM
Camión 1	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 2	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 3	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 4	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 5	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 6	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 7	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 8	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 9	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
Camión 10	Camión pesado	0,00025	0,00025	0,00281	0,01184	0,00001	0,00001	0,00053
<b>Total</b>		<b>0,00246</b>	<b>0,00246</b>	<b>0,02814</b>	<b>0,11843</b>	<b>0,00012</b>	<b>0,00005</b>	<b>0,00525</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2020 (ton/año)

Clasificación	Tipo vehículo	Emisiones (Ton/año)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVDM
Camión 1	Camión pesado	0,00005	0,00005	0,00023	0,00488	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 2	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00023	0,00094	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 3	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00023	0,00094	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 4	Camión pesado	0,00005	0,00005	0,00023	0,00488	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 5	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00023	0,00094	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 6	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00023	0,00094	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 7	Camión pesado	0,00005	0,00005	0,00023	0,00488	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 8	Camión pesado	0,00005	0,00005	0,00023	0,00488	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 9	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00023	0,00094	0,00001	0,00002	0,00002
Camión 10	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00023	0,00094	0,00001	0,00002	0,00002
<b>Total</b>		<b>0,00023</b>	<b>0,00023</b>	<b>0,00235</b>	<b>0,02518</b>	<b>0,00014</b>	<b>0,00025</b>	<b>0,00022</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2021 (ton/año)

Clasificación	Tipo vehículo	Emisiones (Ton/año)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVDM
Camión 1	Camión pesado	0,00008	0,00008	0,00034	0,00707	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 2	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00034	0,00137	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 3	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00034	0,00137	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 4	Camión pesado	0,00008	0,00008	0,00034	0,00707	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 5	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00034	0,00137	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 6	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00034	0,00137	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 7	Camión pesado	0,00008	0,00008	0,00034	0,00707	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 8	Camión pesado	0,00008	0,00008	0,00034	0,00707	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 9	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00034	0,00137	0,00002	0,00004	0,00003
Camión 10	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00034	0,00137	0,00002	0,00004	0,00003
<b>Total</b>		<b>0,00033</b>	<b>0,00033</b>	<b>0,00341</b>	<b>0,03650</b>	<b>0,00020</b>	<b>0,00036</b>	<b>0,00032</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2022 (ton/año)

Clasificación	Tipo vehículo	Emisiones (Ton/año)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVDM
Camión 1	Camión pesado	0,00006	0,00006	0,00027	0,00562	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 2	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00027	0,00109	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 3	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00027	0,00109	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 4	Camión pesado	0,00006	0,00006	0,00027	0,00562	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 5	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00027	0,00109	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 6	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00027	0,00109	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 7	Camión pesado	0,00006	0,00006	0,00027	0,00562	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 8	Camión pesado	0,00006	0,00006	0,00027	0,00562	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 9	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00027	0,00109	0,00002	0,00003	0,00003
Camión 10	Camión pesado	0,00000	0,00000	0,00027	0,00109	0,00002	0,00003	0,00003
<b>Total</b>		<b>0,00026</b>	<b>0,00026</b>	<b>0,00271</b>	<b>0,02900</b>	<b>0,00016</b>	<b>0,00028</b>	<b>0,00026</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Estimación de emisiones para combustión interna de vehículos, año 2023 (ton/año)

Clasificación	Tipo vehículo	Emisiones (Ton/año)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVDM
Camión 1	Camión pesado	0,0001	0,0001	0,0002	0,0049	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 2	Camión pesado	0,0000	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 3	Camión pesado	0,0000	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 4	Camión pesado	0,0001	0,0001	0,0002	0,0049	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 5	Camión pesado	0,0000	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 6	Camión pesado	0,0000	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 7	Camión pesado	0,0001	0,0001	0,0002	0,0049	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 8	Camión pesado	0,0001	0,0001	0,0002	0,0049	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 9	Camión pesado	0,0000	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000
Camión 10	Camión pesado	0,0000	0,0000	0,0002	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000
<b>Total</b>		<b>0,0002</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0024</b>	<b>0,0254</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0002</b>

Fuente: Elaboración propia

### 7.1.3 Resumen de la Etapa de Operación

A continuación, se presenta el resumen de la etapa de operación para RCA y años 2020, 2021, 2022 y 2024-año n.

Tabla 22. Emisiones generadas en la etapa de operación en **RCA (Ton/año)**

RCA - Proyecto aprobado 2002		: 981 camiones euro III						
Categoría	Tipo Fuente	Emisiones (Ton)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVDM
FUGITIVAS	Tránsito de vehículos por camino no pavimentado	1,46	0,15	-	-	-	-	-
	Tránsito de vehículos por camino pavimentado	0,33	0,08	-	-	-	-	-
	Subtotal	1,79	0,23	-	-	-	-	-
MÓVILES	Combustión interna en vehículos	0,002	0,002	0,03	0,12	0,00	0,00	0,01
	Subtotal	0,002	0,002	0,03	0,12	0,00	0,00	0,01
<b>Total</b>		<b>1,79</b>	<b>0,23</b>	<b>0,03</b>	<b>0,12</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,01</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Emisiones generadas en la etapa de operación **año 2020 (Ton/año)**

Operación 2020		: 1.174 camiones euro V - euro VI						
Categoría	Tipo Fuente	Emisiones (Ton)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVDM
FUGITIVAS	Tránsito de vehículos por camino no pavimentado	1,75	0,18	-	-	-	-	-
	Tránsito de vehículos por camino pavimentado	0,39	0,09	-	-	-	-	-
	Subtotal	2,14	0,27	-	-	-	-	-
MÓVILES	Combustión interna en vehículos	0,0002	0,0002	0,00	0,03	0,0001	0,0002	0,0002
	Subtotal	0,0002	0,0002	0,00	0,03	0,0001	0,0002	0,0002
<b>Total</b>		<b>2,14</b>	<b>0,27</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0002</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Emisiones generadas en la etapa de operación **año 2021 (Ton/año)**

Operación 2021		: 1.702 camiones euro V - euro VI						
Categoría	Tipo Fuente	Emisiones (Ton)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO2	NH3	COVD M
FUGITIVAS	Tránsito de vehículos por camino no pavimentado	2,54	0,25	-	-	-	-	-
	Tránsito de vehículos por camino pavimentado	0,56	0,14	-	-	-	-	-
	Subtotal	3,11	0,39	-	-	-	-	-
MÓVILES	Combustión interna en vehículos	0,0003	0,0003	0,00	0,037	0,0002	0,0004	0,0003
	Subtotal	0,0003	0,0003	0,00	0,037	0,0002	0,0004	0,0003
<b>Total</b>		<b>3,11</b>	<b>0,39</b>	<b>0,00</b>	<b>0,037</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0003</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Emisiones generadas en la etapa de operación **año 2022 (Ton/año)**

Operación 2022		: 1.352 camiones euro V - euro VI						
Categoría	Tipo Fuente	Emisiones (Ton)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVDM
FUGITIVAS	Tránsito de vehículos por camino no pavimentado	2,02	0,20	-	-	-	-	-
	Tránsito de vehículos por camino pavimentado	0,45	0,11	-	-	-	-	-
	Subtotal	2,47	0,31	-	-	-	-	-
MÓVILES	Combustión interna en vehículos	0,0003	0,0003	0,00	0,03	0,0002	0,0003	0,0003
	Subtotal	0,0003	0,0003	0,00	0,03	0,0002	0,0003	0,0003
<b>Total</b>		<b>2,47</b>	<b>0,31</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0003</b>	<b>0,0003</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Emisiones generadas en la etapa de operación **año 2023 (Ton/año)**

Operación 2024 - Año n		: 1.186 camiones euro V - euro VI						
Categoría	Tipo Fuente	Emisiones (Ton)						
		MP10	MP2,5	CO	NOx	SO2	NH3	COVDM
FUGITIVAS	Tránsito de vehículos por camino no pavimentado	1,77	0,18	-	-	-	-	-
	Tránsito de vehículos por camino pavimentado	0,39	0,10	-	-	-	-	-
	Subtotal	2,16	0,27	-	-	-	-	-
MÓVILES	Combustión interna en vehículos	0,0002	0,0002	0,00	0,03	0,0001	0,0002	0,0002
	Subtotal	0,0002	0,0002	0,00	0,03	0,0001	0,0002	0,0002
<b>Total</b>		<b>2,16</b>	<b>0,27</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,0002</b>

Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Análisis de comparación de escenarios

Para realizar el análisis fueron comparadas las emisiones estimadas para los escenarios 2 al 5, considerando el escenario 1 como caso base. De esta manera, es posible cuantificar las emisiones generadas a partir del aumento del ingreso de camiones a la planta.

Para el MP10, producto del aumento en la cantidad de camiones se excedió la generación de emisiones, respecto al caso base en 2,71 toneladas, generadas durante el periodo 2020 – 2023, en que se constata el incumplimiento.

Tabla 27. Comparación de escenarios MP10

Escenario	Emisiones MP 10 (ton/año)	Diferencia respecto caso base Ton/año
Es. 1 - RCA	1,79	-
Es. 2 - 2020	2,14	0,35
Es. 3 - 2021	3,11	1,31
Es. 4 - 2022	2,47	0,67
Es. 5 - 2023	2,16	0,37
<b>Total exceso periodo 2020-2023</b>		<b>2,71</b>

Fuente: Elaboración propia

Para el MP2,5, producto del aumento en la cantidad de camiones se excedió la generación de emisiones, respecto al caso base en 0,33 toneladas, generadas durante el periodo 2020 – 2023, en que se constata el incumplimiento.

Tabla 28. Comparación de escenarios MP2,5

Escenario	Emisiones MP 2,5 (ton/año)	Diferencia respecto caso base Ton/año
Es. 1 - RCA	0,23	-
Es. 2 - 2020	0,28	0,04
Es. 3 - 2021	0,49	0,16
Es. 4 - 2022	0,54	0,08
Es. 5 - 2023	0,23	0,04
<b>Total exceso periodo 2020-2023</b>		<b>0,33</b>

Fuente: Elaboración propia

Para el NOX, producto del aumento en la cantidad de camiones no se generó un aumento en la emisión de este contaminante debido al cambio en el factor de emisión de la flota de camiones que se emplea en la operación actual.

Tabla 29. Comparación de escenarios NO<sub>x</sub>

Escenario	Emisiones NO <sub>x</sub> (ton/año)	Diferencia respecto caso base
Es. 1 - RCA	0,12	-
Es. 2 - 2020	0,025	-0,09
Es. 3 - 2021	0,04	-0,08
Es. 4 - 2022	0,03	-0,09
Es. 5 - 2023	0,03	-0,09
<b>Total exceso periodo 2020-2023</b>		<b>-0,35</b>

Fuente: Elaboración propia

## 8 ALTERNATIVAS PARA LA COMPENSACIÓN DE EMISIONES

De acuerdo a lo indicado por el Titular, el incumplimiento respecto al aumento del flujo de camiones será corregido, para volver a operar el Proyecto según los alcances autorizados en la RCA, sin embargo, en el periodo en que se constata este hecho, se cuantifica una emisión sobre el escenario base, de 2,71 toneladas totales para el periodo comprendido entre los años 2020 y 2023, lo cual se debe compensar, para lo cual se analizan las siguientes alternativas:

Tabla 30. Alternativas de compensación de emisiones

Emisión MP10 (ton) a comenzar		2,71
Medida compensación	Alcances	Resultado
Áreas verdes	De acuerdo a la guía para el desarrollo de compensación de emisiones por MP10 en áreas verdes y masas de vegetación, en la Región Metropolitana, del MMA 2020. Se establece que 2,51 ha equivalen a 1 ton/año de MP10.	<b>Se requieren 5,1 ha para compensar 2,71 ton/año MP10.</b>  Considerando que la emisión generada es total, no anual, se propone aplicar una reducción de la superficie a 1,7 ha, lo que compensará las 2,71 ton/año en 3 años.
Recambio de calefactores	De acuerdo a lo establecido en el PDA de O'Higgins, cuando se trate de una emisión compuesta predominantemente de MP grueso (tamaño superior a 2,5 micrómetros), se podrán realizar compensaciones que	Alternativa 1 AC: Se requiere retirar <b>64 calefactores</b> a combustión lenta y reemplazarlos equipos de AC tipo split.  Alternativa 2 pellet: Se requiere retirar <b>90 calefactores</b> a combustión



	<p>impliquen el retiro o rebaja de emisiones provenientes de procesos de combustión en razón de una unidad másica de MP de combustión retirado, por cada 3 unidades de MP grueso emitido.</p>	<p>lenta y reemplazarlos por calefactores a pellet.</p>
Quemas agrícolas	<p>Se determinó la emisión generada por quemas agrícolas según ha de un cultivo tipo, que establece factores de emisión por tipo de cultivo, de acuerdo a la metodología empleada en los últimos inventarios de emisiones y establecidas en el Manual de Inventarios de Emisiones</p>	<p>Se requiere una superficie de <b>85 hectáreas</b>, para reemplazar la práctica de quema agrícola, y reemplazar por incorporación del rastrojo.</p>
Pavimentación	<p>Según la memoria de cálculo presentada en la guía para compensación de emisiones específicamente asociado al Mecanismo de Compensación: Pavimentación de Calles, se podría establecer una reducción de 0,15 ton/año*m de MP10, sin embargo, esta medida requiere parámetros específicos del lugar en donde se quiere aplicar la medida, tales como composición y cuantificación del flujo vehicular.</p>	<p>Se requiere aplicando el ejemplo de cálculo establecido en la guía, pavimentar <b>20 metros de calle no pavimentada</b>, con alto flujo vehicular, para compensar 2,71 ton de MP.</p> <p>Por otra parte, al tratarse de la ruta interna del Proyecto, que equivale a 800 metros no pavimentados, camino que tiene un flujo conocido, y parámetros establecidos, si se pavimenta, se logra reducir <b>1,43 ton/año</b>, logrando la totalidad de la compensación al segundo año de operación.</p>
Mejora tecnológica en fuentes fijas	<p>De acuerdo al inventario nacional (año base 2017), el promedio de consumo de combustible biomasa en calderas activas de la región de O'Higgins es de 300.000 kg/año aproximadamente. Aplicando los factores de</p>	<p>Alternativa 1 ESP:</p> <p>Se instala un precipitador electrostático con un 98% de eficiencia para MP10, con lo cual se compensa 0,7 ton/año de MP. Tomando como referencia la razón de una unidad másica de MP de combustión retirado, por cada 3</p>

	<p>emisión contenidos en el Manual de inventarios de emisiones, se puede establecer la emisión por una caldera que consume biomasa, de manera anual, equivalente a 0,7 ton/año de MP10, sin sistema de control.</p> <p>Esta medida considera, la incorporación de un sistema de control de emisiones para una fuente fija que consume biomasa, aplicándose distintas eficiencias según el equipo.</p>	<p>unidades de MP grueso emitido, se debería compensar 0,9 ton/año, logrando el objetivo en 1,4 años. Sin embargo, el equipo sigue reduciendo las emisiones mientras siga en operación.</p> <p>Alternativa 2 Filtro de mangas:</p> <p>Se instala un filtro de mangas con un 99% de eficiencia para MP10, con lo cual se compensa 0,7 ton/año de MP. Tomando como referencia la razón de una unidad másica de MP de combustión retirado, por cada 3 unidades de MP grueso emitido, se debería compensar 0,9 ton/año, logrando el objetivo en 1,3 años. Sin embargo, el equipo sigue reduciendo las emisiones mientras siga en operación.</p>
--	---	---



## 9 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que con el aumento del flujo de camiones que ingresan materiales a la Planta de Compostaje Mostazal Chimbarongo se genera un incremento del material particulado, debido principalmente al flujo sobre camino no pavimentado.

Los resultados permiten concluir que el contaminante que experimenta un mayor aumento respecto al caso base corresponde al MP10, el cual en su mayor escenario de emisión (año 2021) genera un aumento de 1,31 ton/año.

Es importante destacar que estas emisiones corresponden a MP10 producto del tránsito de vehículos por caminos pavimentados y no pavimentados, lo cual se genera casi al límite de la zona declarada como saturada en el Valle Central de la Región de O'Higgins, sin encontrarse gran densidad de viviendas en el sector. Por otra parte, de acuerdo al Inventario de emisiones del Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, año base 2017, el 54% de las emisiones que dan lugar a la saturación de la zona, proviene de la combustión residencial de leña, a partir del uso de 115.029 calefactores a leña instalados en la zona saturada.

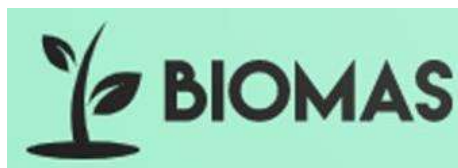
De acuerdo a lo indicado por el Titular, este incumplimiento será corregido, para volver a operar el Proyecto según los alcances autorizados en la RCA, respecto al flujo de camiones, sin embargo, en el periodo en que se constata el incumplimiento, se cuantifica una emisión sobre el escenario base, de 2,71 toneladas totales para el periodo comprendido entre los años 2020 y 2023, lo cual se debe compensar, analizándose diversas alternativas factibles de implementar en el área de emplazamiento.



**“Planta de Compostaje II Agroorgánicos Mostazal,  
Chimbarongo”  
Comuna de Chimbarongo, Región del Libertador General  
Bernardo O’Higgins**

**CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL FAUNA TERRESTRE**

Preparado por



Diciembre 2023





## Índice

1.	Introducción .....	4
2.	Objetivos .....	4
2.1.	Objetivo General .....	4
2.2.	Objetivos Específicos .....	4
3.	Área de Estudio .....	5
4.	Metodología de Trabajo .....	6
4.1.	Levantamiento de información de gabinete .....	6
4.2.	Campaña de terreno.....	7
4.2.1.	Descripción General .....	7
4.2.2.	Diseño de Muestreo .....	7
4.2.3.	Descripción de Biotopos Faunísticos .....	8
4.2.4.	Bibliografía Asociada .....	9
4.2.5.	Muestreo por grupo taxonómico .....	9
4.2.6.	Endemismo .....	12
4.2.7.	Estado de Conservación .....	12
4.3.	Singularidades ambientales.....	15
5.	Revisión Bibliográfica .....	15
5.1.	Caracterización del área asociada al área del Proyecto .....	15
5.2.	Biodiversidad en la Región de O'Higgins .....	16
6.	Resultados .....	18
6.1.	Caracterización de hábitat en terreno .....	18
6.2.	Riqueza y abundancia en el Área de Influencia.....	19
6.2.1.	Anfibios.....	20
6.2.2.	Reptiles .....	20
6.2.3.	Aves .....	21
6.2.4.	Mamíferos .....	22
6.3.	Origen, endemismo y estado de conservación de las especies .....	22
6.4.	Singularidades ambientales.....	24
6.5.	Hallazgos de fauna en los puntos de muestreo.....	24



7.	Discusión, conclusiones y recomendaciones .....	26
8.	Bibliografía .....	28
	Firma .....	30
9.	ANEXO .....	31
9.1.	Especies de fauna potencial .....	31

### Índice de Tablas

TABLA 1.	ESTACIONES DE MUESTREO Y METODOLOGÍA APLICADA .....	7
TABLA 2.	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS DE FAUNA DE VERTEBRADOS TERRESTRES .....	9
TABLA 3.	DEFINICIÓN ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE ESPECIES (RCE) DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE .....	14
TABLA 4.	CRITERIOS PARA DEFINIR SINGULARIDADES AMBIENTALES .....	15
TABLA 5.	RIQUEZA DE ENDEMISMOS DE DISTINTAS CLASES DE ESPECIES EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS. ....	16
TABLA 6.	ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ORIGEN DE LAS ESPECIES REGISTRADAS .....	23
TABLA 7.	ESPECIES POTENCIALES EN EL ÁREA DEL PROYECTO .....	31

### Índice de Figuras

FIGURA 1.	UBICACIÓN DEL PROYECTO EN LA REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS, COMUNA DE CHIMBARONGO .....	6
FIGURA 2.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO .....	8
FIGURA 3.	RECORRIDO PEDESTRE EN EL ÁREA DE ESTUDIO. ....	11
FIGURA 4.	HALLAZGOS DE FAUNA DE BAJA MOVILIDAD.....	25

### Índice de Set Fotográficos

SET FOTOGRAFICO 1.	PUNTOS DE MUESTREO A LO LARGO DEL ÁREA PROSPECTADA, CAMPAÑA NOVIEMBRE 2023. ....	18
SET FOTOGRAFICO 2.	REPTILES OBSERVADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. ....	20
SET FOTOGRAFICO 3.	AVES OBSERVADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. ....	22



## 1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la preparación de un Programa de Cumplimiento que la empresa Agroorgánicos Mostazal prepara para la revisión y evaluación por la SMA, proceso sancionatorio D-168-2023, se ha requerido la preparación de un informe cuali y cuantitativo para el aspecto ambiental fauna terrestre. Por ende, el presente informe corresponde a la campaña de caracterización ambiental de primavera del componente fauna vertebrada terrestre para el Proyecto “Agroorgánicos Mostazal-Chimbarongo” (en adelante, “el Proyecto”), ubicado en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins.

La caracterización en terreno ha sido ejecutada el 30 de noviembre del año 2023, a cargo de Pablo Negrete, Biólogo Ambiental y Magíster en Cs. Biológicas /m en Ecología y Biología Evolutiva, Universidad de Chile. Como parte de los resultados del presente informe, se entrega una revisión en gabinete de información y antecedentes bibliográficos sobre los vertebrados asociados al área del Proyecto, sus ecosistemas, historia de vida y categorías de conservación, de manera de actualizar la información ya existente acerca de estas especies.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

El objetivo de este estudio es determinar, estimar y cuantificar el impacto de la acumulación de lixiviados sobre la fauna vertebrada terrestre en la zona afectada, mediante la comparación con una zona de control no impactada. Esto permitirá evaluar y medir el efecto en las áreas afectadas norte y sur.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el área de estudio y del Proyecto en términos de su biogeografía.
- Realizar una revisión bibliográfica preliminar sobre los posibles biotopos faunísticos y las especies de fauna de vertebrados terrestres que potencialmente podrían ocupar el área del Proyecto.
- Identificar microhábitats y/o ambientes presentes en el área de estudio.
- Elaborar un catastro de fauna terrestre con las especies registradas
- Caracterizar la riqueza, abundancia y distribución espacial de las especies identificadas en los distintos ambientes presentes el área de estudio.
- Establecer la presencia de especies en categoría de conservación y su singularidad a nivel regional, nacional e internacional de acuerdo con lo establecido en el artículo 37 de la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N°19.300/1994 del MINSEGPRES, modificada por Ley 20.417/2010 del MMA).
- Identificar singularidades ambientales.
- Caracterizar la riqueza, abundancia y distribución espacial de las especies identificadas en las distintas estaciones de muestreo.
- Entregar recomendaciones para la gestión de vertebrados terrestres de acuerdo con su biología, las características poblacionales y categorías de conservación.



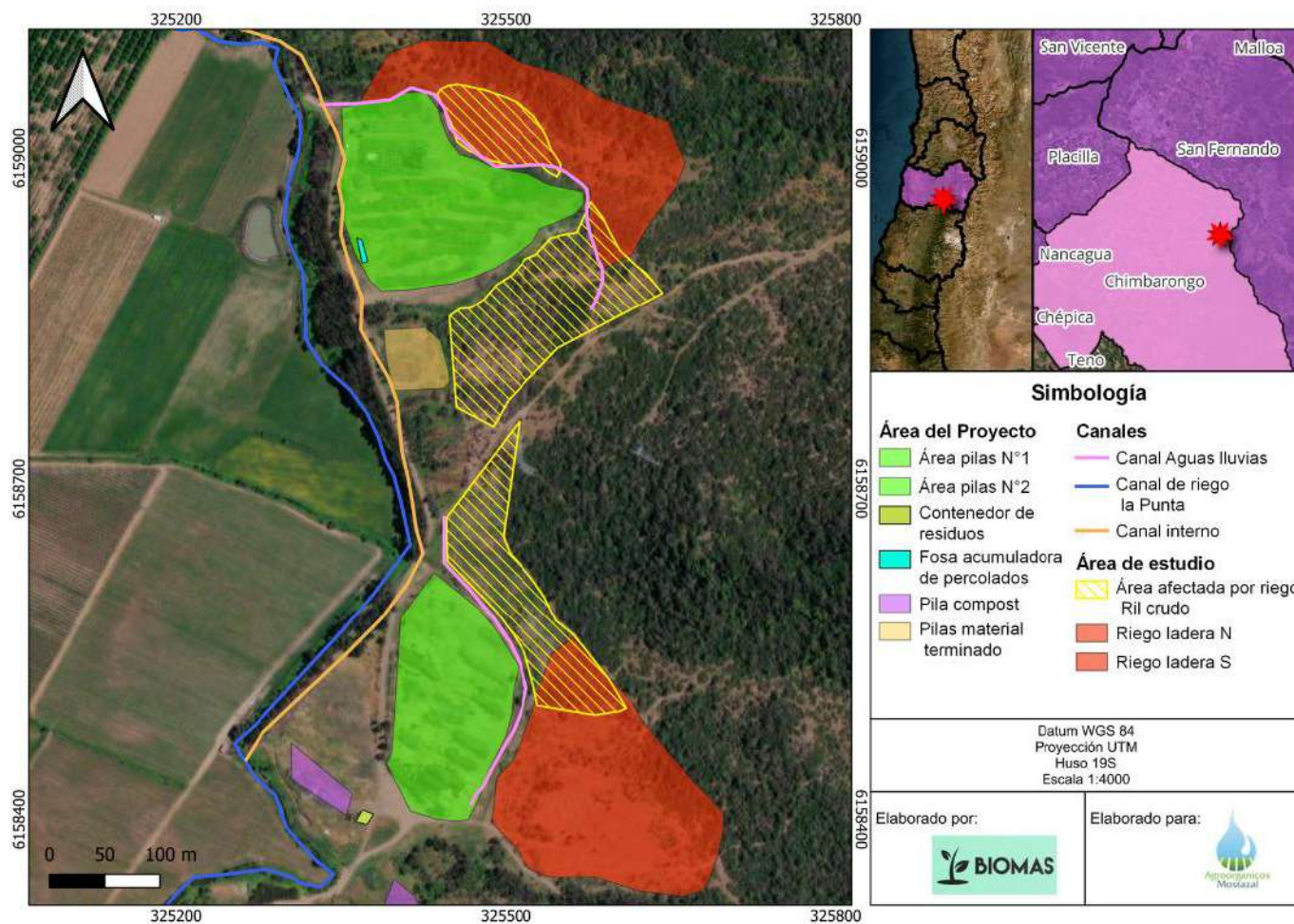
### 3. ÁREA DE ESTUDIO

En consideración con lo establecido por el literal a) del artículo 2 del D.S. N°40/2012 MMA, el área de influencia corresponde a: “El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, característica o circunstancias”. Adicionalmente, según lo mencionado en la Guía sobre el Área de Influencia (SEA, 2017), para el componente Fauna Terrestre se considera que el área de influencia corresponde a todos aquellos sectores en donde las obras y actividades asociadas al Proyecto puedan generar impactos potenciales directos e indirectos en todas sus fases, teniendo en cuenta la diferencia entre el nivel de ruido proyectado por las obras y el nivel de ruido sin el Proyecto.

El área del Proyecto y de estudio se ubican en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins. El área del Proyecto consiste la zona ocupada por la planta de compostaje, en donde se ubican dos pilas de residuos (área pilas N°1 y N°2), separadas por 200m, una al sur que abarca aproximadamente 2 hectáreas y otra al norte que ocupa alrededor de 2,5 hectáreas. En esta zona también se ubican pilas con material terminado, pilas de compost, contenedor de residuos y una fosa acumuladora de percolados. Adicionalmente, en el área se encuentran canales de aguas lluvias, de riego y un canal interno. Por otro lado, el área de estudio comprende las zonas identificadas como “áreas afectadas” por riego de ril crudo en las laderas norte y sur de los cerros que limitan con la planta, las cuales comprometen una superficie de 2,42 ha 2,97 ha respectivamente. Estas zonas son utilizadas para la irrigación de riles crudos provenientes del Proyecto. También se incluye como área de estudio las “áreas no afectadas” que corresponden a las zonas restantes de las laderas norte y sur de los cerros. En la **Figura 1** se encuentra el origen de la referencia. se presenta el área de estudio y del Proyecto.



**Figura 1. Ubicación del Proyecto en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, comuna de Chimbarongo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

##### 4.1. Levantamiento de información de gabinete

Para esta parte del estudio, se recopila información y antecedentes bibliográficos sobre la fauna del área de estudio y en sitios ecosistémicamente equivalentes asociados al área del Proyecto. Se revisan documentos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental electrónico, publicaciones científicas de libre divulgación y estudios técnicos específicos. La búsqueda se centra en determinar aspectos sensibles del medio biótico desde un punto de vista ambiental (p.e. identificación de especies en categoría de conservación, endemismo del sector, presencia de hábitats que alberguen gran biodiversidad y/o endémica, etc.).

Previo a las campañas de terreno, se realiza una fotointerpretación del ecosistema, con anterior determinación de los sitios de interés biológico. Se elabora cartografía de terreno a tamaño adecuado y se traspasa la información a un equipo GPS.



## 4.2. Campaña de terreno

### 4.2.1. Descripción General

La metodología que se describe a continuación, se encuentra en conformidad de los lineamientos y protocolos metodológicos establecidos en los documentos “Guía para la descripción del Área de Influencia: Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de los Ecosistemas terrestres en el SEIA (SEA, 2015), “Guía de Evaluación Ambiental Componente Fauna Silvestre” (SAG, 2016), “Evaluación de Impactos por Ruido Sobre Fauna Nativa” (SEA, 2022), “Criterios Técnicos para Campañas de Terreno de Fauna terrestre y Validación de Datos (SEA, 2022) y “Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA” (SEA, 2023).

### 4.2.2. Diseño de Muestreo

Para el levantamiento de información de la línea de base de fauna vertebrada terrestre se ejecutó una campaña de terreno el 30 de noviembre de 2023, correspondiente a la estación primavera. En esta campaña se prospectó tanto el área utilizada por el Proyecto como el área de estudio, la cual fue realizada por 1 especialista de fauna.

El levantamiento de información de fauna terrestre se realiza mediante la prospección pedestre del área de influencia del Proyecto y el área de estudio. El muestreo incluye principalmente la inspección de zonas con mayor vegetación y presencia de cuerpos de agua, no obstante, también se realiza una observación de las praderas antrópicas y caminos de acceso presentes en el área del Proyecto.

La metodología de terreno para determinar y caracterizar a las poblaciones de la fauna terrestre se lleva a cabo mediante prospecciones pedestres del área de estudio, a través de micro-ruteos con registros directos (observación) e indirectos.

Se ejecutó un muestreo de 6 puntos en el área de estudio, dos puntos se realizaron en el área afectada (P1-AF y P2-AF), y los cuatro restantes se realizaron en el área sin afectar, dos en la ladera norte (P1 y P2) y dos en la ladera sur (P3 y P4). Para todas las estaciones la metodología utilizada fue recorrido pedestre con puntos de observación de aves. Las estaciones de muestreo se caracterizan a continuación en la **Figura 2** y en la **Tabla 1** se exhiben sus coordenadas.

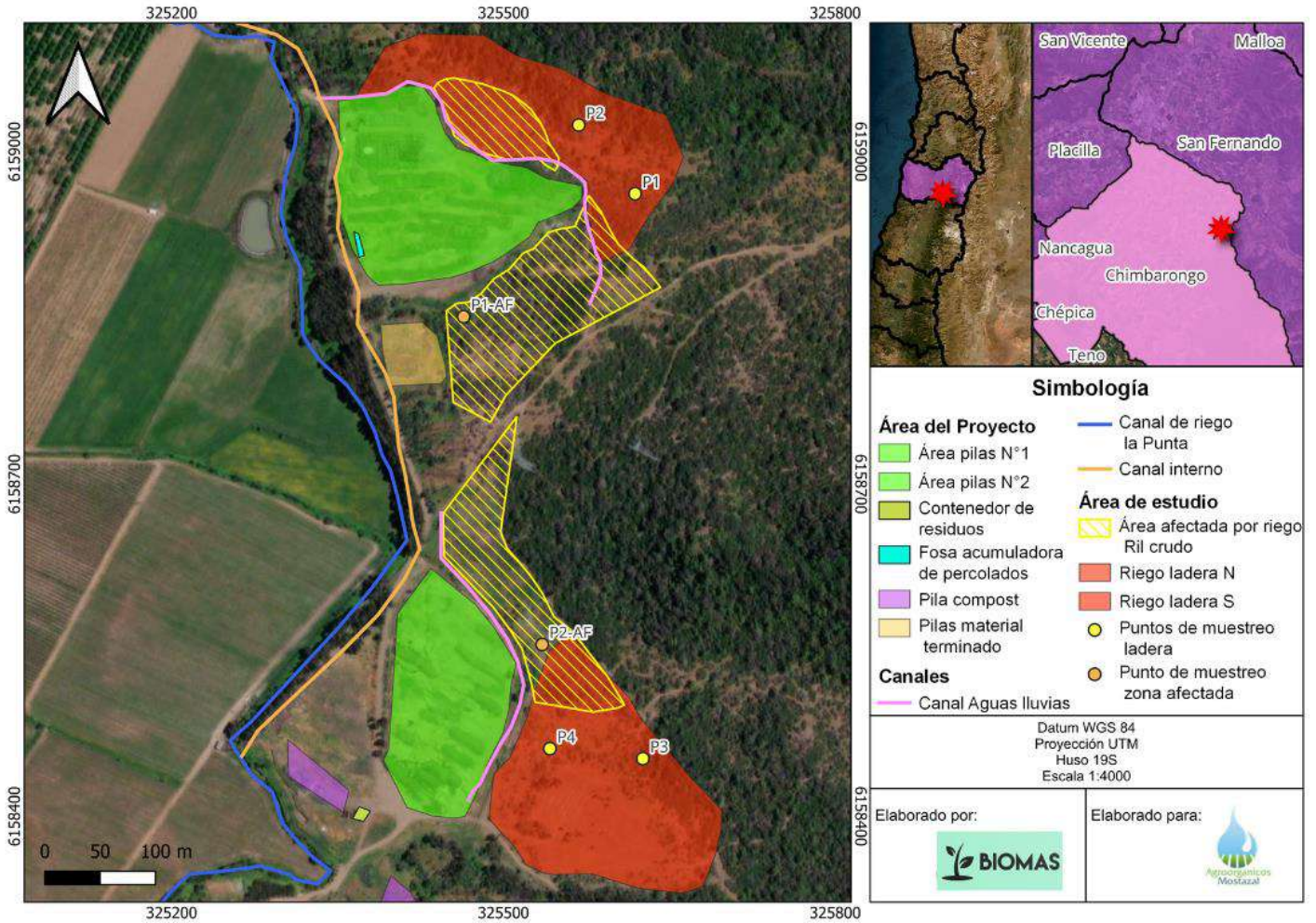
**Tabla 1. Estaciones de muestreo y metodología aplicada**

Área de estudio	Puntos de muestreo	Coordenada este	Coordenada norte	Metodología aplicada
Zona afectada	P1-AF	325464.00	6158851.00	Recorrido pedestre y punto de observación de aves
	P2-AF	325535.00	6158555.00	Recorrido pedestre y punto de observación de aves
Zona sin afectar	P1	325619.00	6158962.00	Recorrido pedestre y punto de observación de aves
	P2	325568.00	6159024.00	Recorrido pedestre y punto de observación de aves
	P3	325626.00	6158452.00	Recorrido pedestre y punto de observación de aves
	P4	325542.00	6158461.00	Recorrido pedestre y punto de observación de aves

Fuente: Elaboración propia.

Biomass SpA.	7	Fauna Terrestre
--------------	---	-----------------

Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Elaboración propia.

Además, se realiza una búsqueda exhaustiva de evidencia indirecta de ejemplares de las clases faunísticas de Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos, mediante la búsqueda de registros que den cuenta de la presencia potencial de especies de fauna, como por ejemplo mudas, restos de animales muertos, presencia de fecas, plumas, nidos, egagrópilas, huellas y madrigueras, entre otros.

Cada especie identificada es clasificada según nombre científico, nombre común, familia, origen y categoría de conservación, según listados oficiales. Todos los hallazgos son fotografiados y registrados en un equipo GPS, para posterior análisis de la información y elaboración de cartografía.

#### 4.2.3. Descripción de Biotopos Faunísticos

Se realiza una evaluación que considera la identificación y definición de biotopos faunísticos de forma de asociar el conjunto de fauna potencial presente, a zonas que puedan ser explícitamente definidas y delimitadas al interior del área de influencia. Para ello, se utiliza la definición y criterios considerados por Núñez (2008), que contempla la relación de dependencia de las especies a determinadas condiciones ambientales y/o físicas para su desarrollo.

A partir de esta descripción, es posible una mejor contextualización espacial de los atributos de la fauna en torno al área de influencia del Proyecto, focalizando la búsqueda de grupos taxonómicos hacia aquellas superficies donde efectivamente pueden ser registrados, como aquellas que poseen una mayor interacción con el tipo de proyecto en evaluación.

#### 4.2.4. Bibliografía Asociada

La caracterización de la fauna terrestre, así como de sus características biológicas y ecológicas, considera una descripción bibliográfica de las especies que potencialmente ocuparían el área del proyecto de acuerdo con su distribución a nivel regional. Como referencia, la bibliografía utilizada fue la siguiente:

**Tabla 2. Fuentes Bibliográficas de Fauna de Vertebrados Terrestres**

Componentes	Literatura
Anfibios	Cei (1962), Díaz-Páez & Ortiz (2003), Vidal & Labra (2008), Rabanal & Nuñez (2009), Lobos et al.(2013), Charrier (2019)
Reptiles	Donoso-Barros (1966), Núñez & Jaksic (1992), Mella (2005), Pincheira & Núñez (2005), Vidal & Labra (2008), Demangel (2016)
Aves	Jaramillo (2005), Chester (2008), Vilina & Cofré (2008), Couvé et al (2016), Martínez & González (2017), Aves de Chile (2020)
Mamíferos	Mann (1978), Iriarte (2008), Muñoz-Pedreras & Yáñez (2009), Iriarte & Jaksic (2012)

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.5. Muestreo por grupo taxonómico

##### 4.2.5.1. Anfibios

La evaluación de este grupo se realiza fundamentalmente a través de la búsqueda activada en sectores propicios para el desarrollo de anfibios, como cuerpos de agua, cavidades bajo tierra que presenten algún grado de humedad y mediante el levantamiento de piedras. Además, se realiza la búsqueda de evidencias indirectas de la presencia de anfibios, ya sea a través de ejemplares muertos o restos de estos.

##### 4.2.5.2. Reptiles

Para la búsqueda de reptiles se considera tanto métodos de detección directa (avistamiento de individuos) como indirecta (reconocimiento de mudas de piel, huellas y madrigueras) en los ambientes que presentan posibles refugios para este grupo, como piedras, áreas expuestas al sol, matorrales y restos de origen antrópico (residuos sólidos y acopios de material inerte). Para el muestreo activo se realiza un recorrido pedestre completo del Área de Influencia del Proyecto, en donde se rastrea la presencia de todos los individuos avistados dentro de una sección que abarca 2

Biomás SpA.	9	Fauna Terrestre
-------------	---	-----------------



metros a cada lado del eje del transecto. Este tipo de metodología varía en su efectividad dependiendo de las condiciones meteorológicas (es mayor durante días soleados). El muestreo se realizó entre 11:00 y 15:00 hrs. los días despejados, y entre 09:30 y 17:00 hrs. los días nublados. Para la identificación de las especies avistadas en terreno se consideran las descripciones presentes en Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Vidal & Labra (2008) y Demangel (2016).

#### 4.2.5.3. Aves

Para el muestreo de aves se realizan estaciones de escucha y puntos de conteo (Ralph et. al., 1996; CONAMA 1996). Complementariamente, se realiza el avistamiento de aves mediante detecciones-identificaciones por contacto visual con apoyo de binoculares, mediante registros de vocalización y mediante métodos indirectos, como búsqueda de egagrópilas, plumas y otros. En los puntos de muestreo establecidos, las observaciones se realizan en todas direcciones y anotando a todos los individuos (de las diferentes especies) vistos o escuchados en un área circular de 50 metros de radio (Cruz y Oliveras de Ita, s.f.).

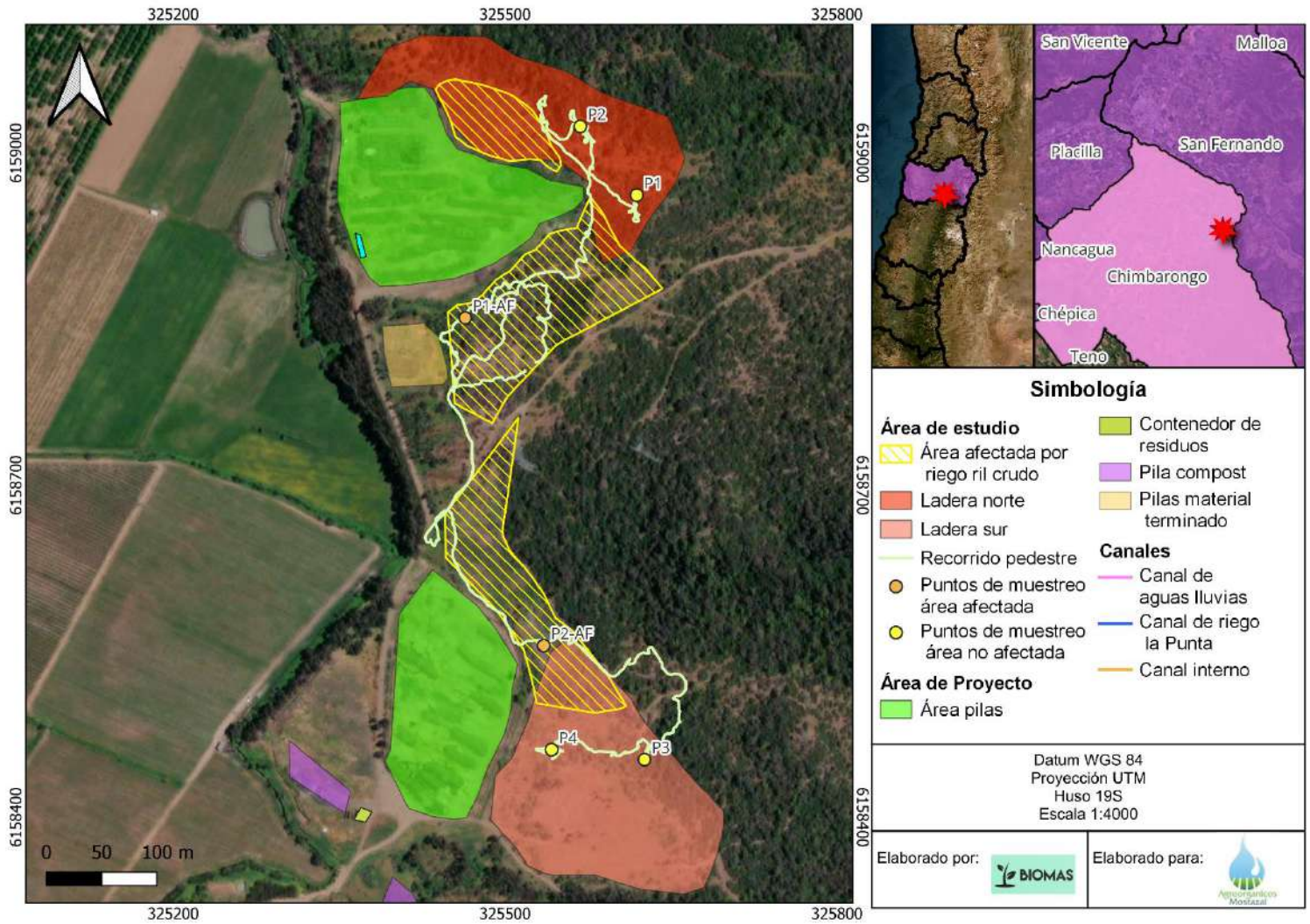
Para la identificación de las especies avistadas en terreno, se consideran las descripciones encontradas en Jaramillo (2005).

#### 4.2.5.4. Mamíferos

La determinación de la presencia tanto de macro como de micromamíferos, es realizada mediante la utilización de métodos indirectos, como la existencia de restos óseos, huellas, fecas o madrigueras a lo largo del recorrido pedestre del Área de Influencia del Proyecto. Para el reconocimiento de especies se consideran las descripciones propuestas por Tamayo & Frassinetti (1980), Muñoz-Pedrerros & Yáñez (2000) e Iriarte (2008). En micromamíferos se considera la identificación de especies a través del reconocimiento de molares obtenidos a partir de la búsqueda de fecas de carnívoros a lo largo del recorrido pedestre. Para ello, se utiliza la clave de molares para micromamíferos de Pearson (1995) y los registros disponibles en Museo Natural de Historia Natural (MNHN).

En la **Figura 3** muestra el recorrido pedestre realizado en el área de estudio, en el cual se recorrió la zona afectada por riego de ril crudo y la zona sin afectar correspondientes a las laderas norte y sur.

Figura 3. Recorrido pedestre en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.6. Endemismo

Para cada una de las especies registradas se establece su endemismo a nivel nacional, es decir, si corresponden a especies exclusivas de Chile. Así mismo se establece cuáles de las especies registradas corresponden a especies nativas o exóticas (introducidas). Las especies domésticas observadas durante el trabajo en terreno no son analizadas en términos de su distribución, riqueza y abundancia, son consideradas de forma independiente a las especies silvestres (nativas e introducidas), ya que tales parámetros son de interés exclusivo a los atributos de los sistemas naturales. No obstante, su registro se considera como un parámetro útil, ya que su presencia es un indicador del grado de intervención antrópica de un sistema.

#### 4.2.7. Estado de Conservación

El estado de conservación de las especies de vertebrados terrestres detectadas en el Área de Influencia, se obtuvo a partir de la revisión de los siguientes documentos de forma excluyente:

- D.S N° 10. Ministerio del Medio Ambiente. 06 de Abril de 2023. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S N° 44 de 2021 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el décimo séptimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 16 de 2020 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el décimo sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 23 de 2019 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el décimo quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 79 de 2018 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el décimo cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 13 de 2017 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el treceavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 16 de 2016 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el doceavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 38 de 2015 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el onceavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 52 de 2014 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el décimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. N° 13 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba y oficializa nómina para el noveno proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;



- D.S. Nº 19 de 2012 del MMA, que aprueba y oficializa nómina para el octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. Nº 42 de 2011 del MMA, que aprueba y oficializa nómina para el séptimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. Nº 41 de 2011 del MMA, que aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. Nº 33 de 2011 del MMA, que aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. Nº 23 de 2009 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES), que aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. Nº 51 de 2008 del MINSEGPRES, que aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. Nº 50 de 2008 del MINSEGPRES, que aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación;
- D.S. Nº 151 de 2007 del MINSEGPRES, que oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación; y
- Reglamento de la Ley de Caza, D.S. Nº 5 de 1998, modificado por el D.S. Nº 53 de 2004 y D.S. Nº 65/2015 del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), seleccionando exclusivamente los estados de conservación correspondientes a la zona central de Chile (SAG, 2015).

Adicionalmente, de acuerdo a la prelación de documentos jerarquizados que establecen propuestas de estados de conservación de las especies silvestres del Ministerio del Medio Ambiente, se considera la revisión, a modo referencial, de las clasificaciones propuestas en el Libro Rojo de vertebrados terrestres (Glade, 1988).

Para las definiciones de las categorías de conservación se considera lo indicado en el reglamento de clasificación de especies (**Ver Tabla 3**). Las especies consideradas como **amenazadas por el RCE**, son aquellas clasificadas como **En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerables** (Torres-Mura et al., 2015).



**Tabla 3. Definición Estados de Conservación de la fauna silvestre de acuerdo al Reglamento de clasificación de especies (RCE) del Ministerio de Medio Ambiente**

Categoría	Sigla	Definición
Extinta	EX	Cuando prospecciones exhaustivas en sus hábitats conocidos y/o esperados, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado algún individuo en estado silvestre. Se trata de especies que tampoco subsisten en cautiverio o cultivos.
Extinta en Estado Silvestre	EW	Cuando solo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Son especies para las cuales, luego de prospecciones exhaustivas en su hábitat conocido y/o esperado, efectuadas en las oportunidades apropiadas y en su área de distribución histórica, no hayan detectado algún individuo en estado silvestre.
En Peligro Crítico	CR	Cuando enfrente un riesgo extremadamente alto de extinción, es decir, la probabilidad de que la especie desaparezca en el corto plazo es muy alta. Para ser clasificada en esta categoría, la especie debe cumplir con los criterios técnicos que para dicha categoría fueron establecidos por la Unión Internacional de la conservación de la Naturaleza (UICN).
En Peligro	EN	Cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada “En Peligro Crítico”, enfrente un riesgo muy alto de extinción, es decir cuando la probabilidad que la especie desaparezca en el mediano plazo es alta. Para ser clasificada en esta categoría, la especie debe cumplir con los criterios técnicos que para dicha categoría fueron establecidos por la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN).
Vulnerable	VU	Cuando, no pudiendo ser clasificada en la categoría denominada “En Peligro Crítico”, enfrente un riesgo muy alto de extinción, es decir cuando la probabilidad que la especie desaparezca en el mediano plazo es alta. Para ser clasificada en esta categoría, la especie debe cumplir con los criterios técnicos que para dicha categoría fueron establecidos por la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN).
Casi Amenazada	NT	Cuando habiendo sido evaluada, no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estas últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
Preocupación Menor	LC	Cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor. Es la categoría de menor riesgo.
Datos Insuficientes	DD	No corresponde a una categoría de conservación. Se aplica a especies que no pueden ser clasificadas en alguna categoría de conservación porque faltan datos o información.

Fuente: D.S. 29/2012 del MMA – Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN (Versión 3.1, 2000).

### 4.3. Singularidades ambientales

Según lo mencionado en la Guía “Descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA” (SEA, 2015) se identificarán los hábitats o especies de fauna que sean receptores de efectos, en caso de existir, que cumplan uno o más de los criterios que se describen a continuación:

**Tabla 4. Criterios para definir singularidades ambientales**

Singularidad ambiental
Presencia de especies de fauna clasificadas según su estado de conservación como amenazadas, incluyendo la categoría “casi amenazadas”.
Presencia de especies de fauna endémicas
Presencia de especies de fauna de distribución restringida o cuya población es reducida o baja en número
Actividad del proyecto que se localiza en o cerca al límite de distribución geográfica de una o más especies nativas
Actividad del proyecto que se localiza en o colindante a un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad
Actividad del proyecto que se localiza en o colindante a un área protegida privada
Actividad del proyecto que se localiza en o colindante a vegas y/o bofedales que pudieran verse afectados por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas
Actividad del proyecto que se localiza en o colindante a glaciares
Actividad del proyecto que se localiza en o colindante a humedales de zonas áridas, semiáridas o subhúmedas
Presencia de un ecosistema amenazado
Actividad del proyecto que se localiza en territorio con valor ambiental

Fuente: Elaborado según SEA, 2015.

## 5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 5.1. Caracterización del área asociada al área del Proyecto

Según la clasificación realizada por Luebert y Pliscoff (2017), tanto el área de influencia del Proyecto como el área de estudio, en términos de su vegetación corresponde a la formación “Bosque Espinoso Mediterráneo Interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica*”, que se presenta dentro del macrobioclima Mediterráneo en su variante plu-viestacional-oceánica, es decir, zonas caracterizadas por un fuerte contraste nacional en los patrones térmicos y de precipitación (Pliscoff et al., 2019). En cuanto a su fisionomía, esta formación presenta cobertura variable pudiendo llegar a constituir, en situaciones favorables, doseles cerrados, bajo los que se desarrolla una pradera compuesta de plantas nativas e introducidas. Además de las especies dominantes (espino y litre) se pueden encontrar especies arbóreas acompañantes como *Quillaja saponaria*, *Maytenus boaria* y *Peumus boldus*. En cuanto a la estrata arbustiva, es muy diversa y está compuesta por especies como *Trevoa quinquenervia* y *Cestrum parqui*, mientras que la estrata herbácea puede presentar especies como *Avena barbata*, *Vulpia myuros*, *Briza minor*, entre otras. El ecosistema ha sido identificado como una zona altamente perturbada e intervenida previamente tanto por la acción de agentes naturales, como por la actividad antrópica y es uno de los ecosistemas menos representados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres protegidas de Chile (Root-Bernstein et al., 2017; Pliscoff & Fuentes-Castillo, 2011).

## 5.2. Biodiversidad en la Región de O'Higgins

La región es parte de la zona central de Chile, la cual es reconocida como un hotspot de biodiversidad y una de las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad del planeta (Myers et al., 2000).

En la Región de O'Higgins el bosque nativo presente (representado en su mayoría por bosque esclerófilo, con un 82%) corresponde aproximadamente al 1% del total nacional, esto es un 8% de la superficie regional (CONAF, 2007). Mientras que, para la cobertura total de bosque nativo a nivel nacional solo un 3% corresponde a bosque esclerófilo, estando representado en la región de O'Higgins la mayor superficie (28%) de este tipo de formación (CONAF, 2007). Así, es importante mencionar que en esta región se encuentra aproximadamente un tercio de las superficies de remanente de bosque esclerófilo del país (CONAF, 2007). Por otra parte, el matorral y bosque esclerófilo, debido a su localización hacia el sector oriente de la región y asociado principalmente a cuerpos de agua, mantiene sus características originales. No obstante, por la constante acción antrópica, que determina la presencia de asentamientos humanos, áreas industriales y zonas agrícolas, forestales y ganaderas, presenta un importante reemplazo en zonas con impacto antrópico.

De esta forma, según el libro rojo se proponen sitios prioritarios que incluyen los ecosistemas de bosque esclerófilo, es así como se proponen 20 áreas como sitios prioritarios de conservación de biodiversidad para la Región de O'Higgins (CONAF, 2007). En particular, los centros de riqueza de especies para la fauna de vertebrados terrestres se encuentran: para la Clase Aves en torno a humedales; para la clase Mamíferos y Reptiles se hallan en la precordillera andina y para la Clase Anfibios no se tiene un rango definido aún (CONAF, 2007).

En la Región de O'Higgins se consideran 4 áreas protegidas de gestión terrestre, las que son: Palmas de Cocalán, Río Los Cipreses, Cerro Poqui y el Predio Alto Huemul (Registro nacional de áreas protegidas).

Se puede observar el número de especies de fauna endémica de la Región en la siguiente tabla (Tabla 5).

**Tabla 5. Riqueza de endemismos de distintas clases de especies en la Región de O'Higgins.**

Taxón	N° de especies	N° de especies endémicas	Porcentaje de endemismo
Anfibios	7	4	57,1
Reptiles	15	12	80,0
Aves	118	5	4,2
Mamíferos	26	4	15,4

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Charrier (2019), Mella (2017), Jaramillo (2005) e Iriarte (2008).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la diversidad de Anfibios en la Región de O'Higgins (específicamente en el sector donde se desarrollará el Proyecto) está representada por 7 especies, estas son: ranita de antifaz (*Batrachyla taeniata*), sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), rana africana de uñas (*Xenopus laevis*), sapo arriero (*Alsodes nodosus*), sapo de rulo (*Rhinella arunco*), rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*) y la ranita de Darwin del norte (*Rhinoderma rufum*). Las últimas 4 especies señaladas son endémicas de Chile, lo que otorga al área un porcentaje de endemismo de anfibios del 57,1%. Además, exceptuando a la especie introducida rana africana de uñas (*Xenopus laevis*), todas presentan alguna categoría de conservación, destacando a la ranita de

Biomass SpA.	16	Fauna Terrestre
--------------	----	-----------------



Darwin del norte (*Rhinoderma rufum*) que se encuentra en la categoría de conservación “En Peligro crítico” (CR), asimismo el sapo de rulo (*Rhinella arunco*) y la rana chilena (*Caudiverbera caudiverbera*) se encuentran catalogados como “Vulnerable” (VU).

La diversidad de Reptiles de la región, específicamente en el área del Proyecto, está representada por 15 especies de las familias Dipsadidae, Leiosauridae, Liolaemidae y Teiidae, y los géneros Philodryas, Tachymenis, Pristidactylus, Liolaemus y Callopistes. De ellas se describen 12 especies endémicas de Chile, entre las que se destacan la culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*), gruñidor de valeria (*Pristidactylus valeriae*), lagartija de lolol (*Liolaemus confusus*), lagartija pintada septentrional (*Liolaemus septentrionalis*) y la iguana (*Callopistes maculatus*). Las 15 especies presentes en la zona se encuentran bajo alguna categoría de conservación, entre ellas se destacan la lagartija de lolol (*Liolaemus confusus*) que se encuentra en la categoría de “En Peligro crítico” (CR) según el DS 52/2014 MMA, además de la lagartija pintada septentrional (*Liolaemus septentrionalis*) y el gruñidor de valeria (*Pristidactylus valeriae*) que están catalogados como “En peligro” (EN), y la lagartija de schröder (*Liolaemus schroederi*) junto al gruñidor del sur (*Pristidactylus torquatus*) que se encuentran “Vulnerables” (VU), de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies (RCE).

La diversidad de aves de la Región de O’Higgins está representada por 118 especies (en su mayoría nativas), de las cuales solo 5 especies son endémicas, lo que corresponde a un 4,2% de endemismo, así las especies a las que se les hace alusión son las siguientes: perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*), canastero (*Asthenes humicola*), turca (*Pterotochos megapodius*), tapaculo (*Scelorchilus albicollis*) y el churrín del norte (*Scytalopus fuscus*). Por otro lado, se encuentran 3 especies introducidas: la codorniz (*Callipepla californica*), la paloma (*Columba livia*), y el gorrión (*Passer domesticus*). En cuanto al estado de conservación, 13 de las 118 especies se encuentra bajo alguna categoría de conservación: 8 especies en “Preocupación Menor” (LC), 3 especies como “Casi amenazada” (NT), 1 especie como “Vulnerable” (VU) y 1 especie “En peligro” (EN). Las dos últimas corresponden al trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) según el DS 151/2007 MINSEGPRES y a la becacina pintada (*Rostratula semicollaris*) de acuerdo con DS 23/2019 MMA, respectivamente.

De acuerdo con la literatura consultada, la diversidad de mamíferos en la Región de O’Higgins es de 26 especies donde solo 4 (el 15,4%) son endémicas, estas son: el ratón chinchilla común (*Abrocoma bennetti*), el degu común (*Octodon degus*), la yaca (*Thylamys elegans*) y el cururo (*Spalacopus cyanus*). Además, existen especies introducidas en el territorio como la laucha doméstica (*Mus musculus*), el guarén (*Rattus norvegicus*), la rata negra (*Rattus rattus*), la liebre (*Lepus europaeus*) y el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), y fauna doméstica introducida como perros (*Canis lupus familiaris*), gatos (*Felis silvestris catus*), caballos (*Equus caballus*), entre otros (Iriarte, 2008; Muñoz-Pedrerros y Yañez, 2009). También, se encuentran presentes dos especies de zorros (*Lycalopex culpaeus* y *Lycalopex griseus*) y algunos mesomamíferos tales como el quique (*Galictis cuja*), el gato colo colo (*Leopardus colocolo*) y el puma (*Puma concolor*). En cuanto a las especies en categoría de conservación, se encuentran 17 especies de las cuales 13 están en “Preocupación Menor” (LC), 1 en “Datos Insuficientes” (DD), 2 catalogadas como “Casi Amenazadas” (NT) y una se encuentra “Vulnerable” (VU), esta última corresponde al gato guiña (*Leopardus guigna*), de acuerdo con el DS 42/2011 MMA.

En el **ANEXO** se presenta la **Tabla 7** con el detalle de especies de fauna potencial.







Biomás SpA.	17	Fauna Terrestre
-------------	----	-----------------



## 6. RESULTADOS

### 6.1. Caracterización de hábitat en terreno

En la caracterización realizada el día 30 de noviembre de 2023 en el área de estudio, la temperatura máxima fue de 29°C y la mínima de 12°C. La zona sin afectar se encontraba compuesta por bosque nativo de tipo esclerófilo. En tanto que el área afectada presentaba mayoritariamente zonas desprovistas de vegetación y con pradera. En el **Set Fotográfico 1** se encuentra el origen de la referencia. se puede observar el ambiente de cada punto de muestreo.

#### Set Fotográfico 1. Puntos de muestreo a lo largo del área prospectada, campaña noviembre 2023.

	
<p><b>Fotografía N°1: Punto de muestreo 1 en el área afectada (P1-AF).</b></p>	<p><b>Fotografía N°2: Punto de muestreo 1 en el área del afectada (P1-AF).</b></p>
	
<p><b>Fotografía N°3: Punto de muestreo 1 en el área afectada (P1-AF).</b></p>	<p><b>Fotografía N°4: Punto de muestreo 2 en el área afectada (P2-AF).</b></p>
	

<p><b>Fotografía N°5: Punto de muestreo 1 (P1), ladera norte, zona sin afectar.</b></p>	<p><b>Fotografía N°6: Punto de muestreo 2 (P2), ladera norte, zona sin afectar.</b></p>
	
<p><b>Fotografía N°7: Punto de muestreo 3 (P3), ladera sur, zona sin afectar.</b></p>	<p><b>Fotografía N°8: Punto de muestreo 4 (P4), ladera sur, zona sin afectar.</b></p>

## 6.2. Riqueza y abundancia en el Área de Influencia

A continuación, se describen los resultados del muestreo de fauna de vertebrados terrestres, obtenidos el día 30 de noviembre de 2023, en la prospección de dos zonas con un total de 7 puntos. En el área “afectada”, se realizaron dos puntos de muestreo (P1-AF y P2-AF), mientras que en la zona “sin afectar” se ejecutaron 4 puntos de muestreo, dos en cada ladera (P1, P2, P3 y P4).

En la prospección realizada en el área afectada por el Proyecto se observaron especies de las Clases Reptiles y Aves. Se registró una especie de clase reptiles: la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) con una abundancia total de 5 individuos. También se observaron individuos de la Clase Aves correspondiente a dos especies: el tijuque (*Milvago chimango*), registrado con una abundancia de 1 individuo y el queltehue (*Vanellus chilensis*) con una abundancia de 7 individuos. Ambas especies fueron avistadas solo de manera transitoria.

Por otro lado, en el área sin afectación, se obtuvo registros de las Clases Reptiles, Aves y Mamíferos. Se obtuvo una riqueza de una especie para la Clase Reptiles, con una abundancia de 4 individuos. Mientras que para la Clase Aves la riqueza total fue de 21 especies, con una abundancia de 70 individuos. En cuanto a la Clase Mamíferos, se detectó la presencia de una especie, para la cual no se considera abundancia, ya que corresponde a evidencia indirecta. La especie con mayor frecuencia de registros corresponde a la codorniz (*Callipepla californica*), registrada en el 100% de los puntos de muestreo (4 puntos), le sigue el chincol (*Zonotrichia capensis*) y la golondrina chilena (*Tachycineta leucopyga*), que fue registrado en 75% de los puntos (3 puntos). La especie más abundante corresponde a la Clase Aves, específicamente a la codorniz (*C. californica*) con 12 individuos registrados, lo que corresponde al 16,2% de la abundancia total. A esta especie le sigue el chincol (*Z. capensis*) y el tordo (*Curaeus curaeus*) con 6 individuos de cada uno, correspondiente al 8,1% de la abundancia total respectivamente.

A continuación, se entrega el detalle de riqueza y abundancia por Clase taxonómica en el área de estudio.

### 6.2.1. Anfibios

No se registraron especies de anfibios ya sea de manera directa o indirecta durante la búsqueda y recorrido pedestre diurno tanto en la zona con y sin afectación.

### 6.2.2. Reptiles

En ambas áreas prospectadas se registró la presencia de una especie de reptil del Orden Squamata, Familia Liolaemidae: la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*). La abundancia total para esta especie fue de 9 individuos, con 4 registros en el área sin afectar y 5 en la zona afectada. En el **Set Fotográfico 2** se pueden observar los hallazgos presentes en el área de estudio.

#### Set Fotográfico 2. Reptiles observados en el área de estudio.



Fotografía N°9: *Liolaemus tenuis*



Fotografía N°10: *Liolaemus tenuis*



**Fotografía N°11: *Liolaemus tenuis***

### 6.2.3. Aves

Se registraron un total de 21 especies correspondientes a 8 ordenes: Tinamiformes, Charadriiformes, Falconiformes, Galliformes, Columbiformes, Psittaciformes, Piciformes, y Passeriformes. El orden más abundante corresponde al orden Passeriformes, con 36 individuos de 12 especies diferentes. A este le sigue el orden Galliformes con 12 individuos correspondientes a la codorniz (*Callipepla californica*), luego el orden Charadriiformes con 10 individuos correspondientes a queltehue (*Vanellus chilensis*).

El área con mayor riqueza corresponde a la zona sin afectar, con la totalidad de las especies presentes, en tanto que en el área afectada solo se observaron dos especies: queltehue (*V. chilensis*) y tiuque (*Milvago chimango*).




La abundancia total fue de 78 individuos, de los cuales 66 se registraron en el área no afectada y los restantes 8 en el área afectada. La especie más abundante en el área no afectada corresponde a la codorniz (*C. californica*) con 12 registros. En tanto que, en la zona afectada, la especie más abundante fue el queltehue (*V. chilensis*) con 7 individuos observados.

Es importante destacar que se registraron individuos de trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) sobrevolando el área no afectada, pero no se observaron cuevas en las zonas aledañas. Adicionalmente, en el área afectada, los registros de aves fueron transitorios, ya que las especies no se mantenían en esa zona en comparación con el área no afectada.

En el **Set Fotográfico 3** se pueden observar algunos de los hallazgos de la clase aves presentes en el área de estudio.



**Set Fotográfico 3. Aves observadas en el área de estudio.**

	
<p><b>Fotografía N°12: <i>Turdus falcklandii</i></b></p>	<p><b>Fotografía N°13: <i>Molothrus bonariensis</i></b></p>
	
<p><b>Fotografía N°14: <i>Molothrus bonariensis</i> y <i>Mimus thenca</i></b></p>	

#### 6.2.4. Mamíferos

Se registro 1 especie correspondiente al orden Carnivora, familia Canidae. El registro corresponde a una especie de zorro (*Lycalopex sp.*), pero dado que se constató la presencia mediante un hallazgo indirecto (fecas), no se puede determinar a nivel de especie si corresponde a zorro culpeo (*L. culpaeus*) o chilla (*L. griseus*). El registro se observó únicamente en el área no afectada.

#### 6.3. Origen, endemismo y estado de conservación de las especies

Sobre el origen de las especies, del total de estas (n=23), el 21,7% (n=5) son especies endémicas, el 73,9% son nativas (n=17) y el 4,3% son introducidas (n=1). Las especies endémicas corresponden a 1 reptil y 4 aves: la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*), la perdiz (*Nothoprocta perdicaria*), la turca

(*Pteroptochos megapodius*), el tapaculo (*Scelorchilus albicollis*) y la tenca (*Mimus thenca*). En cuanto a la especie introducida, esta corresponde a la codorniz (*Callipepla californica*).

El 8,7% de las especies (n=2) se encuentran clasificadas en alguna categoría de conservación: la lagartija esbelta (*L. tenuis*) clasificada “En Preocupación Menor” según el DS 19/2012 del MMA y el trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) clasificado como “Vulnerable” según el DS 151/2007 MINSEGPRES. Por otra parte, de acuerdo con los Criterios de Protección según el Artículo 3º de la Ley De Caza, 2016, la mayoría de las especies son consideradas beneficiosas para la actividad silvoagropecuaria y/o benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, destacando la lagartija esbelta (*L. tenuis*), el trichahue (*C. patagonus*), la torcaza (*Patagioenas araucana*) y el carpinterito (*Dryobates lignarius*) como especies catalogadas con densidades poblacionales reducidas. Adicionalmente, la lagartija esbelta (*L. tenuis*) está clasificada bajo el criterio “V” como vulnerable para la zona central. Mientras que la torcaza (*P. araucana*) y el trichahue (*C. patagonus*) se encuentran bajo el criterio “P”, en peligro de extinción, para la zona central.

En la **Tabla 6** se exhibe el estado de conservación y origen de las especies detectadas en el área de estudio.

**Tabla 6. Estado de conservación y origen de las especies registradas**

Nombre científico	Nombre común	Clase	Origen	Categoría nacional	Decreto
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	Reptiles	Endémica	LC	DS 19/2012 MMA
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz	Aves	Endémica	-	-
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Aves	Nativa	-	-
<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	Aves	Introducida	-	-
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Aves	Nativa	-	-
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	Aves	Nativa	-	-
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Aves	Nativa	-	-
<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Trichahue	Aves	Nativa	VU	DS 151/2007 MINSEGPRES
<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	Aves	Nativa	-	-
<i>Dryobates lignarius</i>	Carpinterito	Aves	Nativa	-	-
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Aves	Nativa	-	-
<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	Aves	Endémica	-	-
<i>Scelorchilus albicollis</i>	Tapaculo	Aves	Endémica	-	-
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	Aves	Nativa	-	-
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Aves	Nativa	-	-
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Aves	Nativa	-	-
<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Aves	Endémica	-	-
<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	Aves	Nativa	-	-



<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Aves	Nativa	-	-
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Aves	Nativa	-	-
<i>Leistes loyca</i>	Loica	Aves	Nativa	-	-
<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Aves	Nativa	-	-
<i>Lycalopex sp.</i>	Zorro	Mamíferos	Nativa	-	-

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.4. Singularidades ambientales

En la presente campaña se registraron las siguientes singularidades ambientales:

- **Presencia de especies endémicas:** Una especie corresponde a la clase reptiles: la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) y 4 corresponden a la clase aves: la turca (*Pteroptochos megapodius*), la tenca (*Mimus thenca*), el tapaculo (*Scelorchilus albicollis*) y la perdiz (*Nothoprocta perdicaria*)
- **Presencia de especies de baja movilidad:** La lagartija esbelta (*L. tenuis*).
- **Presencia de una especie bajo amenaza:** El trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) clasificado como "Vulnerable".
- **Presencia de especies con densidades poblacionales reducidas:** La torcaza (*Patagioenas araucana*), el trichahue (*C. patagonus*), el carpinterito (*Dryobates lignarius*) y la lagartija esbelta (*L. tenuis*).

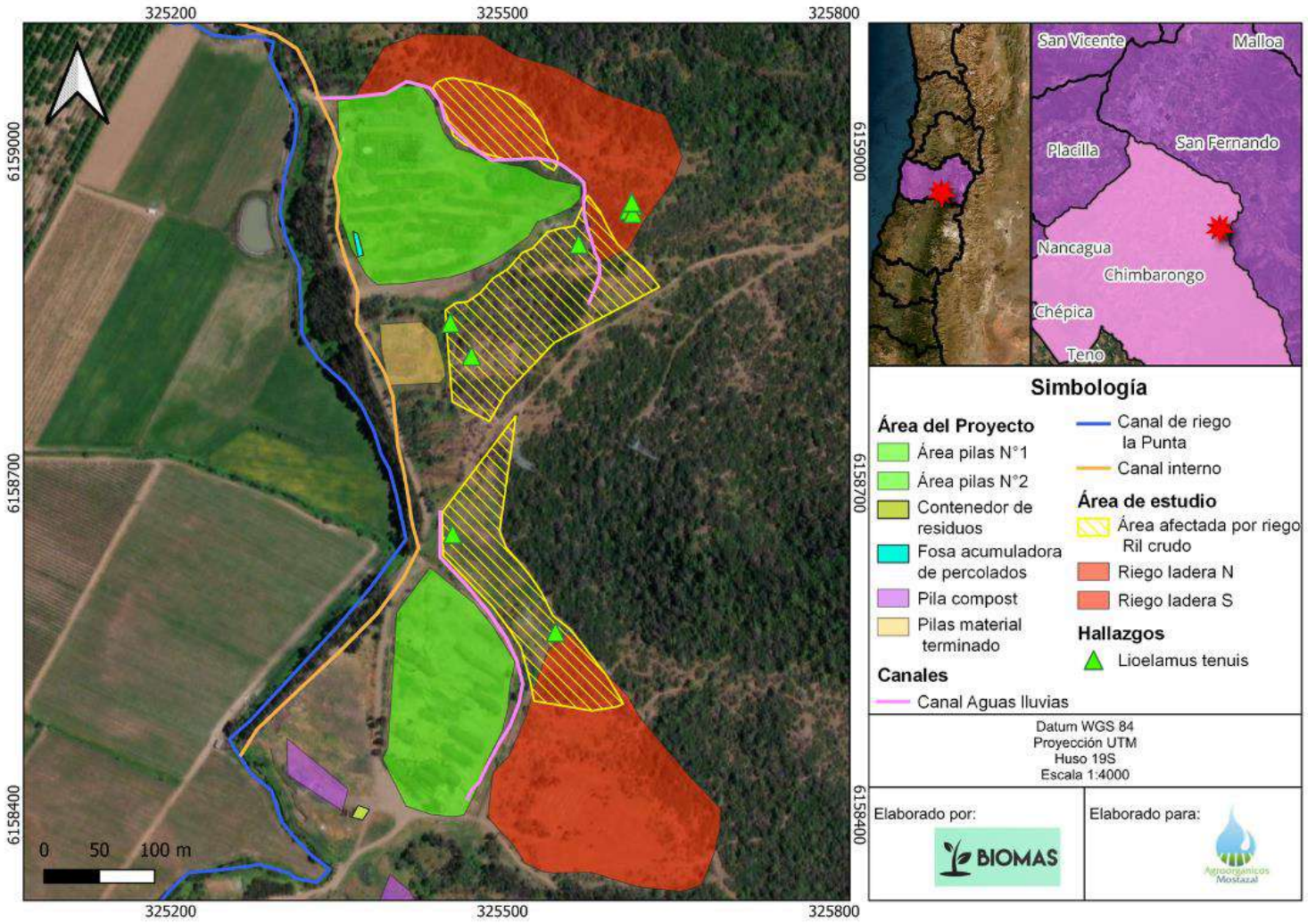
#### 6.5. Hallazgos de fauna en los puntos de muestreo

Se registraron hallazgos en todos los puntos de muestreo definidos para las dos zonas prospectadas. Tanto la riqueza como la abundancia estuvieron concentradas en los puntos asociados a las áreas no afectadas. Destaca la alta riqueza del punto de muestreo 1 (P1), con un total de 14 especies, lo que corresponde al 60,8% de la riqueza total. Por otro lado, la abundancia estuvo concentrada en el punto de muestreo 4 (P4), acumulando un total de 26 individuos, lo que equivale al 29,8% de la abundancia total. Le sigue el punto 1 (P1) con 24 registros, lo que corresponde al 27,5% de la abundancia total.

Destaca el punto de muestreo 1 y 2 de la zona afectada (P1-AF y P2-AF), y el punto 1 (P1) del área sin afectar ya que se registraron especies de baja movilidad correspondientes a lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*). El punto 1 destaca también por ser la única área en donde se registró la presencia indirecta de zorro (*Lycalopex sp.*).

En la **Figura 4** se muestra la ubicación general de las especies de baja movilidad registradas.

Figura 4. Hallazgos de fauna de baja movilidad



Fuente: Elaboración propia.



## 7. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El área donde se ubica el Proyecto y el área de estudio, se encuentran insertas en la formación vegetal "Bosque Espinoso Mediterráneo Interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica*" (Luebert y Plissock, 2017), específicamente en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

Según la revisión bibliográfica realizada, el área donde se ubica el Proyecto presenta un clima mediterráneo. Se pueden encontrar 166 especies potenciales: 7 especies de la Clase Anfibios, 15 especies de la Clase Reptiles, 118 especies de la Clase Aves y 26 especies de la Clase Mamíferos.

Durante el levantamiento de fauna terrestre se obtuvo una riqueza total de 23 especies, de las cuales 1 corresponde a la clase reptiles, 21 a la clase aves y 1 a la clase mamíferos. El área con mayor riqueza corresponde a la zona sin afectar, en donde se registró la totalidad de especies (23 especies). En tanto que para la zona afectada solo se registraron 3 especies: 1 de la clase reptiles y 2 de la clase aves. En cuanto a la abundancia total, esta fue de 87 individuos. De igual manera que la riqueza, la abundancia también se concentró en la zona sin afectar, con un total de 70 individuos. Mientras que en la zona afectada se obtuvieron 13 hallazgos.

Sobre el origen de las especies, el 73,9% son nativas (n=17), 21,7% endémicas (n=5) y el 4,3% introducidas (n=1). Se registraron dos especies en categoría de conservación: la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) en "Preocupación menor" y el trichahue (*Cyanoliseus patagonus*) clasificado como "Vulnerable". La mayoría de las especies son consideradas benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales y/o benéficas para la actividad silvoagropecuaria. En el caso de la lagartija esbelta (*L. tenuis*), la torcaza (*Patagioenas araucana*), el carpinterito (*Dryobates lignarius*) y el trichahue (*C. patagonus*) se encuentran catalogados como especies con densidades poblacionales reducidas.

En la presente campaña se registraron 4 tipos de singularidades ambientales, la primera está dada por el hallazgo de una especie de baja movilidad: la lagartija esbelta (*L. tenuis*). La segunda singularidad corresponde a la presencia de 5 especies endémicas: la perdiz (*N. perdicaria*), la turca, el tapaculo, la tenca y la lagartija esbelta. La tercera singularidad está dada por la presencia de especies con densidades poblacionales reducidas: la lagartija esbelta (*L. tenuis*), la torcaza (*P. araucana*), el carpinterito (*D. lignarius*) y el trichahue (*C. patagonus*). Finalmente, la cuarta singularidad corresponde al hallazgo de una especie en categoría de amenaza: el trichahue.

Con relación a los puntos de muestreo, en la campaña de primavera los hallazgos estuvieron distribuidos en todos los puntos, pero tanto la riqueza como la abundancia estuvieron concentradas en el área sin afectar. Específicamente en el punto 1 (P1) se obtuvo la mayor riqueza, abarcando el 60,8% de la riqueza total. Mientras que la abundancia se concentró en el punto 4 (P4) acumulando el 29,8% de la abundancia total.

Futuro Sustentable Consultores Cel +56-950011296	47	Anexo XX – Fauna Terrestre
--	----	----------------------------



Es importante destacar que en la zona afectada se observan restos de árboles muertos y zonas sin cobertura vegetal, a diferencia de las zonas sin afectar en las que se observan praderas y parches de bosques. Esto resulta relevante para el componente fauna, en especial para especies de baja movilidad registradas como la lagartija esbelta (*L. tenuis*) y también, avifauna registrada con densidades poblacionales reducidas, que suelen utilizar refugios asociados a elementos arbóreos. Además, puede haber micromamíferos que habitan el área. Adicionalmente, se puede notar un efecto negativo sobre mesomamíferos como el zorro, para el cual no se registraron hallazgos en la zona afectada.

Se recomienda realizar monitoreos en el área afectada para evaluar el estado de especies de baja movilidad y de especies en categoría de conservación como la lagartija esbelta (*L. tenuis*) o especies como el trichahue, para evaluar su frecuencia en el área. Se sugiere también ampliar el muestreo de manera que abarque micromamíferos y realizar una prospección nocturna para evaluar la presencia de anfibios y aves rapaces.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Cei, J. M. 1962. Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- Charrier, A. 2019. Guía de campo Anfibios de los bosques de la zona centro sur y Patagonia de Chile. 300 pp.
- CONAMA. 1996. Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental. CONAMA-Tesam, Santiago, 242 pp.
- CONAMA. 2003. Estrategia nacional de biodiversidad. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago, 21 pp.
- CONAMA. 2004. Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago. CONAMA-PNUD, Santiago, 104 pp.
- Couve, E., C. Vidal y J. Ruiz. 2016. Aves de Chile. Sus Islas Oceánicas y Península Antártica. FS Editorial, 551 pp.
- Demangel, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones, 619 pp.
- Donoso-Barros, R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- Egli, G. 1998. Voces de la Fauna Chilena. (Compact Disc). Edición del autor, Santiago.
- Egli, G. 2011. El trinar de Chile. (Compact Disc). Planeta Sostenible, Santiago.
- Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 165 pp
- Goodall, J. D., A. W. Johnson y R. A. Philippi. 1946. Las Aves de Chile. Vol. 1. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires.358 pp.
- Goodall, J. D., A. W. Johnson y R. A. Philippi. 1951. Las Aves de Chile. Vol. 2. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires.442 pp.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, 420 pp.
- Iriarte, A. 2010. Guía de campo de los mamíferos de Chile. Ed. Flora y Fauna Chile Ltda., 216 pp.
- Jaramillo, A. 2003. The Birds of Chile. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- JIMENEZ-VALVERDE, A., Y HORTAL, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología. 8: 151-161.
- Luebert, F. y P. Plischoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, 316 pp.
- Mann, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana, Zoología 40:1-342.
- Martínez, D. y G. González. 2005. Aves de Chile. Nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista, 620 pp.
- Mella, J. 2017. Guía de campo Reptiles de Chile. Tomo 1: Zona Central. Peñaloza APG (ed.). Santiago, 308 pp + XVI.
- MINAGRI. 1998. Decreto Supremo N° 5, Reglamento de la Ley de Caza, modificado por el D.S. N° 53 de 2003 y D.S. N° 65 de 2015.
- MINSEGPRES. 2007. Decreto Supremo N°151, Oficializa Primera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- MINSEGPRES. 2008a. Decreto Supremo N°50, Aprueba y Oficializa Segunda Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.



- MINSEGPRES. 2008b. Decreto Supremo N°51, Aprueba y Oficializa Tercera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- MINSEGPRES. 2009. Decreto Supremo N°23, Aprueba y Oficializa Cuarta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente.
- MINSEGPRES. 2010. Ley N°20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2011a. Decreto Supremo N°33, Aprueba y Oficializa Quinta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2011b. Decreto Supremo N°41, Aprueba y Oficializa Sexta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2011c. Decreto Supremo N°42, Aprueba y Oficializa Séptima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2012. Decreto Supremo N° 19 Aprueba y Oficializa Octava Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2013. Decreto Supremo N° 13 Aprueba y Oficializa Novena Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2014. Decreto Supremo N° 40 Aprueba Reglamento Del Sistema De Evaluación De Impacto Ambiental. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2014. Decreto Supremo N° 52 Aprueba y Oficializa Décima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2015. Decreto Supremo N° 38, Aprueba y Oficializa, Décimo Primera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2016. Decreto Supremo N° 16, Aprueba y Oficializa, Décimo Segunda Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2017. Decreto Supremo N° 06, Aprueba y Oficializa, Décimo Tercera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2018. Decreto Supremo N° 79, Aprueba y Oficializa, Décimo Cuarta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2020. Decreto Supremo N°16, Aprueba y Oficializa, Decima Sexta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.





- Ministerio de Medio Ambiente. 2021. Decreto Supremo N°44, Aprueba y Oficializa, Decima Séptima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2023. Decreto Supremo N°10, Aprueba y Oficializa, Décima Octava Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- Muñoz-Pedrerros, A., J. Rau y J. Yáñez. 2004. Aves rapaces de Chile. CEA Ediciones, Valdivia.
- Muñoz - Pedrerros, A. y J. Yáñez. 2009. Mamíferos de Chile. Segunda Edición. CEA Ediciones, Valdivia, 571 pp.
- Núñez, H. 1992. Geographical data of Chilean lizards and snakes in the Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Smithsonian Herpetological Information Service 91: 29 pp.
- Núñez, H. y O. Gálvez. 2015. Catálogo de la Colección Herpetológica del Museo Nacional de Historia Natural y Nomenclátor basado en la Colección. Publicación Ocasional N°64: 1-203.
- Osgood, W. H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological series 30: 1-268.
- Pincheira – Donoso, D. y H. Núñez. 2005. Las especies chilenas de Liolaemus Wiegmann, 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación Ocasional Mus. Nac. Hist. Nat. (Chile) 59:7-486.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). 2023. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). 2022. Criterios técnicos para campañas de terreno de fauna terrestre y validación de datos.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). 2022. Evaluación de Impactos por ruido sobre fauna nativa.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). 2021. Criterios técnicos para la aplicación de una perturbación controlada.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). 2021. Criterios técnicos para la aplicación de medidas de rescate y relocalización.
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (SEA). 2015. Guía para la descripción de los componentes de suelo, flora y fauna de los ecosistemas terrestres en el SEIA.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2016. La Ley de Caza y su Reglamento. Legislación sobre fauna silvestre. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Subdepartamento Vida Silvestre, Santiago, 110 pp.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2016. Guía de Evaluación Ambiental, Componente Fauna Silvestre. 20 pp. www.sag.cl.
- Veloso, A. y J. Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Bolletino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino 6: 481-539.
- Vidal, M., y A. Labra (Eds.). 2008. Herpetología de Chile. Science Verlag, Santiago, 593.

FIRMA

Pablo Negrete Espinosa, 16.357.008-4

Biólogo Ambiental y Magíster en Cs. Biológicas /m en Ecología y Biología Evolutiva

Universidad de Chile

## 9. ANEXO

### 9.1. Especies de fauna potencial

Tabla 7. Especies potenciales en el área del Proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
<b>Clase Amphibia</b>					
<b>Orden Anura</b>					
Alsodidae	<i>Alsodes nodosus</i>	Sapo arriero	Endémica	NT	DS 42/2011 MMA
Bufonidae	<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo	Endémica	VU	DS 41/2011 MMA
Batrachylidae	<i>Batrachyla taeniata</i>	Ranita de antifaz	Nativa	NT	DS 42/2011 MMA
Leptodactylidae	<i>Caudiverbera caudiverbera</i>	Rana chilena	Endémica	VU	DS 50/2008 MINSEGPRES
Leptodactylidae	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	Nativa	NT	DS 41/2011 MMA
Rhinodermatidae	<i>Rhinoderma rufum</i>	Ranita de Darwin del Norte	Endémica	CR	DS 42/2011 MMA
Pipidae	<i>Xenopus laevis</i>	Rana africana de uñas	Introducida	-	-
<b>Clase Reptilia</b>					
<b>Orden Squamata</b>					
Dipsadidae	<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	Endémica	LC	DS 16/2016 MMA
Dipsadidae	<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	Endémica	LC	DS 16/2016 MMA
Leiosauridae	<i>Pristidactylus torquatus</i>	Gruñidor del sur	Endémica	VU	DS 38/2015 MMA
Leiosauridae	<i>Pristidactylus valeriae</i>	Gruñidor de Valeria	Endémica	EN	DS 38/2015 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	Nativa	LC	DS 19/2012 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus confusus</i>	Lagartija de Lolol	Endémica	CR	DS 52/2014 MMA

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
Liolaemidae	<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	Nativa	LC	DS 19/2012 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	Nativa	LC	DS 19/2012 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus monticola</i>	Lagartija de los montes	Endémica	LC	DS 16/2016 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus nigroviridis</i>	Lagartija negro verdosa	Endémica	LC	DS 19/2012 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido	Endémica	NT	DS 19/2012 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	Endémica	LC	DS 19/2012 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus septentrionalis</i>	Lagartija pintada septentrional	Endémica	EN	DS 16/2020 MMA
Liolaemidae	<i>Liolaemus schroederi</i>	Lagartija de Schröder	Endémica	VU	DS 16/2016 MMA
Teiidae	<i>Callopistes maculatus</i>	Iguana	Endémica	NT	DS 16/2016 MMA
<b>Clase Aves</b>					
<b>Orden Tinamiformes</b>					
Tinamidae	<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz chilena	Endémica	-	-
<b>Orden Anseriformes</b>					
Anatidae	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA
Anatidae	<i>Anas versicolor</i>	Pato capuchino	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA
Anatidae	<i>Netta peposaca</i>	Pato negro	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato rana de pico ancho	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Oxyura vittata</i>	Pato rana de pico delgado	Nativa	-	-
Anatidae	<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato rinconero	Nativa	-	DS 16/2016 MMA
<b>Orden Galliformes</b>					

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	Introducida	-	-
<b>Orden Podicipediformes</b>					
Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i>	Blanquillo	Nativa	-	-
Podicipedidae	<i>Podiceps major</i>	Huala	Nativa	-	-
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Nativa	-	-
Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Nativa	-	-
<b>Orden Suliformes</b>					
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa	-	-
<b>Orden Pelecaniformes</b>					
Ardeidae	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Nativa	-	DS 16/2016 MMA
Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA
Ardeidae	<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	Nativa	-	-
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativa	-	-
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	Nativa	-	-
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	-	-
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	Nativa	NT	DS 16/2020 MMA
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativa	LC	DS 06/2017 MMA
<b>Orden Cathartiformes</b>					
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	Nativa	-	-
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza colorada	Nativa	-	-
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	Nativa	NT	DS 23/2019 MMA
<b>Orden Accipitriformes</b>					
Elaninae	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	Nativa	-	-
Accipitridae	<i>Circus cinereus</i>	Vari	Nativa	-	-
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Peuquito	Nativa	LC	DS 16/2020 MMA
Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Águila	Nativa	-	-
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Nativa	-	-

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco	Nativa	-	-
<b>Orden Falconiformes</b>					
Falconidae	<i>Polyborus plancus</i>	Traro	Nativa	-	-
Falconidae	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Nativa	-	-
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo	Nativa	-	-
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	Nativa	-	-
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Nativa	LC	DS 23/2009 MINSEGPRES
<b>Orden Gruiformes</b>					
Rallidae	<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	Nativa	-	DS 23/2019 MMA
Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	Nativa	-	-
Rallidae	<i>Gallinula melanops</i>	Tagüita	Nativa	-	-
Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	Nativa	-	-
Rallidae	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Nativa	-	-
Rallidae	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	Nativa	-	-
<b>Orden Charadriiformes</b>					
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativa	-	-
Recurvirostridae	<i>Himantopus melanurus</i>	Perrito	Nativa	-	-
Rostratulidae	<i>Rostratula semicollaris</i>	Becacina pintada	Nativa	EN	DS 23/2019 MMA
Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiae</i>	Becacina	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA
Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Nativa	-	-
Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico	Nativa	-	DS 44/2021 MMA
Laridae	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Nativa	-	DS 16/2020 MMA
Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	Nativa	-	-
Laridae	<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cáhuil	Nativa	-	-
<b>Orden Columbiformes</b>					
Columbidae	<i>Columba araucana</i>	Torcaza	Nativa	-	DS 16/2016 MMA
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	Nativa	-	-
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma	Introducida	-	-

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	Nativa	-	-
<b>Orden Psittaciformes</b>					
Psittacidae	<i>Cyanoliseus patagonus</i>	Tricahue	Nativa	EN (III-IV), VU (XV-II, V-RM-XII)	DS 151/2007 MINSEGPRES
Psittacidae	<i>Enicognathus ferrugineus</i>	Cachaña	Nativa	-	-
<b>Orden Strigiformes</b>					
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	Nativa	-	-
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Tucúquere	Nativa	-	-
Strigidae	<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho	Nativa	-	-
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Pequén	Nativa	-	-
Strigidae	<i>Strix rufipes</i>	Concón	Nativa	NT	DS 16/2016 MMA
Strigidae	<i>Asio flammeus</i>	Nuco	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA
<b>Orden Caprimulgiformes</b>					
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus longirostris</i>	Gallina ciega	Nativa	-	-
<b>Orden Apodiformes</b>					
Trochilidae	<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor chico	Nativa	-	-
Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	Nativa	-	-
<b>Orden Piciformes</b>					
Picidae	<i>Picoides lignarius</i>	Carpinterito	Nativa	-	-
Picidae	<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	Nativa	-	-
<b>Orden Passeriformes</b>					
Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero	Nativa	-	-
Furnariidae	<i>Upucerthia dumetaria</i>	Bandurilla	Nativa	-	-
Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	Nativa	-	-
Furnariidae	<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	Colilarga	Nativa	-	-
Furnariidae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Nativa	-	-
Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Nativa	-	-

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
Furnariidae	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Nativa	-	-
Furnariidae	<i>Pygarrhichas albogularis</i>	Comesebo grande	Nativa	-	-
Furnariidae	<i>Asthenes humicola</i>	Canastero	Endémica	-	-
Furnariidae	<i>Asthenes pyrrholeuca</i>	Canastero de cola larga	Nativa	-	-
Rhinocryptidae	<i>Pteroptochos megapodius</i>	Turca	Endémica	-	-
Rhinocryptidae	<i>Scelorchilus albicollis</i>	Tapaculo	Endémica	-	-
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus fuscus</i>	Churrín del norte	Endémica	-	-
Tyrannidae	<i>Agriornis livida</i>	Mero	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Pyrope pyrope</i>	Diucón	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona tontita	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Hymenops perspicillata</i>	Run-run	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-fío	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Pseudocolopteryx flaviventris</i>	Pájaro amarillo	Nativa	-	DS 23/2019 MMA
Tyrannidae	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete-colores	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativa	-	-
Tyrannidae	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita	Nativa	-	-
Cotingidae	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	Nativa	-	-
Hirundinidae	<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	Nativa	-	-
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	Nativa	-	-
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja	Nativa	-	-
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Nativa	-	-
Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	Chercán de las vegas	Nativa	-	-
Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativa	-	-
Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	Nativa	-	-
Motacillidae	<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico	Nativa	-	-

Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	Nativa	-	-
Thraupidae	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	Nativa	-	-
Thraupidae	<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	Nativa	-	-
Thraupidae	<i>Phrygilus alaudinus</i>	Platero	Nativa	-	-
Thraupidae	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal	Nativa	-	-
Thraupidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	Nativa	-	-
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	Nativa	-	-
Icteridae	<i>Agelaius thilius</i>	Trile	Nativa	-	-
Icteridae	<i>Sturnella loyca</i>	Loica	Nativa	-	-
Icteridae	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativa	-	-
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Nativa	-	-
Fringillidae	<i>Carduelis barbatus</i>	Jilguero	Nativa	-	-
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	Introducida	-	-
<b>Clase Mammalia</b>					
<b>Orden Didelphimorphia</b>					
Didelphidae	<i>Thylamys elegans</i>	Yaca	Endémica	LC	DS 16/2016 MMA
<b>Orden Chiroptera</b>					
Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón	Nativa	LC	DS 06/2017 MMA
Vespertilionidae	<i>Histiotus macrotus</i>	Murciélago orejudo mayor	Nativa	LC	DS 79/2018 MMA
Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo menor	Nativa	LC	DS 06/2017 MMA
Vespertilionidae	<i>Lasiurus borealis</i>	Murciélago boreal	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA
Vespertilionidae	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago ceniciento	Nativa	DD	DS 16/2016 MMA
Vespertilionidae	<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago orejas de ratón	Nativa	LC	DS 06/2017 MMA
<b>Orden Rodentia</b>					
Octodontidae	<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo	Endémica	LC	DS 16/2016 MMA
Octodontidae	<i>Octodon degus</i>	Degu común	Endémica	-	-
Abrocomidae	<i>Abrocoma benetti</i>	Ratón chinchilla común	Endémica	LC	DS 16/2016 MMA



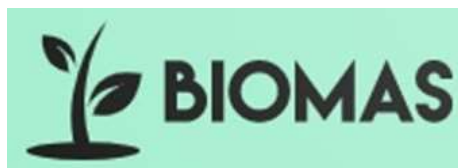
Familia	Especie	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	REFERENCIA o DECRETO
Cricetidae	<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo común	Nativa	LC	DS 19/2012 MMA
Cricetidae	<i>Abrothrix olivaceus</i>	Ratón oliváceo	Nativa	-	-
Cricetidae	<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón de cola larga	Nativa	-	-
Cricetidae	<i>Phyllotis darwini</i>	Ratón orejudo de Darwin	Nativa	-	-
Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Laucha doméstica	Introducida	-	-
Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén	Introducida	-	-
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	Introducida	-	-
<b>Orden Lagomorpha</b>					
Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	Liebre europea	Introducida	-	-
Leporidae	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo europeo	Introducida	-	-
<b>Orden Carnivora</b>					
Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Nativa	NT	DS 42/2011 MMA
Felidae	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato Colo-Colo	Nativa	NT	DS 42/2011 MMA
Felidae	<i>Leopardus guigna</i>	Güiña	Nativa	VU	DS 42/2011 MMA
Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo	Nativa	LC	DS 151/2007 MINSEGPRES
					DS 33/201 MMA
Canidae	<i>Pseudalopex griseus</i>	Zorro chilla	Nativa	LC	DS 33/2011 MMA
Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	Quique	Nativa	LC	DS 16/2016 MMA

Fuente: Elaboración propia

**“Planta de Compostaje II Agroorgánicos Mostazal,  
Chimbarongo”  
Comuna de Chimbarongo, Región del Libertador General  
Bernardo O’Higgins**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES VEGETACIONALES  
LEÑOSAS**

Preparado por



Diciembre 2023

## ÍNDICE

1.	Introducción .....	4
2.	Objetivo .....	4
3.	Área de Estudio .....	4
4.	Metodología .....	5
4.1.	Vegetación terrestre.....	6
4.1.1.	Revisión bibliográfica.....	7
4.1.2.	Fotointerpretación .....	7
4.1.3.	Sistematización de la información.....	8
4.1.4.	Inventario forestal .....	8
4.1.5.	Proximidad a Áreas Bajo Protección .....	9
4.1.6.	Origen de las especies .....	10
4.1.7.	Estado de conservación .....	10
4.1.8.	Vegetación respecto a la Normativa Vigente .....	10
5.	Resultados .....	12
5.1.	Levantamiento de información bibliográfica .....	12
5.1.1.	Pisos Vegetacionales .....	12
5.2.	Resultados de la investigación y caracterización en terreno .....	12
5.2.1.	Caracterización de la vegetación y estado general del área afectada .....	12
5.2.2.	Resultado del estudio realizado en las parcelas no afectadas .....	13
5.3.	Flora .....	16
5.3.1.	Presencia de especies arbóreas y arbustivas registradas en las parcelas de muestreo 16	
5.3.2.	Origen, Estado de Conservación y Endemismo de las especies leñosas identificadas 16	
5.4.	Análisis con respecto a áreas de protección .....	17
5.5.	Clasificación de la vegetación respecto a la normativa vigente.....	17
5.5.1.	Vegetación.....	17
6.	CONCLUSIONES .....	19
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	24
8.	ANEXOS .....	27



- 8.1.1. Listado Florístico..... 27
- 8.1.2. Frecuencia y abundancia de las especies leñosas identificadas; **Error! Marcado como definido.**

### Índice de Tablas

- TABLA 1. SUPERFICIES DE TIPO BIOLÓGICO IDENTIFICADOS EN ÁREA DE INFLUENCIA..... 13
- TABLA 2. RESULTADOS DE LAS PARCELAS FORESTALES REALIZADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO NORTE ..... 15
- TABLA 3. RESULTADOS DE LAS PARCELAS FORESTALES REALIZADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO SUR ..... 16
- TABLA 4. RESUMEN DE FITOGEOGRÁFICO DE ESPECIES SEGÚN FORMA DE CRECIMIENTO ..... 17
- TABLA 5. ESPECIES A REFORESTAR. .... 18

### Índice de Figuras

- FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO EN LA REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O’HIGGINS, COMUNA DE CHIMBARONGO ..... 5
- FIGURA 2. UBICACIÓN DE LAS PARCELAS CONSIDERAS PARA EL INVENTARIO FORESTAL..... 9

### Índice de Set Fotográficos

- SET FOTOGRAFICO 1. VISTA SITIO AFECTADO Y PARCELAS DE MUESTREO EN EL ÁREA DE ESTUDIO. .... 6
- SET FOTOGRAFICO 2. PARCELAS DE MUESTREO EN EL ÁREA DE ESTUDIO (NO AFECTADA). .... 13



## 1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la preparación de un Programa de Cumplimiento que la empresa Agroorgánicos Mostazal prepara para la revisión y evaluación por la SMA, proceso sancionatorio D-168-2023, se ha requerido la preparación de un informe cuali y cuantitativo para el aspecto ambiental flora y vegetación terrestre, específicamente unidades vegetacionales leñosas. Por ende, el presente informe corresponde, en primer lugar de un análisis del impacto sobre la flora y vegetación en el área afectada por la acumulación de líquidos lixiviados y la determinación de medidas de reparación mediante una campaña de caracterización ambiental de primavera de dos áreas sin afección, continuas a las del proceso sancionatorio, del componente flora y vegetación para el Proyecto “Agroorgánicos Mostazal-Chimbarongo” (en adelante, “el Proyecto”), ubicado en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins.

Como parte de los resultados del presente informe, se entrega una revisión en gabinete de información, análisis del componente de flora y vegetación en las áreas afectadas y no afectadas, antecedentes bibliográficos y categorías de conservación sobre la flora y vegetación asociada al área del Proyecto, de manera de actualizar la información ya existente acerca de estas especies. Además de entregar recomendaciones y entrega de medidas de reparación para la flora y vegetación del área afectada.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es determinar, estimar y cuantificar el impacto de la acumulación de lixiviados sobre la flora y vegetación en la zona afectada, mediante la comparación con una zona de control no impactada. Esto permitirá evaluar y medir el efecto en las áreas afectadas norte y sur.

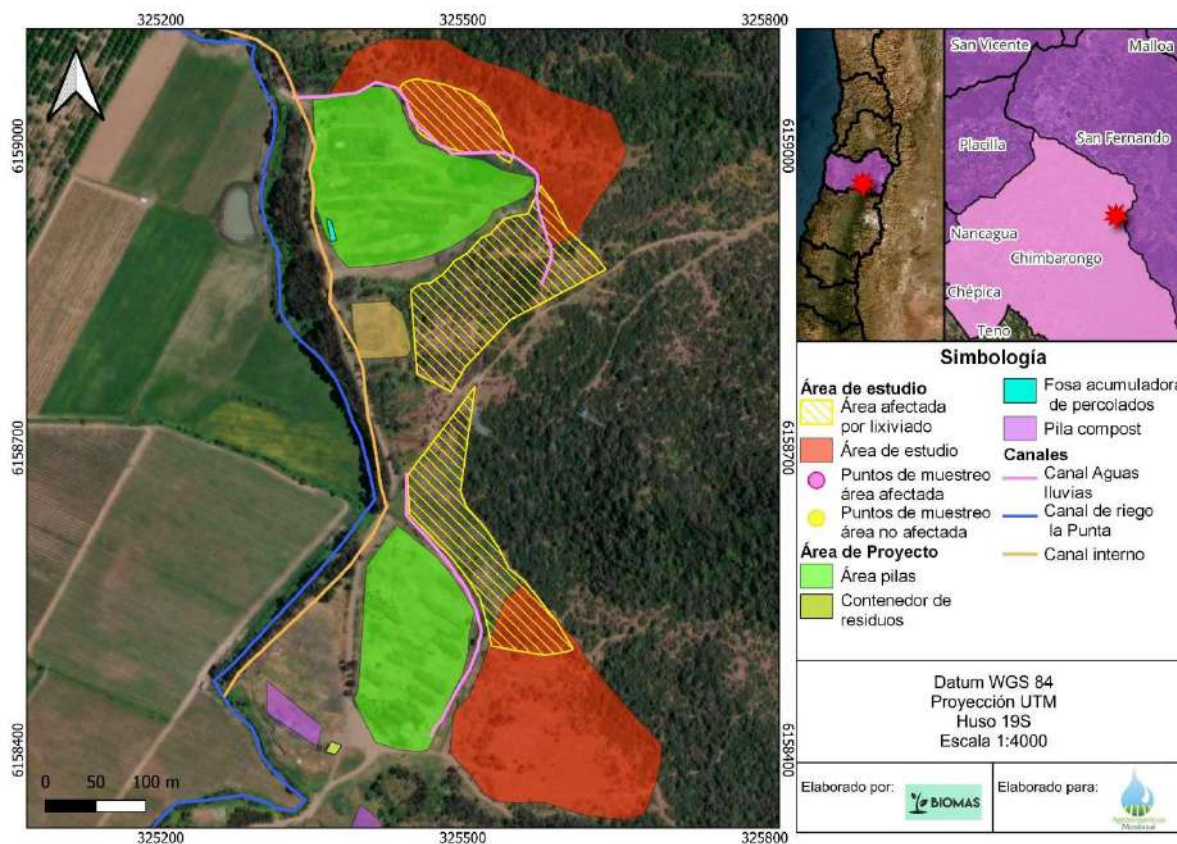
## 3. ÁREA DE ESTUDIO

En consideración con lo establecido en el procedimiento sancionatorio Res. Ex. Nº1/ ROL D-168/2023, el programa de cumplimiento (en adelante “PdC”) de dicho procedimiento y la Guía para la presentación de programas de cumplimiento a instrumentos de carácter ambiental, se han delimitado, tanto las áreas afectadas por la acumulación de líquidos lixiviados, como las áreas de control para el estudio, investigación y determinación del impacto de dicha acumulación (en adelante “áreas de estudio”). En particular, la determinación de las áreas de estudio se ha realizado en base al área afectada por la acumulación de líquidos lixiviados, y en consideración de lo establecido en la Guía sobre el Área de Influencia (SEA, 2017).

De esta forma, se establece que las áreas de estudio y las afectadas por el Proyecto se ubican en la comuna de Chimbarongo, Provincia de Colchagua, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins. El área de estudio comprende las zonas identificadas como “áreas afectadas” por riego de ril crudo en las laderas norte y sur de los cerros que limitan con la planta. Estas zonas se utilizaron para la irrigación de líquidos provenientes de las pilas de compostaje. También se incluye como área de estudio las “áreas no afectadas” que corresponden a las zonas restantes de las laderas norte y sur de los cerros, las cuales comprometen una superficie de 2,42 ha 2,97 ha respectivamente. En la

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. se presenta el área de estudio (rojo), la zona afectada (amarillo achurado) y del Proyecto (verde).

**Figura 1. Ubicación del Proyecto en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, comuna de Chimbarongo**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4. METODOLOGÍA

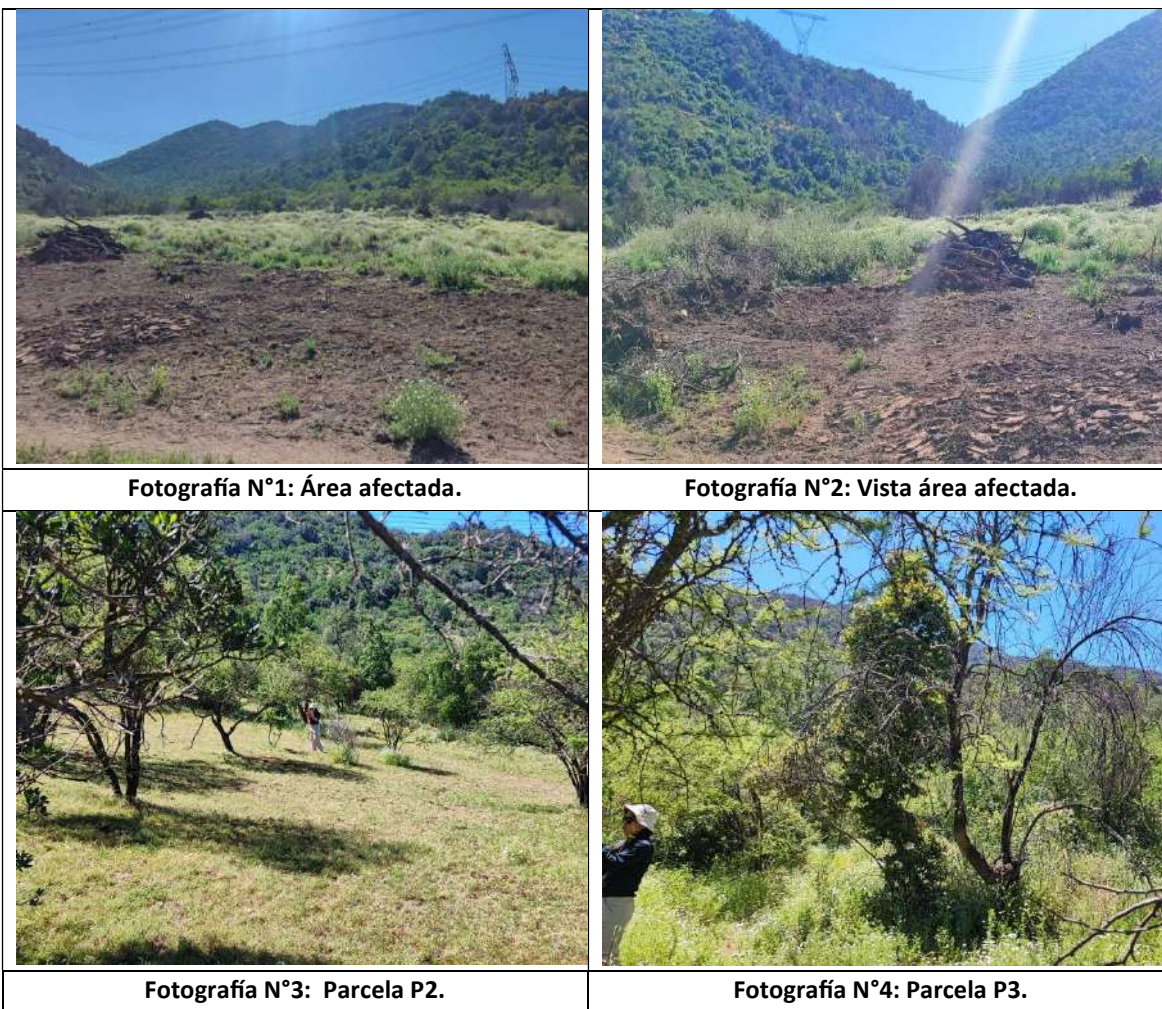
Con la finalidad de determinar el impacto de las actividades de riego en las zonas afectadas, se realizó el levantamiento de información de Flora y Vegetación en dos “áreas de estudio”, continuas y con características biogeográficas y vegetacionales, similares a las afectadas, esto con la finalidad de representar de mejor manera, las especies de flora silvestre y composición vegetal afectada por el sobreriego realizado en la zona.





De esta manera, a continuación, se presenta el protocolo metodológico para la caracterización de la flora y vegetación terrestre presentes en el área de estudio:

#### 4.1. Vegetación terrestre

La caracterización de la vegetación terrestre se realizó mediante la aplicación de la metodología de parcelas forestales e inventario forestal. Para la ejecución de las parcelas forestales en primera instancia se consideraron 4 parcelas por sector (norte y sur), no obstante, una de las parcelas del sector norte, se encontró en un área afectada (sin registros arbóreos), por lo que fue considerada para el estudio del área afectada, dando tres parcelas en sector norte y cuatro parcelas en sector sur (ver **Set Fotográfico 1**).

#### Set Fotográfico 1. Vista sitio afectado y parcelas de muestreo en el área de estudio.



	
<p><b>Fotografía N°5: Límite Área Afectada – Área no afectada (área de estudio) P3-AF</b></p>	<p><b>Fotografía N°6: <i>Trevoa quinquinervia</i> (Tralhuén) en P2.</b></p>
	
<p><b>Fotografía N°7: Parcela P7</b></p>	<p><b>Fotografía N°8: Arroyo, sector inferior área afectada.</b></p>

Fuente: Elaboración propia, diciembre 2023.

Se realizaron las siguientes actividades con la finalidad de caracterizar la vegetación:

#### **4.1.1. Revisión bibliográfica**

En una primera etapa, se revisaron las principales fuentes de información bibliográfica disponible sobre la flora y vegetación terrestre presentes en el área del proyecto: clasificaciones de la vegetación de Gajardo (1994) y Luebert y Pliscoff (2018).

#### **4.1.2. Fotointerpretación**

En gabinete se realizó la fotointerpretación preliminar del área de influencia del Proyecto con el propósito de identificar y delimitar las formaciones de vegetación existentes en unidades homogéneas de vegetación. La fotointerpretación de detalle se realizó a una escala 1:2.000, a partir de una imagen Google Earth año 2023. Esta información se utilizó para asignar las zonas de muestreo en terreno, para lo cual se consideraron los siguientes criterios:



- Muestreo en el área de estudio, de manera de cubrir la variabilidad vegetal existente.
- Representatividad de unidades homogéneas de vegetación. Todas las unidades homogéneas de vegetación identificadas en la fotointerpretación fueron incorporadas en el muestreo de terreno.

#### 4.1.3. Sistematización de la información

Corresponde a la síntesis de la información recogida en las etapas anteriores. Así, se efectúa la clasificación de las formaciones vegetales identificadas en unidades de vegetación homogéneas (UVH). Para esto se consideran los tipos biológicos y las especies dominantes en cada formación. Dicha clasificación permite analizar y comparar la vegetación existente en el área de influencia del Proyecto con los resultados de clasificaciones de la vegetación disponibles bibliográficamente. A partir de lo anterior, se elabora la cartografía en que se identifican las unidades de vegetación presentes en el área de estudio del Proyecto.

#### 4.1.4. Inventario forestal

Se realiza una estimación de la densidad de las especies arbustivas y cobertura de las especies arbóreas observadas en cada una de las unidades homogéneas de vegetación definidas.

Para la estimación de la densidad, se utilizó un factor de expansión ( $Fe$ ) de acuerdo con el tamaño de las parcelas implementadas ( $500 \text{ m}^2$ ), con el cual se obtuvo el número de individuos por hectárea ( $Nha$ ):

$$Fe = 10.000/500 = 20$$

$$Nha = Np \times Fe$$

Donde:  $Np$  = número de individuos por especie en la parcela.

La cobertura fue estimada mediante la suma de la cobertura en metros<sup>2</sup> de todos individuos de la estrata arbórea y arbustiva.

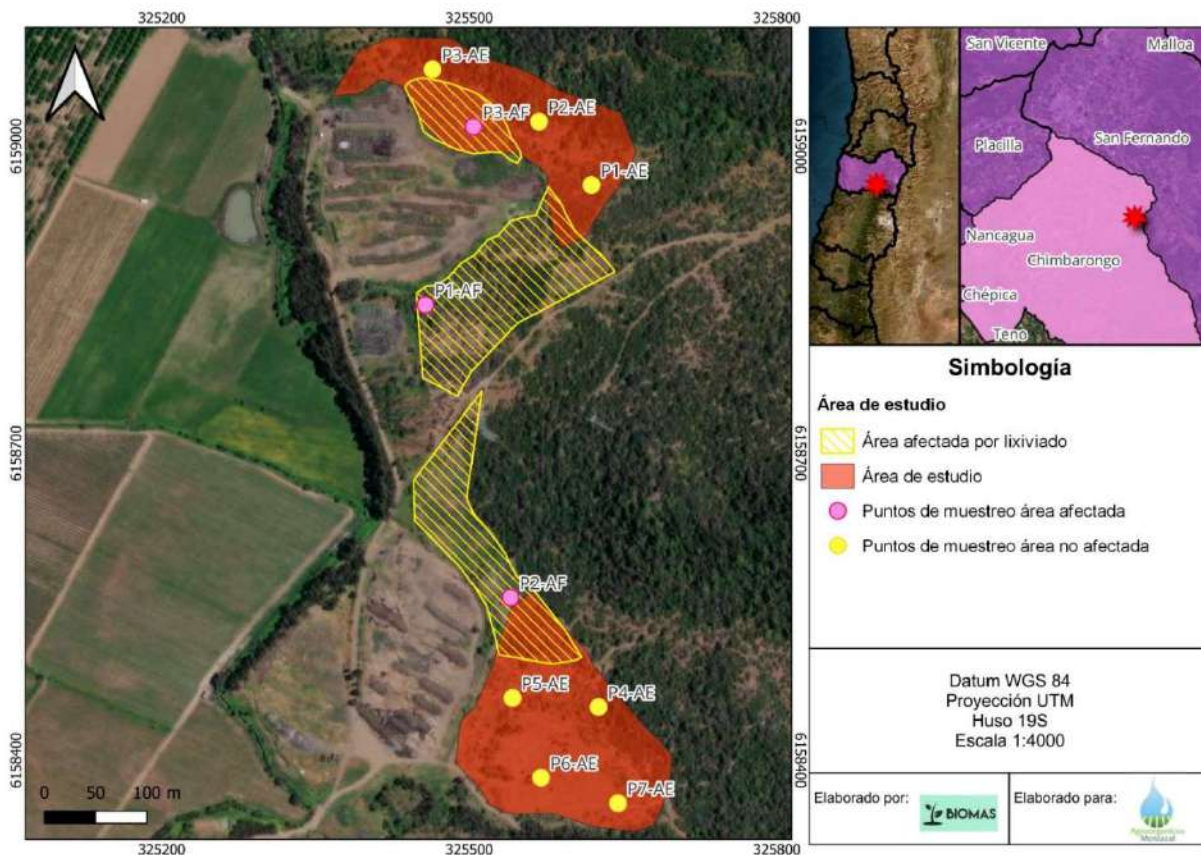
$$Cob\% = Cp(m)/500(m)$$

Donde:  $Cp$  = Cobertura en metros en la parcela.

Las parcelas consideradas para el inventario se exhiben a continuación en la

**Figura 2.**

**Figura 2.** Ubicación de las parcelas consideradas para el inventario forestal



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.5. Proximidad a Áreas Bajo Protección

Se analizó la cercanía del Proyecto a sitios de interés botánicos y tipos vegetacionales con riesgo de extinción, definidas según los criterios de la UICN/WWF, adaptado para Chile por Ormazábal (1989). Por otra parte, el área de influencia del Proyecto fue analizada de acuerdo con su cercanía (en distancia lineal) o relación (biológica) con algún área protegida o sitio prioritario para la conservación biológica según lo indicado por la Estrategia Nacional de Biodiversidad (CONAMA, 2003) que identificó lugares importantes para la conservación, destacándose los ecosistemas no explotados y que sean importantes para los habitantes de cada región.

Para efectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se consideran 64 Sitios Prioritarios en todo el país, de acuerdo con el Oficio Ordinario N°100.143, del 15 de noviembre de 2010, del Director Ejecutivo Servicio de Evaluación Ambiental.



Además de lo anterior, se analizó si el Proyecto se encuentra dentro de alguna área protegida, según lo dispuesto en la “Guía de Evaluación Ambiental, criterios para la participación de CONAF en el SEIA” (CONAF, 2020).

#### 4.1.6. Origen de las especies

Cada una de las especies registradas en el área de influencia del Proyecto fue clasificada por su origen, así como también su endemismo a nivel nacional, para lo cual se consultó el “Catálogo de las plantas vasculares de Chile” (Rodríguez *et al.*, 2018).

Además, se analizó el origen de las especies de plantas según la “Nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del País” dispuesto en el Decreto N°68/2009 del Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2009).

#### 4.1.7. Estado de conservación

Se analizó la abundancia de cada uno de los taxa, y su estado de conservación, el cual se determinó de conformidad a lo indicado en los diecisiete procesos de clasificación de especies (D.S. N°151 de 2007; D.S. N°50 de 2008; D.S. N°51 de 2008, D.S. N°23 de 2009, del MINSEGPRES; y D.S. N°33, D.S. N°41, D.S. N°42 de 2011, D.S. N°19 de 2012, D.S. N°13 de 2013, D.S. N°52 de 2014, D.S. N°38 de 2015, D.S. N°16 de 2016, D.S. N°6 de 2017, D.S. N°79 de 2018, D.S. N°23 de 2019, D.S. N°16 de 2020, D.S. N°44 de 2021 y D.S. N°10 de 2023 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)), de acuerdo con el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989), y con el Boletín N°47 del Museo de Historia Nacional (MHN, 1998), así como su endemismo a nivel nacional, basado en el “Catálogo de las Plantas Vasculares de Chile” (Rodríguez *et al.*, 2018).

#### 4.1.8. Vegetación respecto a la Normativa Vigente

Se realizó un análisis de clasificaciones vegetacionales, de acuerdo con lo señalado en la Ley N°20.283 del 2008 (Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal) y el Decreto Ley N°701, de 1974 sobre Fomento Forestal.

De esa manera fue posible determinar si las formaciones vegetales presentes están amparadas en alguna categoría legal. A continuación, se muestra un resumen de las categorías legales vigentes:

- Bosque: sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 metros cuadrados, con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables.
- Bosque Nativo: bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar.



- Bosque nativo de preservación: aquél, cualquiera sea su superficie, que presente o constituya actualmente hábitat de especies vegetales protegidas legalmente o aquéllas clasificadas en las categorías: "peligro de extinción", "vulnerables", "raras", "insuficientemente conocidas" o "fuera de peligro"; o que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, cuyo manejo sólo puede hacerse con el objetivo del resguardo de dicha diversidad.
- Formación xerofítica: formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o semiáridas ubicadas entre las Regiones I y VI, incluidas la Metropolitana y la XV y en las depresiones interiores de las Regiones VII y VIII.

Además de lo anterior, el Reglamento General (R.G.) de la Ley 20.283 (D.S. 93) indica en su artículo 3, que toda acción de corta de bosque nativo obligará a la presentación y aprobación previa, por parte de la Corporación, de un plan de manejo forestal, el que deberá considerar las normas de protección ambiental establecidas en la Ley. La corta o explotación de bosque nativo, excepto cuando se trate de cortas intermedias, obligará a reforestar o regenerar una superficie de terreno igual, a lo menos, a la cortada o explotada, en las condiciones contempladas en el plan de manejo aprobado por la Corporación de conformidad a lo establecido en el decreto de ley N°701 de 1974.

Tratándose de la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas (artículo 3, R.G. Ley 20.283), será obligatoria la presentación y aprobación previa por la Corporación, de un plan de trabajo, cuando tales formaciones reúnan la totalidad de las siguientes condiciones: i) Superficie mayor o igual a una hectárea; ii) Un ancho mínimo de 20 metros para las formaciones ubicadas al norte del río Elqui y de 40 metros para aquellas ubicadas al sur del señalado río; iii) Presencia de una o más especies nativas, de carácter xerofítico; y iv) Densidad mínima de individuos xerofíticos, suculentos o arbustivos, con o sin presencia de árboles aislados, de 300 individuos por hectárea en la zona comprendida entre el sur del río Elqui y el límite norte de la Región de Valparaíso o de 500 individuos por hectárea desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Tratándose de estas últimas regiones, los individuos en estado adulto deberán tener una altura mínima de un metro. En la zona comprendida desde el río Elqui y hasta el límite norte del país, no se considerará la condición de densidad mínima para las formaciones xerofíticas.

Por su parte, el artículo 4 (R.G. Ley 20.283), indica que toda intervención de un bosque de preservación obligará a la presentación y aprobación de un Plan de Manejo de Preservación, lo anterior en el entendido que dicha intervención cumpla con las excepciones que señala el Artículo 19 de la Ley N20.283 (que la intervención no amenace la continuidad de la especie nivel de cuenca o excepcionalmente fuera de ella, que las obras sean imprescindibles y que tengan por objeto la realización de investigaciones científicas, fines sanitarios o que estén destinadas a la ejecución de actividades como construcción de caminos, el ejercicio de servidumbres mineras, de gas, de servicios eléctricos, de ductos u otras reguladas por ley), siempre que las obras sean de interés nacional.



Por otro lado, la corta de árboles que formen parte de plantaciones forestales ubicadas en terrenos de aptitud preferentemente forestal será autorizada mediante el instrumento denominado “Plan de manejo corta y reforestación de plantaciones para ejecutar obras civiles - D.L. N°701”. Este permiso corresponde al Permiso Ambiental Sectorial Mixto del artículo 149 del D.S. N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Levantamiento de información bibliográfica

#### 5.1.1. Pisos Vegetacionales

Según lo indicado por Luebert y Pliscoff (2018), este Proyecto se ubica en la Formación del Bosque Espinoso, específicamente, en el piso vegetal “Bosque Espinoso Mediterráneo Interior de *Acacia caven* y *Lithraea caustica*”. Este piso vegetal corresponde a un matorral espinoso arborescente típicamente dominado por *Acacia caven* y *Lithraea caustica* en el dosel superior. Presenta una cobertura variable pudiendo llegar a constituir, en situaciones favorables, doseles cerrados, bajo los que se desarrolla una pradera muy diversificada y compuesta por una combinación de plantas nativas e introducidas. La composición florística, típicamente, corresponde a *Acacia caven*, *Agrostis capillaris*, *Avena barbata*, *Baccharis linearis*, *Briza minor*, *Bromus berterianus*, *B. hordeaceus*, *Cestrum parqui*, *Gochnatia foliolosa*, *Lithraea caustica*, *Medicago polymorpha*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Maytenus boaria*, *Peumus boldus*, *Platago hispidura*, *Podanthus mitiqui*, *Proustia cuneifolia*, *Quillaja saponaria*, *Solanum crispum*, *Trevoa quinquenervia*, *Vulpia myuros*.

### 5.2. Resultados de la investigación y caracterización en terreno

#### 5.2.1. Caracterización de la vegetación y estado general del área afectada

De acuerdo con la inspección realizada en terreno, en el área afectada se vislumbró prácticamente la pérdida total de la vegetación nativa en la zona, siendo la excepción algunos ejemplares remanentes aislados de *Peumus boldus*, *Vachellia caven*, *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica* entre otros con apariciones extremadamente aisladas. El resto de vegetación que se había secado producto de la por la acumulación de líquidos lixiviados, ha sido despejada del sector.

En cuanto a características biogeográficas, es importante mencionar que el área afectada se encuentra continua a un arroyo, en el sector inferior oeste y que se encuentra sobre las pilas de residuos N°1 y N°2 del Proyecto (ver **Set Fotográfico 1**). Por otra parte, el área de estudio, considerada para el presente estudio, se encuentra altitudinalmente por sobre el área afectada hacia el sector este. La inclinación del área afectada es leve (inferior a 10%), con orientación mayoritariamente poniente.

### 5.2.2. Resultado del estudio realizado en las parcelas no afectadas

El área de influencia, según el muestreo realizado en los dos polígonos no afectados por el sobre riego de aguas en el área, las siete parcelas forestales analizadas, presenta vegetación que se pueden clasificar en un solo tipo de formación vegetacional, en la totalidad de las 5,39 ha de estudio, la cual corresponde a: Bosque nativo.

**Tabla 1.** Superficies de Tipo Biológico identificados en área de influencia.

Tipo Biológico	Superficie (ha)	(%)
Bosque nativo	5,39	100
Total	5,39	100

Fuente: Elaboración propia.

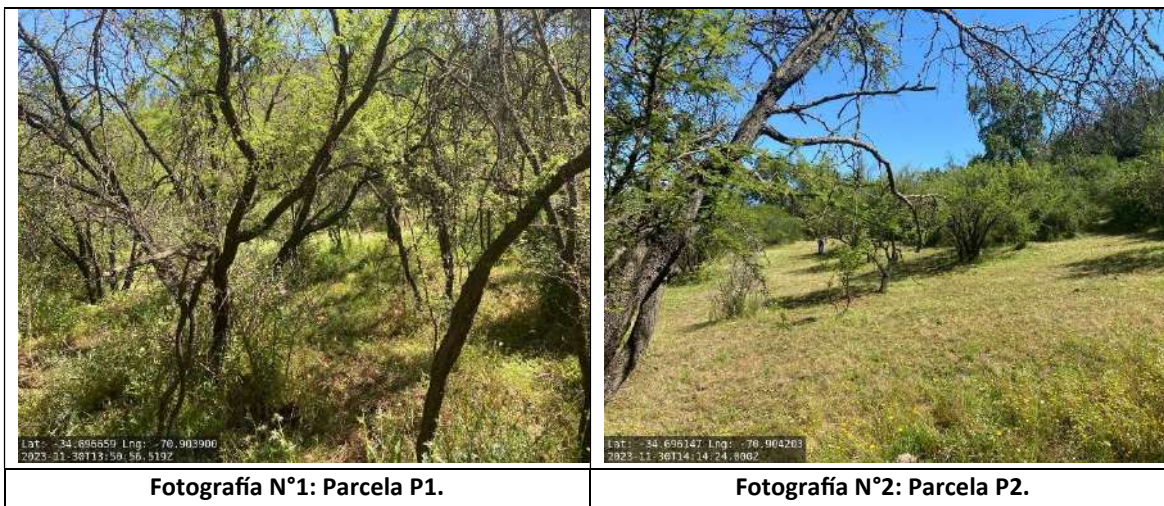
En cuanto a los resultados de las siete parcelas, fue posible determinar que la formación dominante, tanto para el área de estudio norte, como para el área de estudio sur, corresponde a bosque nativo de *Quillaja saponaria* con *Vachellia caven* (Ver **Tabla 2** y

**Tabla 3**).

Los individuos muestreados no presentan mayores afectaciones riego de ril crudo, teniendo situaciones fitosanitarias mayormente buenas (82%) y variando en un solo caso excepcional de *Vachellia caven*. Se muestra crecimiento vegetativo en gran parte de los individuos además de casos de floración y fructificación.

En cuanto al área de estudio norte, la formación vegetacional está compuesto principalmente por *Vachellia caven* con 15,9% de cobertura y *Quillaja saponaria* con 5,4% de cobertura arborea, además de la especie arbóreas *Peumus boldus* y *Lithrea caustica*. Teniendo mayor dominancia de la especie *Vachellia caven* en la parcela 2 con 20,6% (Ver **Tabla 2**).

### Set Fotográfico 2. Parcelas de muestreo en el área de estudio (no afectada).





Fotografía N°3: Parcela P3.



Fotografía N°4: Parcela P4.



Fotografía N°5: Parcela P5.



Fotografía N°6: Parcela P6.



Fotografía N°7: Parcela P7.

Fuente: Elaboración propia, diciembre 2023.

Por otra parte, el estrato arbustivo se encuentra compuesto principalmente por especies tales como *Guindilia trinervis*, *Trevoa quinquenervia* y *Rosa rubiginosa* (Ver **Tabla 2**).

**Tabla 2.** Resultados de las parcelas forestales realizadas en el área de estudio norte

Formaciones	Parcelas	Especie	Tipo Biológico	Cob %	Individuos ha
Bosque nativo de espinos y quillay	Parcela 1	<i>Guindilia trinervis</i>	Arbustivo	9,43%	100
		<i>Peumus boldus</i>	Árboreo	1,99%	100
		<i>Quillaja saponaria</i>	Árboreo	3,53%	100
		<i>Rosa rubiginosa</i>	Arbustivo	14,14%	300
		<i>Vachellia caven</i>	Árboreo	19,24%	500
	Parcela 2	<i>Guindilia trinervis</i>	Arbustivo	4,81%	100
		<i>Peumus boldus</i>	Árboreo	3,53%	50
		<i>Quillaja saponaria</i>	Árboreo	9,82%	50
		<i>Rosa rubiginosa</i>	Arbustivo	2,45%	50
		<i>Trevoa quinquenervia</i>	Arbustivo	3,53%	50
		<i>Vachellia caven</i>	Árboreo	20,64%	550
	Parcela 3	<i>Guindilia trinervis</i>	Arbustivo	20,1%	160
		<i>Peumus boldus</i>	Árboreo	2,0%	40
		<i>Quillaja saponaria</i>	Árboreo	2,8%	40
		<i>Lithraea caustica</i>	Árboreo	15,4%	80
<i>Vachellia caven</i>		Árboreo	7,9%	80	

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al área de estudio sur, la formación vegetal está compuesta principalmente por *Vachellia caven* con 21,4% de cobertura y *Quillaja saponaria* con 18,3% de cobertura arborea, además de la especie arbórea *Peumus boldus* (16,8% de cobertura). Teniendo mayor dominancia de *Quillaja saponaria* en la parcela 4 con 56,75% (Ver

**Tabla 3).**

Por otra parte, el estrato arbustivo se encuentra compuesto principalmente por *Guindilia trinervis*, (Ver

**Tabla 3).**



**Tabla 3.** Resultados de las parcelas forestales realizadas en el área de estudio sur

Formación	Parcelas	Especie	Tipo Biológico	Cob %	Individuos (p/ ha)
Bosque nativo de espino y quillay	Parcela 4	<i>Guindilia trinervis</i>	Arbustivo	113,10%	1800
		<i>Peumus boldus</i>	Arbóreo	33,18%	400
		<i>Quillaja saponaria</i>	Arbóreo	56,75%	400
		<i>Vachellia caven</i>	Arbóreo	56,75%	500
	Parcela 5	<i>Guindilia trinervis</i>	Arbustivo	1,57%	100
		<i>Peumus boldus</i>	Arbóreo	0,39%	50
		<i>Quillaja saponaria</i>	Arbóreo	11,88%	50
		<i>Vachellia caven</i>	Arbóreo	9,82%	50
	Parcela 6	<i>Quillaja saponaria</i>	Arbóreo	1,60%	40
		<i>Vachellia caven</i>	Arbóreo	11,30%	280
	Parcela 7	<i>Peumus boldus</i>	Arbóreo	0,49%	40
		<i>Quillaja saponaria</i>	Arbóreo	2,83%	40
<i>Vachellia caven</i>		Arbóreo	7,85%	400	

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. Flora

#### 5.3.1. Presencia de especies arbóreas y arbustivas registradas en las parcelas de muestreo

En los recorridos realizados, se identificaron 6 especies pertenecientes a 6 familias diferentes: Sapindaceae, Fabaceae, Monimiaceae, Quillajaceae, Rhamnaceae y Rosaceae, entre las cuales hay especies de hábito arbustivo y arbóreo.

En el anexo 7.1 se muestra el listado de especies de flora, arbórea y arbustiva, identificadas en el terreno. Para cada especie se señala su clasificación taxonómica, nombre científico, forma de crecimiento, origen, estado de conservación y si corresponde a una especie originaria del país.

#### 5.3.2. Origen, Estado de Conservación y Endemismo de las especies leñosas identificadas

Respecto al origen fitogeográfico, de las 6 especies leñosas identificadas, 3 son nativas y 2 endémicas de Chile, representando un 43% y del total en ambos casos. Por otro lado solo 1 especie es introducida, lo que representa un 14% del total. A continuación, en la tabla 10 se resume el origen de especies del área de influencia.

**Tabla 4.** Resumen de fitogeográfico de especies según forma de crecimiento

Origen	Árbol	Arbusto	Total	%
Nativa	1	2	3	43
Endémica	2	0	2	33
Introducida	0	1	1	17
Sin determinar	-	-	-	-
Total	3	3	6	100

Fuente: Elaboración propia.

El estado de conservación de las especies identificadas se estableció, en primer lugar, según los resultados oficiales de los procesos de clasificación de especies normadas por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres. De acuerdo con esto último, no se encontraron especies clasificadas.

#### 5.4. Análisis con respecto a áreas de protección

En relación con las áreas protegidas, la comuna no presenta unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), ni Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad reconocidos para efectos del SEIA.

#### 5.5. Clasificación de la vegetación respecto a la normativa vigente

##### 5.5.1. Vegetación

Según lo indicado en la Ley N°20.283 y D.L. N°701/1974, toda corta de Bosque nativo o Plantación forestal requiere la presentación de un Plan de Manejo.

Mencionado lo anterior, el área de influencia del Proyecto posee una única formación vegetacional correspondiente a bosque nativo esclerófilo (dominado por *Vachellia caven* y *Quillaja saponaria*), principalmente formado por especies de carácter nativo, por lo tanto, cumplen con las condiciones señaladas.

En base a la información obtenida en las parcelas de inventario forestal, descritas en la Tabla 10, del presente informe las unidades vegetacionales son clasificadas de acuerdo con lo estipulado en la normativa vigente, que se señala a continuación:

Según lo indicado en la Ley N° 20.283, toda corta de Bosque Nativo requiere la presentación de un Plan de Manejo. En este caso, los datos obtenidos a partir del inventario forestal realizado en terreno arrojan coberturas de 2,4 ha.

**Tabla 5. Especies a reforestar**

Formación	Área	Especie	Cob %	Individuos (p/ha)	Individuos área total*
Bosque nativo de espino y quillay	Norte	<i>Guindilia trinervis</i>	11,4%	120	300,0
		<i>Peumus boldus</i>	2,5%	63	158,3
		<i>Quillaja saponaria</i>	5,4%	63	158,3
		<i>Rosa rubiginosa</i>	5,53%	117	291,7
		<i>Trevoa quinquenervia</i>	1,18%	17	41,7
		<i>Lithraea caustica</i>	5,1%	27	66,7
		<i>Vachellia caven</i>	15,9%	377	941,7
	Sur	<i>Guindilia trinervis</i>	28,7%	475	950,0
		<i>Peumus boldus</i>	8,5%	123	245,0
		<i>Quillaja saponaria</i>	18,3%	133	265,0
<i>Vachellia caven</i>		21,4%	308	615,0	

\*Con la consideración de un total de 2,5ha de superficie para el área afectada Norte y 2ha de superficie total en el área afectada Sur.

Fuente: Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

En consideración con lo establecido en el procedimiento sancionatorio Res. Ex. N°1/ ROL D-168/2023, el programa de cumplimiento (en adelante “PdC”) de dicho procedimiento y la Guía para la presentación de programas de cumplimiento a instrumentos de carácter ambiental, se ha establecido para las dos áreas afectadas, área Norte de 2,5 ha y área Sur de 2,0 ha, el estudio de dos áreas contiguas no afectadas, denominadas áreas de estudio norte, de 2,42 ha y área sur de 2,97 ha, en las cuales se establece bosque nativo sin impacto de la acumulación de líquidos lixiviados o de las obras del Proyecto. De esta manera, es importante, primeramente, recalcar los siguientes hallazgos:

El área de estudio está compuesta en su totalidad por bosque nativo, en sus 5,39 ha, las cuales de acuerdo con las unidades vegetacionales identificadas que constituyen bosque según la normativa vigente, se presenta únicamente el tipo forestal Esclerófilo. De esta forma, se registra como dominante la presencia de las formaciones de bosque nativo de *Vachellia caven* y *Quillaja saponaria*, tanto en el área norte, como en el área de estudio sur. En el área norte la cobertura es de 15,9% para *Vachellia caven*, mientras que para *Quillaja saponaria* es de 5,4%. Por otra parte, en el área de estudio sur, la cobertura de *Vachellia caven* es de 21,4%, mientras que la de *Quillaja saponaria* es de 18,3%. El estado fitosanitario de los ejemplares en toda el área de estudio es casi exclusivamente bueno, con mayoritariamente crecimiento vegetativo (aunque con presencia escasa de fructificación y floración).

Por ende, y de acuerdo a los resultados de las parcelas forestales realizadas en el área de estudio, se recomiendan las siguientes medidas:

- Reforestación: En consideración a los resultados de las parcelas de estudio norte y sur, se recomienda plantar nuevos árboles para reemplazar los que fueron extraídos y asegurarse de que la variedad de especies sea diversa considerando la formación de bosque nativo esclerófilo. En particular, se estima fundamental la replantación de especies de *Quillaja saponaria* y *Vachellia caven* y en menor medida de *Peumus boldus*, con las mismas coberturas registradas en las áreas de estudio norte y sur (Ver **Tabla 2** y **Tabla 3**). El número de individuos de cada especie estará determinado, tanto en función de la cobertura del área de estudio, como en las ha totales a reforestar (2 ha área sur, 2,5 ha en el área norte). Para ello se consideran las siguientes medidas:

TIPO	MEDIDA DE PROTECCIÓN
Presión antrópica, suelo, paso de maquinarias y corta de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda la faena y construcción, impone el ingreso de mano de obra a todas las áreas. A todos los trabajadores se les instruirá por parte de la empresa acerca de temas de cuidado y respeto hacia la fauna y flora local, es decir, queda estrictamente prohibido la caza, levantamiento de nidos, las fogatas y captura de ejemplares en el sector de corta y alrededores al lugar de la faena</li> <li>• El fuego no está considerado para habilitar sectores, ni tampoco como para reducir desechos.</li> </ul>



- Respecto de los taludes que se originen en la habilitación de caminos, estos serán diseñados en ángulos estables que contemplen medidas de estabilización para reducir el riesgo de erosión.

Recursos  
hídricos

- Para los recursos hídricos se considera una protección especial de manera de no bloquear ni tampoco depositar ningún tipo de elemento contaminante sobre sus aguas.
- Estará prohibido botar o enterrar residuos de cualquier índole en zonas de cursos de agua temporales o permanentes. para evitar su arrastre al curso de agua.
- Se llevará a cabo la plantación de una hilera de árboles o arbustos nativos en el sentido de la cota de nivel, que actúe como contención y estabilización del terreno en el contorno de la obra del ducto o terraplén.

Fauna

- El personal será capacitado en reconocimiento y protección de fauna nativa.

Protección al  
establecimiento  
de la  
reforestación

- Se habilitarán y/o mejorarán los accesos para facilitar el ingreso de vehículos menores a la plantación.
- Cercado perimetral, con malla de protección que impida el ingreso de ganado mayor y menor y establecimiento de un portón de acceso de uso estricto para personal autorizado.
- Mantenimiento permanente de caminos internos, con la finalidad facilitar el replante y reposición del sistema de riego.
- Preparación del sitio, confección de casillas de plantación con tierra descompactada para favorecer el enraizamiento y anclaje de las plantas. Se establecerá, aporte de materia orgánica para llegar a una proporción de 70% de tierra local y 30% de materia orgánica libre de patógenos (desinfectada).
- Esquema de riego. Esta medida se considerada para los dos primeros años de establecimiento, con frecuencias quincenales durante el primer año y mensuales durante el segundo año. La dosis de riego propuesta fluctuará entre 4 y 6 l/pl. Para los años 3, 4 y 5, solo se realizaría complemento cada dos meses especialmente en la época estival.
- Desmalezado mecánico durante la estación de primavera, con la finalidad de disminuir riesgos de incidencia de incendios y bajar la competencia interespecífica.
- Aplicación de riego mediante un sistema por goteo, conforme al esquema.
- Aplicación NPK (dosis según fabricante), al momento del establecimiento de la reforestación.



- Plantación en línea, pero a distanciamientos variables para naturalizar el efecto visual de la reforestación.
- Construcción y mantención de cortafuego perimetral.
- En lo posible, mantención de cobertura vegetal existente, de modo que sirva como protección (nodriza), durante el establecimiento de la reforestación.
- En los sectores de reforestación se evaluará, según las condiciones del terreno, realizar obras asociadas a la conservación de suelos, las cuales podrían consistir en microterrazas, zanjias de infiltración u otros identificados en “Guía básica de buenas prácticas para plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios” (CONAF, 2013) y/o el “Manual de Plantaciones en Zonas Áridas” (CONAF Región de Coquimbo, 2011).
- Control de daños por lagomorfos, mediante la Instalación de tubetes plásticos individuales, enterradas 20 cm, reforzado por tutores que guíen el crecimiento en altura hasta los 1,3 m. Además, se incorporará protección de malla en la parte inferior del cercado perimetral, para evita ingreso de lagomorfos.
- Disposición de bebederos para pequeños mamíferos (Roedores nativos), que minimice los daños en las tuberías de riego y tubetes.
- Control químico de lagomorfos, uso de productos repelentes específicos.
- Control Biológico de lagomorfos, mediante instalación y mantención de polines como tipo “perchas” para permitir el ingreso de aves rapaces dentro del área de reforestación.
- Se realizará un monitoreo de la plantación por un período de cinco años, desde la fecha de plantación, de frecuencia semestral evaluando parámetros como: altura y diámetro de la planta, estado sanitario y condición general, además de realizar una evaluación de los sistemas de seguridad individual (por planta) y cercos. Adicionalmente se realizarán actividades anuales de control de maleza y fertilización.

#### Medidas de Prevención

- Control de riesgo: No se permitirá el ingreso a personas ajenas a la faena corta y descepe en las áreas involucradas en el proyecto. Todo el personal involucrado, estará claramente identificado y equipado como parte del proyecto.
- Prohibición de fogatas de cualquier tipo.
- Capacitación: Los operarios serán capacitados en temas tales como, prohibición de realizar fogatas, sectores exclusivos para fumadores, disposición de químicos inflamables, disposición y manejo de material combustible tanto vegetal como no vegetal. Además, se dará a conocer el Plan de contingencia (organización de combate, técnicas de control, creación de líneas cortafuego etc.). Esta capacitación deberá ser realizada por el supervisor de la faena y/o por el experto en prevención de riesgos de la faena.
- Ordenamiento de los residuos forestales en fajas discontinuas en el sentido de las curvas de nivel. La altura de la faja no deberá ser superior a 2m y el largo de las fajas no debe superar los 30m, con una discontinuidad longitudinal de al menos de 5m. Entre las fajas dispuestas en la ladera se debe dejar una separación de al menos 15m.
- Eliminación de los residuos forestales: Manejo de desechos forestales en lugares adecuados.

Protección  
contra  
incendios  
forestales

#### Medidas de Control

- Detección oportuna: Dentro de la faena debe ser obligatorio el uso de equipos de comunicación para dar aviso en caso de que un siniestro ocurra, como también coordinar el ataque y amague de este.
- Disposición en todo momento de elementos básicos (palas forestales, rastrillos y bombas de espalda con agua) para combatir incendios probables en el lugar.
- Organización de medios de combate (si es que un siniestro se produjera): El personal que se encuentre más cerca del incendio, dará aviso de inmediato a la persona encargada de coordinar las comunicaciones y proporcionará todos los antecedentes que sean necesarios.
- El personal que se encuentre disponible más cerca del lugar del incendio comenzará a combatir de inmediato, construyendo las líneas de control que sean necesarias, de acuerdo a la capacitación recibida.
- Esta persona organizará a su personal, hará rápidamente una evaluación de los valores afectados y será quien proporcione las informaciones vía



radial o telefónica a la base del contratista, el cual se encargará de comunicarse inmediatamente con CONAF (Fono: 130) y Carabineros de Chile (133) para dimensionar el siniestro y las acciones necesarias.

- Si el siniestro fuera de una magnitud importante, en donde CONAF envíe brigadistas, el personal de la faena se pondrá a cargo del jefe de incendio.
  
- **Monitoreo:** Se realizará un monitoreo de la plantación por un período de cinco años, desde la fecha de plantación, de frecuencia semestral evaluando parámetros como: altura y diámetro de la planta, estado sanitario y condición general, además de realizar una evaluación de los sistemas de seguridad individual (por planta) y cercos. Adicionalmente se realizarán actividades anuales de control de maleza y fertilización.
- Es importante señalar, que en el área se ha registrado la regeneración en especial del espino (*Vachellia caven*), en el área de afectación. Además de algunos ejemplares de *Peumus boldus* y *Quillaja saponaria*, lo que facilitaría (levemente), la regeneración del bosque esclerófilo en el área afectada.





## 7. BIBLIOGRAFÍA

- BENOIT, I. (ed). 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. 157 p. CHILE.
- Ministerio de Agricultura. 1976. Decreto N°490. Declara Monumento Natural a la especie forestal Alerce. CHILE. Ministerio de Agricultura. 1990.
- Decreto N°43. Declara Monumento Natural a la Araucaria araucana.
- Ministerio de Agricultura. 1995. Decreto N°13. Declara Monumento Natural las especies forestales: Queule, Pitao, Belloto del sur, Belloto del norte y Ruil.
- CONAMA. 1996. Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 242 pp.
- CONAMA. 2003. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile
- CONAF, 2014. Guía de Evaluación Ambiental, criterios para la participación de CONAF en el SEIA. Corporación Nacional Forestal. Ministerio de Agricultura. 115p.
- CONAF, 2016. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Disponible en: [www.conaf.cl](http://www.conaf.cl). Corporación Nacional Forestal.
- ETIENNE, M. y C. PRADO. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de la ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Revista Ciencias Agrícolas, 10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 125 p.
- GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y distribución geográfica. Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- IBODA. 2017. Catálogo de las Plantas Vasculares del Conosur. Instituto de Botánica Darwinion. Buenos Aires, Argentina. [en línea] ;<http://www.darwin.edu.ar/>&gt;
- LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. 2017. Sinopsis climática y vegetacional de Chile. 2ª edición. Editorial Universitaria. 316 p.
- MARTICORENA, C y QUEZADA, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica 42 (1-2): 1-157 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 2008. Ley N°20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 2009. Decreto Supremo N° 68: Establece, Aprueba y Oficializa Nómina de Especies Arbóreas y Arbustivas Originarias del País, agosto 2009. 7p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 2010. Guía de evaluación ambiental.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 2012. Decreto Supremo N°26: Aprueba modificación de reglamento general de la ley sobre Recuperación del bosque nativo y fomento forestal, aprobado por Decreto N° 93, de 2008, mayo 2011.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2011a. Decreto Supremo N°33: Aprueba y Oficializa Quinta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, septiembre 2011.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2011b Decreto Supremo N°41: Aprueba y Oficializa Sexta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, noviembre 2011. 5p.



- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2011c. Decreto Supremo N°42: Aprueba y Oficializa Séptima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, noviembre 2011, 5p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2012. Decreto Supremo N°19: Aprueba y Oficializa Octava Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, junio 2012. 4p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2013. Decreto Supremo N°13, Aprueba y Oficializa Novena Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, abril 2013. 3p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2014. Decreto Supremo N°52. Aprueba y Oficializa Décimo Proceso de Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, marzo 2014. 5p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2015. Decreto Supremo N°38. Aprueba y Oficializa Undécimo Proceso de Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, septiembre 2015. 4p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2016. Decreto Supremo N°16: Aprueba y Oficializa Duodécima Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación, septiembre 2016. 5p.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2017. Decreto Supremo N° 6, Aprueba y Oficializa Décimo tercer Proceso Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2018. Decreto Supremo N° 79, Aprueba y Oficializa Décimo cuarto Proceso Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2019. Decreto Supremo N° 23, Aprueba y Oficializa Décimo quinto Proceso Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2020. Decreto Supremo N° 16, Aprueba y Oficializa Décimo sexto Proceso Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2021. Decreto Supremo N° 44, Aprueba y Oficializa Décimo sexto Proceso Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2023. Decreto Supremo N° 44, Aprueba y Oficializa Décimo séptimo Proceso Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio de Medio Ambiente.
- MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008b. Decreto Supremo N°51: Aprueba y Oficializa Tercera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente, abril 2008. 4p.
- MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES).2007.



- Decreto Supremo N°151: Oficializa Primera Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Comisión Nacional del Medio Ambiente, diciembre 2006. 3p.
- MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2008a. Decreto Supremo N°50: Aprueba y Oficializa Segunda Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Comisión Nacional del Medio Ambiente, abril 2008. 5p.
- MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (MINSEGPRES). 2009. Decreto Supremo N°23: Aprueba y Oficializa Cuarta Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Comisión Nacional del Medio Ambiente, marzo 2009. 3p.
- MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL (MNHN). 1998. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47. 69 p.
- QUIROZ, C., PAUCHARD, A., MARTICORENA, A. y CAVIERES, L. 2009. Manual de Plantas Invasoras del Centro Sur de Chile. Instituto de Ecología y Biodiversidad y Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Proyecto CONICYT PFB- 23, Chile. 280p.
- RODRIGUEZ, R. et al. 2018. Catálogo de plantas vasculares de Chile. Gayana Bot. 75(1).
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2018. Flora. Permisos para la intervención de especies forestales a presentar en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) [en línea] <http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/flora>.
- SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL (SEA). 2010. Ordinario N°100143. Instructivo “Sitios prioritarios para la conservación en el sistema de evaluación de impacto ambiental”. 5p.
- SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL (SEA). 2014. Guía para la Compensación de Biodiversidad en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 40p.
- SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL (SEA). 2015. Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. 96pp.
- Superintendencia del Medio Ambiente, “Guía para la Presentación de Programas de Cumplimiento Ambiental por Infracciones a Instrumentos de Carácter Ambiental,” julio 2016, <http://www.sma.gob.cl/index.php/documentos/documentos-deinteres/documentos/guias-sma>.

## 8. ANEXOS

### 8.1.1. Listado Florístico

**Tabla 6. Listado florístico**

Familia	Especie	Nombre común	Hábito	Origen	Estado de conservación
Sapindaceae	<i>Guindilia trinervis</i>	Guindilla	Arbustiva	Nativa	-
Fabaceae	<i>Vachellia caven</i>	Espino	Arbóreo	Nativa	-
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i>	Boldo	Arbóreo	Endémica	-
Quillajaceae	<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	Arbóreo	Endémica	-
Rhamnaceae	<i>Trevoa quinquenervia</i>	Tralhuén	Arbustiva	Nativa	-
Anacardiaceae	<i>Lithrea caustica</i>	Litre	Arbóreo	Endémica	-
Rosaceae	<i>Rosa rubiginosa</i>	Rosa mosqueta	Arbustiva	Introducida	-