

MAT.: Presenta modelo de dispersión de emisiones odorantes.

ANT.: Res. Ex. N°5/ Rol D-131-2023, de 02 de junio de 2023, de la Superintendencia del Medio Ambiente.

REF.: Expediente sancionatorio Rol D-131-2023

Adj.: Modelo de dispersión de emisiones odorantes

Anexo Nuevas Acciones Programa de Cumplimiento Refundido.

Lilian Solís Solís
Fiscal Instructora
Departamento de Sanción y Cumplimiento
Superintendencia del Medio Ambiente

Presente

De mi consideración,

Ricardo González Arévalo, cédula de identidad N° [REDACTED] en representación de Avícola González Hermanos Ltda., en Procedimiento Sancionatorio Rol D-131-2023, vengo a presentar el modelo de dispersión de emisiones odorantes, de conformidad con lo informado en reunión de asistencia al cumplimiento sostenida el 14 de octubre de 2024.

El presente documento se acompaña en virtud de lo solicitado por la Superintendencia del Medio Ambiente en el marco de las observaciones presentadas a los dos Programa de Cumplimiento (en adelante "PdC"), acompañados en el Procedimiento Sancionatorio D-131-2023.

Específicamente, mediante Res. Ex. N°5/ ROL D-131-2023, se solicitó lo siguiente:

"Presentar una nueva modelación que se realice en base al escenario más desfavorable, utilizando como referencia la norma de olores colombiana, que establece un valor límite de 5 OUE/m³ para producción pecuaria. Este informe deberá complementar el análisis de efectos negativos incorporando el análisis de vectores".

En razón a lo requerido por la autoridad, se acompaña como Anexo I dicho informe que contiene el respectivo análisis la metodología de la modelación de dispersión de emisiones odoríferas; se señala la metodología ocupada para establecer los escenarios más desfavorables, para que, por medio de esto, se pueda realizar la modelación de emisiones solicitadas.

I. MODELACIÓN DE EMISIONES

Como parte del proceso metodológico, se estableció el escenario meteorológico en base a la información generada por el modelo Weather Research and Forecasting (en adelante "WRF"), una vez que se definió dichos datos, se construyó el dominio a procesar, y para el caso específico se estableció un área de 25 km dirección norte y sur, y 25 km dirección este y oeste. Posteriormente se establece los escenarios de modelación, analizando el caso más extremo según lo solicitado por la autoridad

II. ESCENARIO DE MODELACIÓN

En razón a lo requerido por la autoridad, en el considerando 10 de la Res. Ex. N°5/D-131-2023, se efectuó lo siguiente:

- i. La modelación debe realizarse en base al escenario más desfavorable
- ii. Se deberá utilizar como referencia la norma de olores colombiana que establece un valor límite de 5 OUE, para producción pecuaria
- iii. Se deberá complementar el análisis de efectos negativos incorporando el análisis de vectores.

Al respecto, es menester indicarle a esta autoridad que el escenario que se describe **no es representativo de la operación normal de la empresa**, sino que una simulación efectuada en virtud de los requerimientos de la SMA listados previamente.

Para ello, dentro de la descripción del escenario desfavorable se establece los siguientes supuestos de hecho:

1. Se establece que en los galpones existiría concentraciones homogéneas de olor, y por tantos los ductos poseen la misma concentración de olor (situación que en la operación real de la empresa no funciona de dicha manera)
2. Todas las pilas del galpón de acopio guano, estabilizado poseen la misma concentración y factor de medición de olor (situación que, en la operación real, no es de dicha manera dado que los olores disminuyen según el avance del proceso del guano)
3. Cada apertura de las ventanas en los pabellones, poseen la misma concentración y factor de emisión (dicho supuesto de hecho no es real, dado que la apertura de ventanas es una variable, donde dentro de sus variables existe el factor estacional)
4. Se considera una emisión en los campos durante las 24 horas, debido a que la emisión no se detiene. (dicha situación disminuye rápidamente una vez que el guano se incorpora al suelo)
5. Se considera un retiro máximo de 18 m³ al día por los tres pabellones de postura (este análisis es muy estricto si se considera la realidad del proyecto dado que el retiro la aplicación del guano suelen variar según las necesidades de fertilización y la capacidad

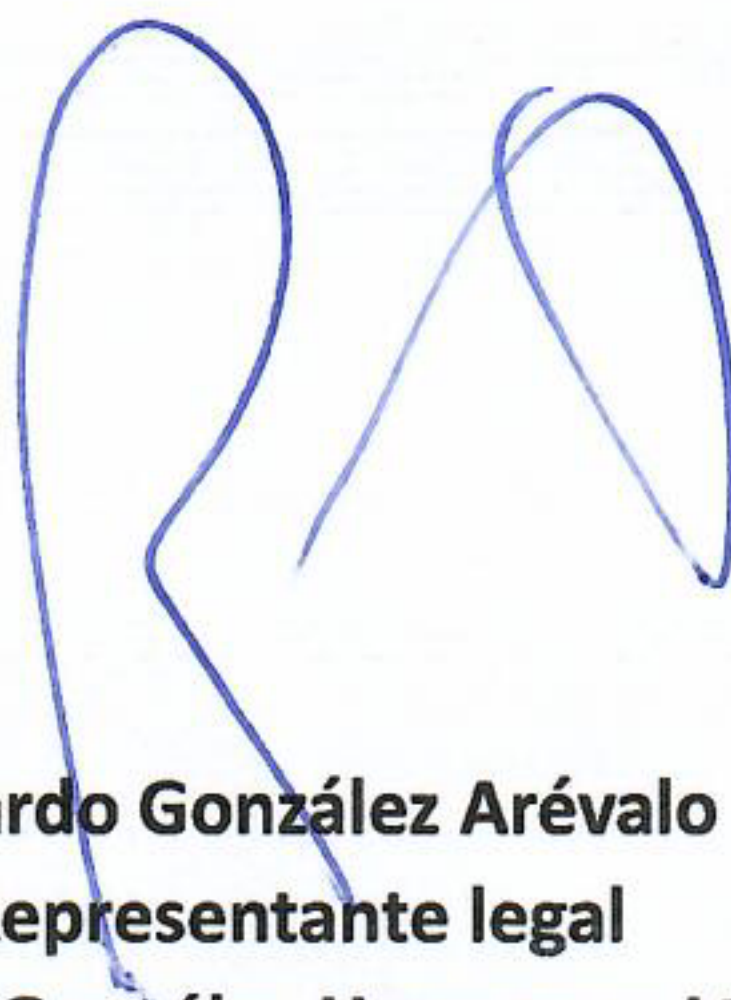
operativa, ya que, el máximo de retiro corresponde a 9 m³ por día, por sólo tres veces a la semana).

Tomando en consideración este escenario desfavorable, cuyos supuestos de hecho son muy estrictos y no coinciden con la operatividad de la empresa, se debe tener presente que los valores a los que llega el informe son bajo los supuestos más estrictos que se pueden realizar para cumplir con lo requerido.

Si bien la modelación fue simulada bajo condiciones de operación que no se realizan, se recomienda seguir buenas prácticas de manejo agrícola, lo que contribuirá a garantizar el cumplimiento de estándares ambientales internacionales y minimizará los conflictos con las comunidades locales, fortaleciendo la sostenibilidad y aceptación del proyecto.

Al respecto, se considera necesario tener a la vista la simulación de dispersión de emisiones odorantes acompañada en una versión previa del Programa de Cumplimiento, la cual fue realizada bajo un escenario de funcionamiento normal de la avícola, por lo que sus resultados son más representativos de los efectos percibidos por la comunidad.

En razón a las conclusiones del presente documento, se establecerán acciones nuevas y adicionales en el Programa de Cumplimiento para volver al cumplimiento de la normativa y con ello, disminuir los efectos negativos ocasionados en virtud del hecho infraccional N°2. Estas nuevas acciones complementarias se comparten en el **Anexo II** de esta presentación. Asimismo, en el **Anexo III** de esta presentación, se presentan medios de verificación de la implementación de las referidas acciones adicionales.



Ricardo González Arévalo
Representante legal
Avícola González Hermanos Ltda.

Adj.:

Anexo I: Propuestas nuevas Acciones Programa de Cumplimiento Refundido.

Anexo II: Fotografías fechadas y georreferenciadas de la implementación de las acciones contenidas en Anexo I.

A thick dark blue vertical bar runs down the left side of the page. A blue arrow-shaped banner points to the right from this bar, containing the date. In the bottom left corner, several thin, curved lines in dark blue and light grey sweep upwards and to the right.

Diciembre 2024

Modelo de dispersión de emisiones odorantes

Avícola González y Hermanos Limitada

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento fue elaborado para dar cumplimiento RES.EX. N°5/ROL D 131-2023 del 5 de septiembre del 2024 de la Superintendencia del Medio Ambiente, donde se solicita lo siguiente:

- *Presentar una nueva modelación que se realice en base al escenario más desfavorable, utilizando como referencia la norma de olores colombiana, que establece un valor límite de 5 OUE/m³ para producción pecuaria. Este informe deberá complementar el análisis de efectos negativos incorporando el análisis de vectores.*

En el documento antes mencionado, se solicita la elaboración por parte de la empresa de un análisis en un modelo de dispersión de olores que considere unidades de olor expresadas en UOe/m³.

La empresa “Avícola González Hermanos Limitada” (en lo sucesivo, “El Proyecto” o “Proyecto”), es un plantel avícola de 70.000 aves de postura para la producción de huevos en el mercado nacional, éste se localiza en la región de Valparaíso, en la comuna de Llay-Llay, específicamente en la ruta E-426 parcela 10 Sector Las Peñas.

El proyecto contempla dentro de sus instalaciones 07 pabellones, de los cuales 03 corresponden a pabellones de postura, 01 pabellón de clasificación, 02 galpones de crianza y 01 a pabellón para el tratamiento de la gallinaza.

En la siguiente figura, se presenta el polígono de emplazamiento del proyecto, donde se identifican los pabellones y áreas de riego.

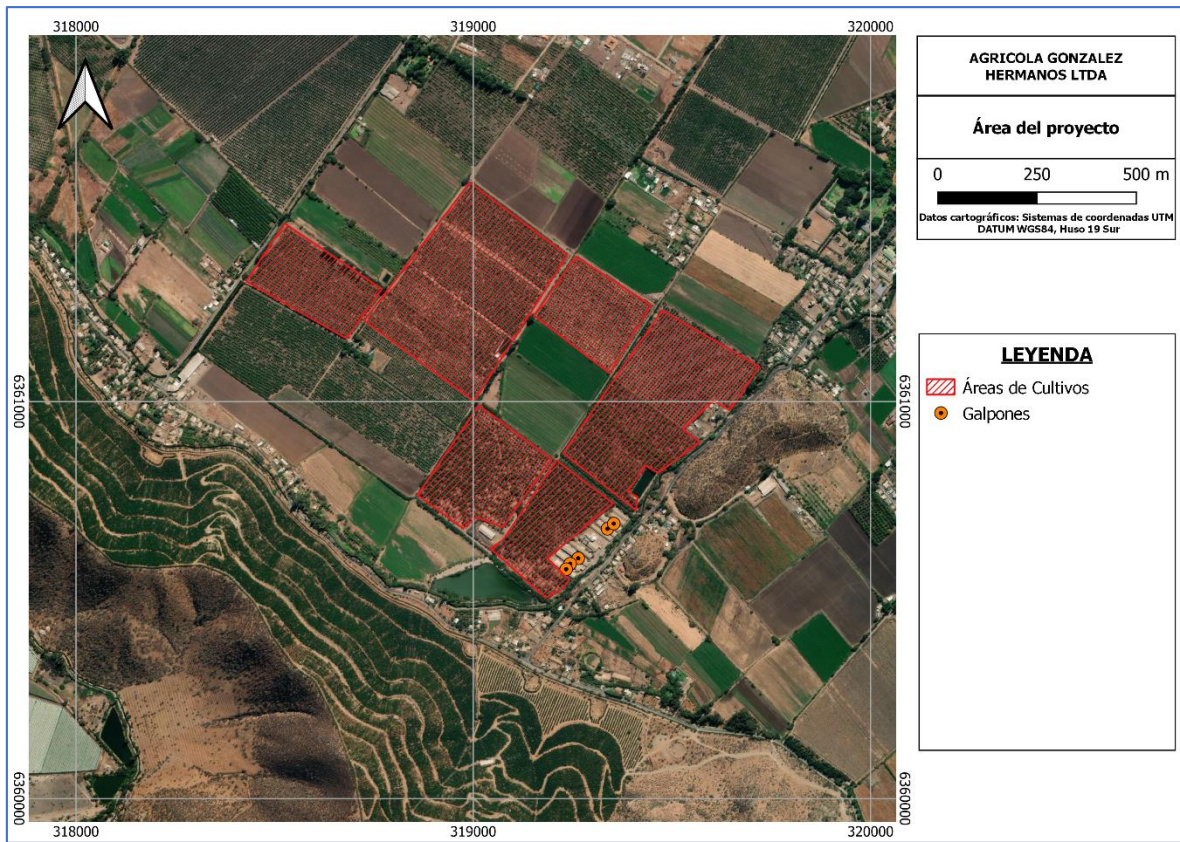


Figura 1. Polígono de emplazamiento del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente documento es presentar una modelación de dispersión de emisiones odorantes que genera el Proyecto y evaluar con este la magnitud del impacto que podría generar a la población, según lo solicitado por la RES.EX. N°5/ROL D 131-2023 del 5 de septiembre del 2024, específicamente *Presentar una nueva modelación que se realice en base al escenario más desfavorable, utilizando como referencia la norma de olores colombiana, que establece un valor límite de 5 OUE/m³ para producción pecuaria. Este informe deberá complementar el análisis de efectos negativos incorporando el análisis de vectores.*

3. METODOLOGÍA

En las siguientes secciones de este informe se describen los principales elementos utilizados para realizar el presente estudio de Modelación de Emisiones Odorantes, cabe señalar que para el desarrollo del presente estudio se han considerado los criterios principales establecidos en la Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA y la Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA.

3.1. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS

El modelo requiere para correr una grilla de información y la construcción de los escenarios a evaluar, dichos escenarios son procesados sobre la información geofísica del área de modelación. Una vez generada esta información, se establecen las fuentes emisoras asociadas y/o actividades a realizar por el Proyecto. Lo antes mencionado es integrado en paralelo a los receptores establecidos sobre el dominio de la modelación. Las magnitudes de las emisiones generadas por el Proyecto provienen de la estimación de emisiones olor realizadas con el estudio bibliográfico de estas. Estos valores, en conjunto con los obtenidos de información satelital, consolidan la información real del área de influencia directa a modelar.

3.1.1. Escenario meteorológico

El escenario meteorológico se construyó a partir de la información generada por el modelo WRF que se utilizó para desarrollar esta componente, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Detalle del dominio de los datos meteorológicos.

Variable	Detalle
Periodo de los datos	1 enero a 31 de diciembre de 2022
Punto de referencia	Monte Negro
Datum	50x50 km
Zona UTM	1 km
Área de dominio	50
Resolución	50
Numero de celdas en dirección x	11 (entre 0 y 4000 metros de altura)
Numero de celdas en dirección y	Lambert
Numero de capas verticales	Runge-Kutta (3° orden)
Tipo de dato	00 UTC

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos meteorológicos

Una vez definidos los datos meteorológicos se construye el dominio a procesar. Este se implementó sobre un área de 25 km dirección Norte y Sur y 25 km dirección Este y Oeste, desde el origen ubicado en las coordenadas Latitud (°): -18.44833972°, Longitud (°): -70.213919°.

3.1.2. Escenario de emisiones

A continuación, se presenta el escenario a modelar, donde se contemplan todas aquellas fuentes de emisión odorante para el peor escenario posible a modo de descartar afectaciones a la salud de la población.

Se consideran como fuentes de emisión las instalaciones del proyecto que se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 2. Fuentes de emisiones odoríficas considerados por el proyecto.

Fuente	Característica
Pabellón de aves de crianza 1 Galpón 1	Capacidad de albergar 9.000 aves, control de temperatura manual (cortina)
Galpón secado GAP Galpón 2	Capacidad en superficie de 640 metros cuadrados.
Pabellón de postura (FACCO) Galpón 3	Capacidad de albergar 21.500 aves, control de temperatura mecánica (extractores)
Pabellón de postura (ARUAS) Galpón 4	Capacidad de albergar 21.500 aves, control de temperatura mecánica (extractores)
Pabellón de postura (SALMET) Galpón 5	Capacidad de albergar 27.000 aves, control de temperatura mecánica (extractores)
Cultivo A	Cultivo de Maíz, este es fertilizado en su superficie con gallinaza tratada.
Cultivo B	Cultivo de Nogal, este es fertilizado en su superficie con gallinaza tratada.

Fuente: Elaboración a partir de la información entregada por el titular

4. FUENTE Y ESCENARIO DE MODELACIÓN

Para estimar el Factor de Emisión del guano en los galpones, se empleó el estudio bibliográfico de plantas avícolas presentado al Sistema de Evaluación de impacto Ambiental (SEIA) en los últimos 5 años y con las características similares a este proyecto.

Para la modelación del peor escenario solicitado por la autoridad ambiental se consideraron los supuestos presentados en la siguiente tabla (Escenario de operación más desfavorable), lo que no corresponden a lo realizado durante la operación normal de la empresa.

Tabla 3. Características de las fuentes a modelar.

Escenario de operación más desfavorable	Escenario real
Se estima que dentro de los galpones hay una concentración homogénea de olor y, por lo tanto, todos los ductos poseen la misma concentración de olor (guano fresco).	En la práctica, la concentración de olores varía debido a factores como la ventilación natural, la acumulación desigual de guano y la distribución del flujo de aire en el galpón. Las áreas cercanas a las fuentes de ventilación o ductos suelen presentar menor concentración de olores.
Todas las pilas de guano del galpón de acopio guano seco y estabilizado poseen la misma concentración y factor de emisión de olor (en la realidad, la emisión de olor generado por el guano disminuye a medida que este avanza en el proceso de tratamiento).	La emisión de olores disminuye significativamente a medida que el guano avanza en el proceso de estabilización. Las pilas más antiguas generan menos olores, mientras que las más recientes tienen concentraciones más altas.
Cada apertura de las ventanas en los pabellones, poseen la misma concentración y factor de emisión (dependiendo del estado de desarrollo de las aves y estación del año, la apertura de las ventanas, es diferente).	<p>La apertura de ventanas varía según la etapa de desarrollo de las aves y la estación del año. Por ejemplo:</p> <p>En invierno, las ventanas se mantienen más cerradas, reduciendo la emisión de olores al exterior.</p> <p>En verano, las ventanas están más abiertas, pero la ventilación aumenta la dispersión de olores, diluyendo su concentración.</p>
La temporalidad del proceso de fertilización para el maíz se realiza entre los meses de mayo a octubre. Mientras que, para las plantaciones de nogales, es de mayo a enero.	La fertilización no se realiza de forma continua durante todo el período. Existen intervalos en los que no hay aplicaciones, y las emisiones son mínimas tras la incorporación del guano al suelo. Además, la fertilización depende de condiciones climáticas y del estado del cultivo, lo que limita la frecuencia de aplicación.

Se considera una emisión en los campos durante las 24 horas, debido a que la emisión no se detiene. Se mantuvo la misma concentración de olores, pese a que una vez incorporado el guano al suelo estas disminuyen.	La emisión de olores disminuye rápidamente una vez que el guano se incorpora al suelo. Durante las primeras horas, las emisiones son mayores, pero se reducen significativamente con el tiempo debido a la cobertura del suelo y la absorción de nutrientes.
Se considera un retiro máximo de 18 m ³ al día por los tres pabellones de postura, los que pueden ser aplicados en una superficie que representa cerca del 3.125% de la superficie total del proyecto aproximadamente.	El retiro y la aplicación del guano suelen variar según las necesidades de fertilización y la capacidad operativa. Es poco común alcanzar el máximo diario de retiro todos los días. Además, la aplicación se distribuye en áreas específicas, lo que reduce la concentración de olores en puntos focales.

***Se hace hincapié, en que las peores condiciones solicitadas por la autoridad para esta modelación, no representa la forma de operar de la empresa.**

En la tabla 4, se presentan los factores de emisiones odorantes para la operación del proyecto, los que serán modelados para evaluar el impacto que puede llegar a generar a través del tiempo.

Tabla 4. Características de las fuentes a modelar.

Fuentes	Tipo	Frecuencia	Factor de emisión (u.o/s/m ²)	Altura de emisión (m)	Superficie de emisión (m ²)	Flujo de Olor (u.o/s)	Tipo de olor	Tono hedónico
Pabellón de aves de crianza 1 Galpón 1	Puntual	Continua	-	3	-	1.407	Estiércol	-2 (desagradable)
Galpón secado GAP Galpón 2	Puntual	Continua	-	3	-	1.407	Estiércol	-2 (desagradable)
Pabellón de postura (FACCO) Galpón 3	Puntual	Continua	-	3	-	1.407	Estiércol	-2 (desagradable)
Pabellón de postura (ARUAS) Galpón 4	Puntual	Continua	-	3	-	1.407	Estiércol	-2 (desagradable)
Pabellón de postura (SALMET) Galpón 5	Puntual	Continua	-	3	-	1.407	Estiércol	-2 (desagradable)
Cultivo A	Superficie	Estacional (6 meses)	4,7	0	196.044	225.271	Compost- Tierra húmeda	-2 (desagradable)
Cultivo B	Superficie	Estacional (9 meses)	4,7	0	281.742	666.394	Compost- Tierra húmeda	-2 (desagradable)

5. MÉTODO DE EVALUACION

Los resultados de la modelación de dispersión de olores permiten cuantificar las molestias causadas por los olores. La escala de percepción y concentración generalmente aceptada se resume según se explica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Escala de percepción y concentración de olores.

Parámetros U.O/m ³	Criterio
1	50% de la población puede comenzar a percibir un olor
2-3	50% de la población puede reconocer o comenzar a reconocer un olor
5	El olor es calificable y puede comenzar a recibirse quejas (puede ser identificado)
10	Los olores son reconocibles y se pueden recibir reclamos

Es importante matizar el límite que se debe alcanzar para que exista una queja, ya que éstas dependen también de la intensidad de los olores percibidos, de su agresividad, de su apreciación y de su frecuencia. En consecuencia, la sensibilidad individual hacia los olores tiene una influencia importante en la presentación de quejas.

En el contexto de este estudio, se ha decidido evaluar la concentración del percentil 98 como indicador clave para el nivel de olor. Esta elección se fundamenta en la normativa Resolución N° 1549 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de Colombia, en su Tabla 3. Niveles permisibles de calidad de aire o de inmisión de mezclas de sustancias de olores ofensivos, específicamente a la unidad de producción pecuaria.

La concentración del percentil 98 en un punto receptor se define como el valor de concentración tal que el 98% de las concentraciones calculadas en dicho punto son inferiores a la cifra determinada por la modelación. Esta medida proporciona una representación significativa de las condiciones ambientales, especialmente en áreas habitadas, al capturar el nivel de olor experimentado en el punto receptor en la mayoría de las circunstancias

6. MODELACIÓN DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

De acuerdo a lo recomendado en la “Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA”, como las emisiones del Proyecto se tratan emisiones instantáneas, se requiere simular las trayectorias y la dispersión Gaussiana de muchos “puffs”. Debido a lo anterior, se ha seleccionado el uso de Calpuff para la presente modelación, dado que utiliza un modelo de tipo “puff” para la ejecución de la modelación de calidad del aire.

El siguiente apartado da cuenta de los resultados obtenidos al modelar la dispersión atmosférica de las emisiones odorantes provenientes de la operación del Proyecto.

La simulación de los contaminantes asociados al Proyecto fue modelada mediante la aplicación del sistema de modelación atmosférica “Calmet - Calpuff”, definido por la agencia EPA como sistema de referencia para simular la dispersión de emisiones provenientes de complejos industriales ubicados en terreno complejo y que por esta razón también es recomendado su uso en la Guía para uso de modelos de calidad del aire en el SEIA según punto 3.3.2. de dicho documento.

Los resultados obtenidos en las modelaciones son presentados a través de tablas y mapas de isolíneas, indicando así la distribución espacial del aporte del Proyecto en el área de influencia.

6.1. FUNDAMENTOS DEL MODELO

6.1.1. CALMET

CALMET es un modelo de diagnóstico meteorológico que consta de dos módulos principales:

- Módulo de campo de vientos.
- Módulo de capa límite

La aproximación usada por CALMET para calcular el campo de viento consiste en dos pasos:

- En el primer paso, se obtiene un campo de vientos inicial considerando únicamente los efectos que sobre el flujo atmosférico tienen las características físicas del terreno: efectos cinemáticos, efectos producidos por las laderas y posibilidad de bloqueos.
- En el segundo paso se aplica un procedimiento objetivo sobre la base de los vientos observados en estaciones de monitoreo, obteniendo el campo de vientos final después de

un proceso iterativo para minimizar la divergencia del campo de viento y garantizar el cumplimiento de la ecuación de conservación de masa.

6.1.2. CALPUFF

El modelo CALPUFF junto con el modelo meteorológico CALMET constituye un sistema de modelos enfocados a tratar la dispersión de contaminantes en la atmósfera.

Es un modelo Lagrangiano-Gaussiano de transporte y dispersión de soplos o “puff” emitidos por las fuentes consideradas por el Proyecto que se simulan considerando el efecto de las condiciones meteorológicas (simuladas con CALMET) variando en el tiempo y en el espacio sobre el transporte, transformación y eliminación de varios contaminantes. En cuanto a distancia, puede aplicarse a escalas desde decenas a centenas de kilómetros. Incluye algoritmos para tratar procesos a escala subgrid (de escala inferior a la malla), así como, efectos a gran escala. Puede tratar los efectos de terreno complejo, zonas costeras, cizalla del viento permitiendo la división de las nubes de contaminantes, efectos de estelas de edificios, depósito de contaminantes por vía seca y húmeda, entre otros.

6.1.3. CALPOST

Parte fundamental del proceso de modelación con la plataforma CALMET/CALPUFF, es el módulo CALPOST el que procesa las salidas de CALPUFF creando los archivos que permiten realizar la evaluación de los resultados, según lo establecido en las normas de calidad del aire. Además, es capaz de gestionar los datos de cada contaminante según el período de tiempo requerido, ordenando las máximas concentraciones obtenidas e identificando el momento en que cada una de éstas suceden (hora, día, mes y año).

6.1.4. Escenario de receptores

Se consideraron puntos de recepción en todo el dominio de la modelación construyendo de esta forma una grilla de receptores a 1 km de distancia entre ellos. La finalidad de la grilla es observar las isolíneas de concentración de olores. Además, se considera receptores discretos, los que corresponden a las denuncias presentadas ante la SMA.

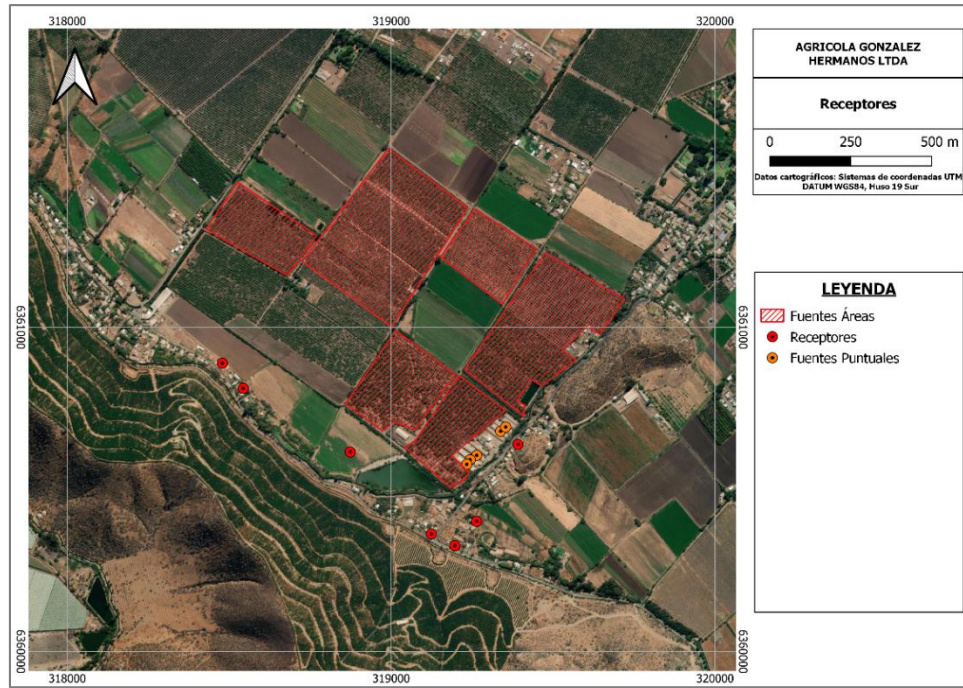


Figura 2. Receptores de emisiones.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta un cuadro de coordenadas de los receptores utilizados.

Tabla 6. Receptores utilizados

Receptor	Coordenada Este (UTM WGS84)	Coordenada Norte (UTM WGS84)	Descripción	Distancia al Proyecto (m)
R_1	318.874	6.360.615	Vivienda Rural	113
R_2	318.874	6.360.888	Vivienda Rural	334
R_3	319.264	6.360.400	Vivienda Rural	110
R_4	319.197	6.360.326	Vivienda Rural	162
R_5	319.391	6.360.637	Vivienda Rural	35
R_6	319.123	6.360.361	Vivienda Rural	148
R_7	318.544	6.360.812	Vivienda Rural	312

Fuente: Elaboración propia.

6.1.5. Escenario geofísico

La topografía de la zona se obtuvo de datos de elevación satelital y se descargó directamente del servidor del software¹, lugar donde se encuentran almacenados los datos de distintas misiones de reconocimiento global desde tres décadas y desde donde se obtuvieron datos con una resolución aproximada de 50x50 metros.

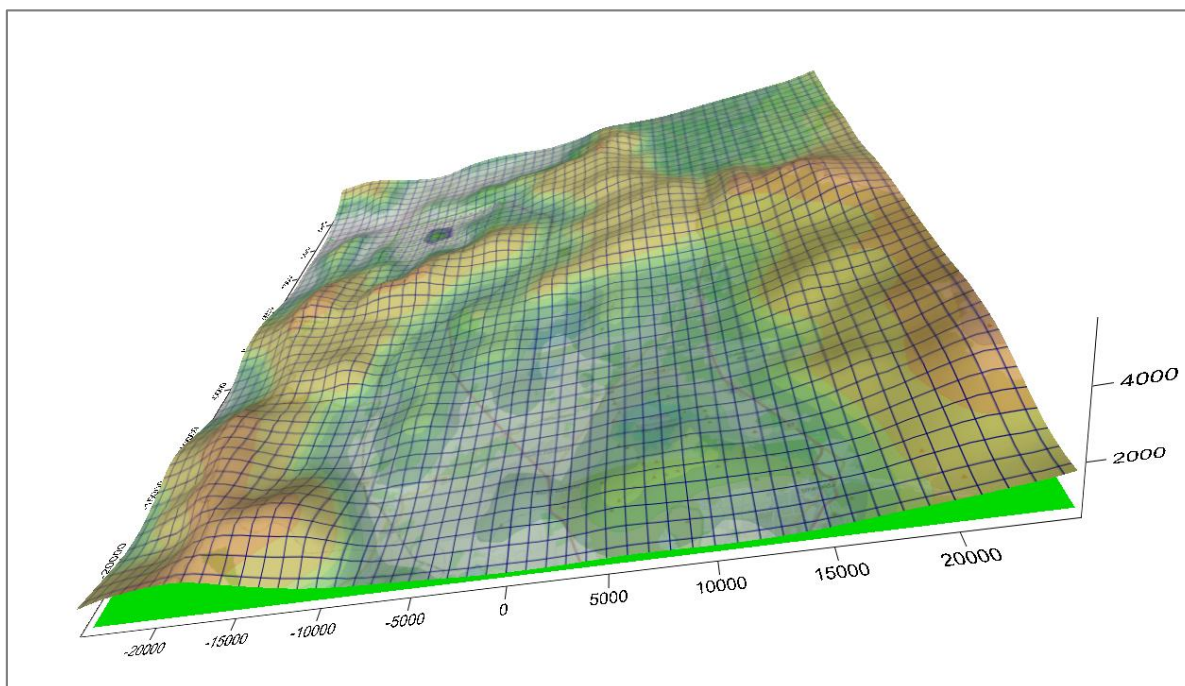


Figura 3. Escenario geofísico.

Fuente: Elaboración propia.

El Proyecto se encuentra ubicado en un sector donde la topografía es poco pronunciada con una pendiente promedio del 3 %, pero rodeado de cerros con gran altura.

¹ www.webgis.com

6.2. RESULTADOS DEL MODELO MICRO METEOROLÓGICO

6.2.1. Implementación del modelo micro meteorológico

Mediante el uso del modelo CALMET y en función de los datos de entrada WRF descritos en el escenario meteorológico, se procedió a generar una matriz de vientos predominantes y alturas aproximadas de capas de mezclas al interior del dominio de la modelación, para cada hora del año 2022.

Para efectos de exponer los resultados mediante una gráfica de campos de viento, se escogió un día de manera aleatoria a las 18:00 horas, día que corresponde al 14 de febrero de 2022.

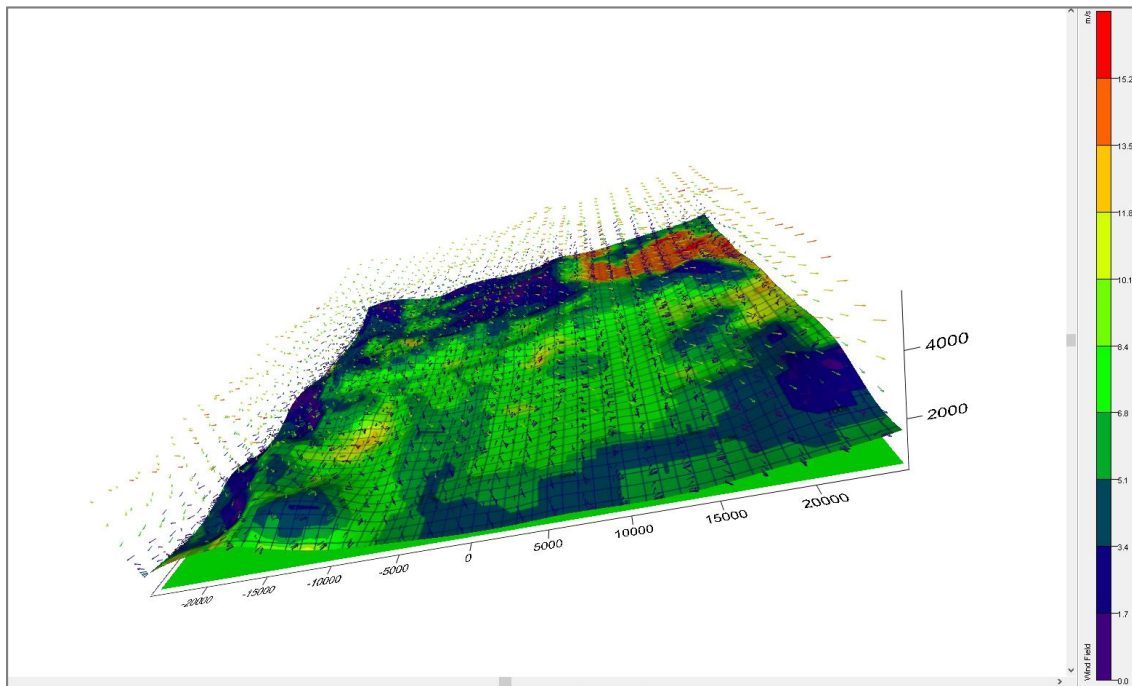


Figura 4. Campos de viento en todos los niveles – 1 de febrero de 2022 - 18:00 horas.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura presenta el comportamiento de los vientos a una altura 10 metros sobre el nivel de suelo, a las 08:00 horas, como una hora representativa del 14 de febrero de 2022, al interior del dominio de la modelación.

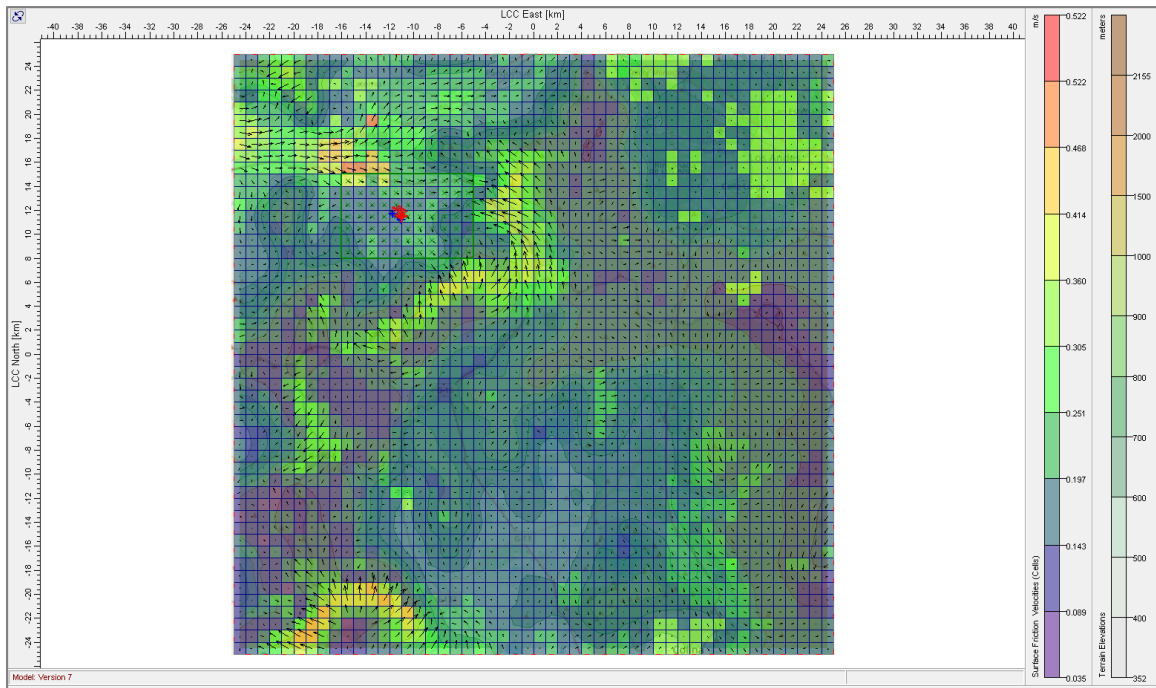


Figura 5. Campos de viento 14 de febrero de 2022 – 08:00 hrs.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura presenta el comportamiento de los vientos a una altura 10 metros sobre el nivel de suelo a las 12:00 horas, como una hora representativa del 14 de febrero de 2022, al interior del dominio de la modelación.

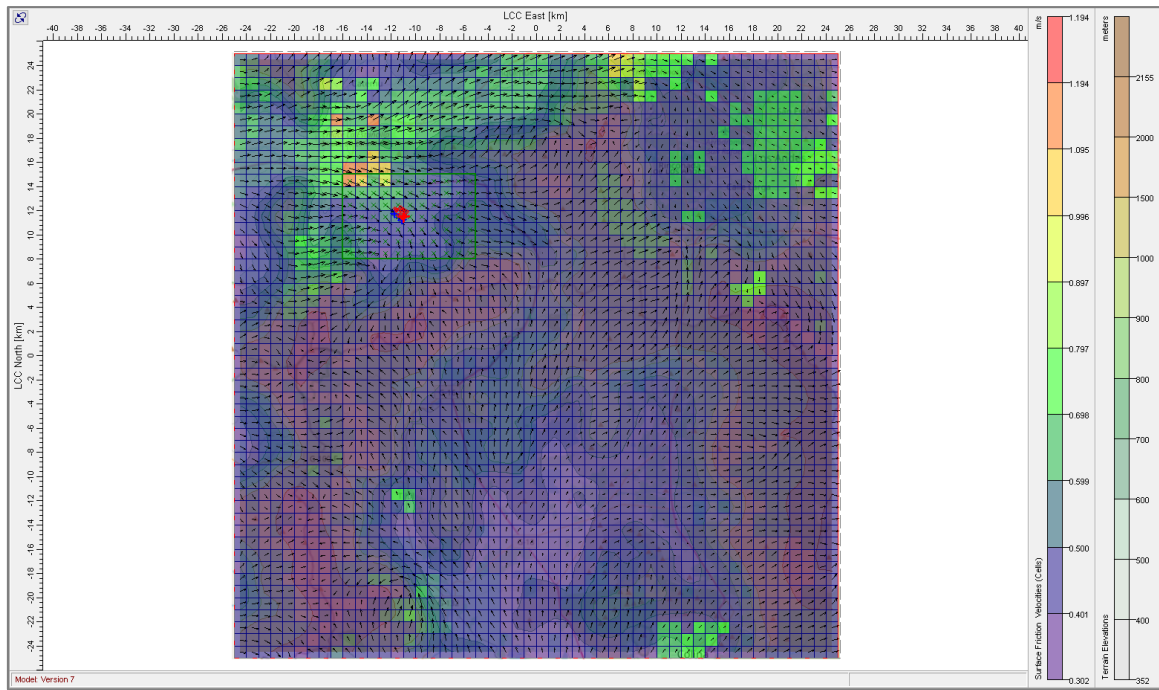


Figura 6. Campos de viento 14 de febrero de 2022- 12:00 hrs.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura presenta el comportamiento de los vientos a una altura 10 metros sobre el nivel de suelo a las 16:00 horas como una hora representativa del 14 de febrero de 2022 al interior del dominio de la modelación.

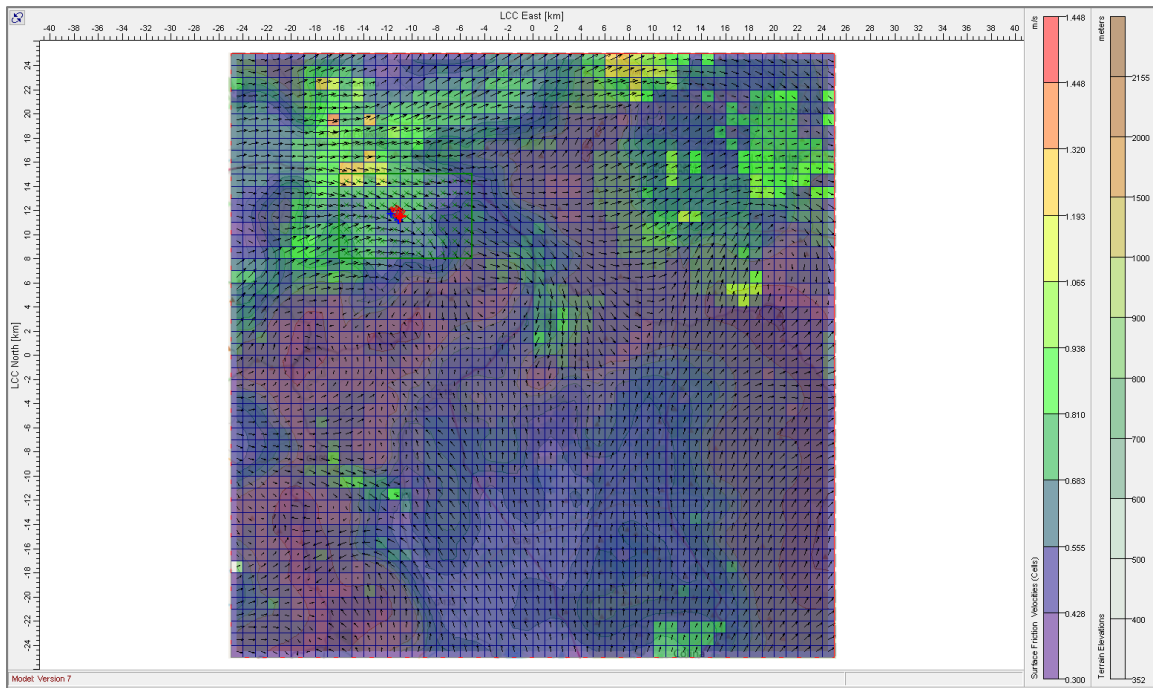


Figura 7. Campos de viento 14 de febrero de 2022- 16:00 hrs.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura presenta el comportamiento de los vientos a una altura 10 metros sobre el nivel de suelo a las 20:00 horas como una hora representativa del 14 de febrero de 2022 al interior del dominio de la modelación.

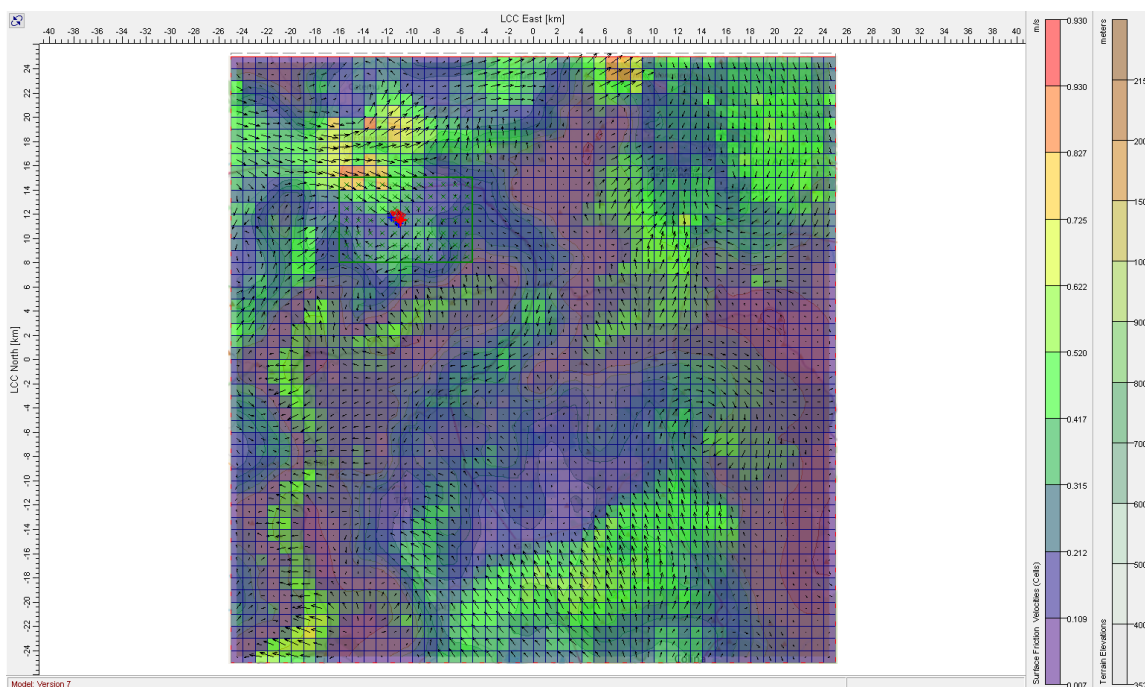


Figura 8. Campos de viento 14 de febrero de 2022- 20:00 hrs.

Fuente: Elaboración propia

Respecto de los vientos del año 2022, la dirección, velocidad y distribución de los vientos se logran representar en la Rosa de los Vientos donde se confirma que el porcentaje mayor de vientos proviene del oeste, puesto que es la relación que existe entre el Proyecto y los vientos que vienen desde esta dirección por efecto de las diferencias de presión que se generan en esta. En ese sentido, los vientos alcanzan una velocidad entre 5,7 y 8,8 m/s, pero el mayor porcentaje de estos (56,1%) corresponden a los que se encuentran entre 0,5 y 2,1 m/s.

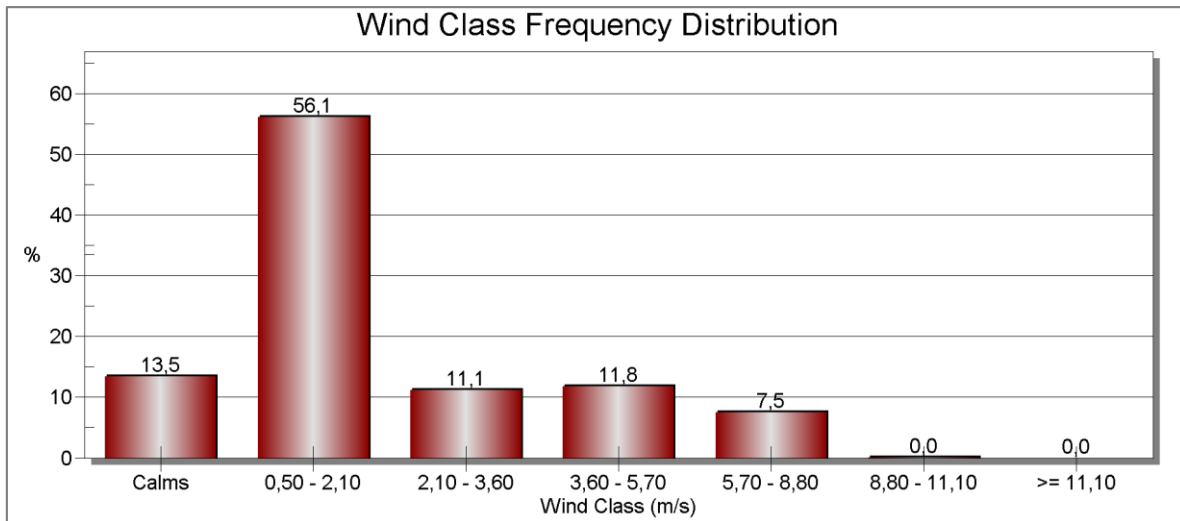


Figura 9. Frecuencia de los vientos dentro del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

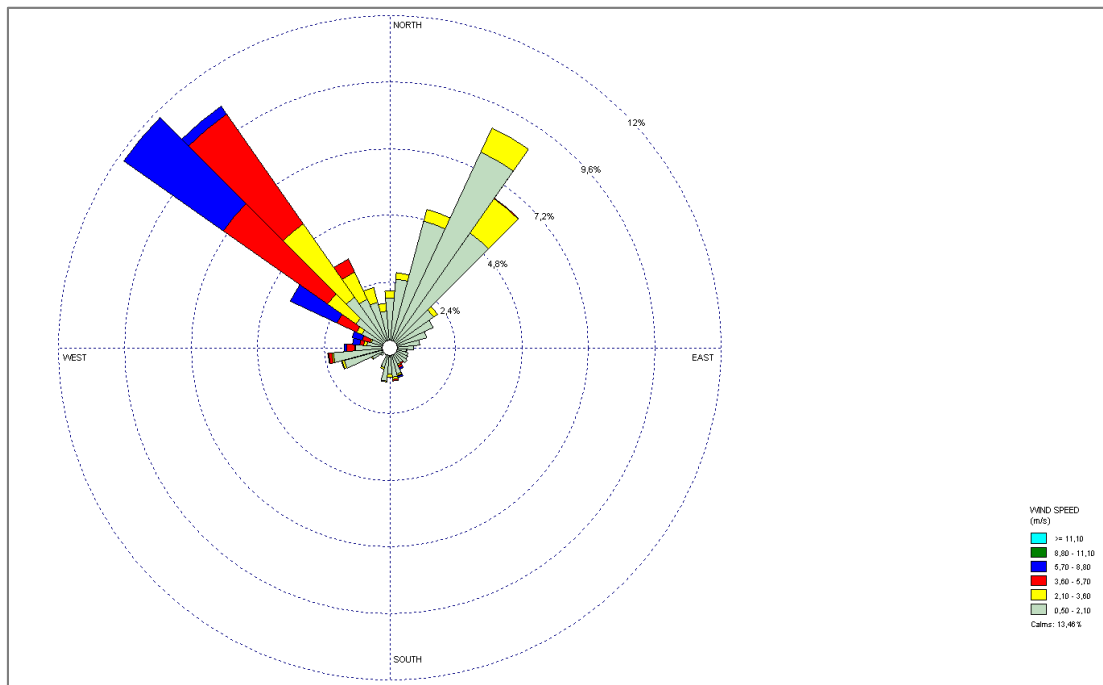


Figura 10. Rosa de los vientos dentro del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

A través de la distribución de la frecuencia de vientos se puede determinar que hay un alto porcentaje de vientos del noroeste entre los 3,60 m/seg y 5,70m/seg, los que ayudan a una correcta ventilación de la zona del Proyecto.

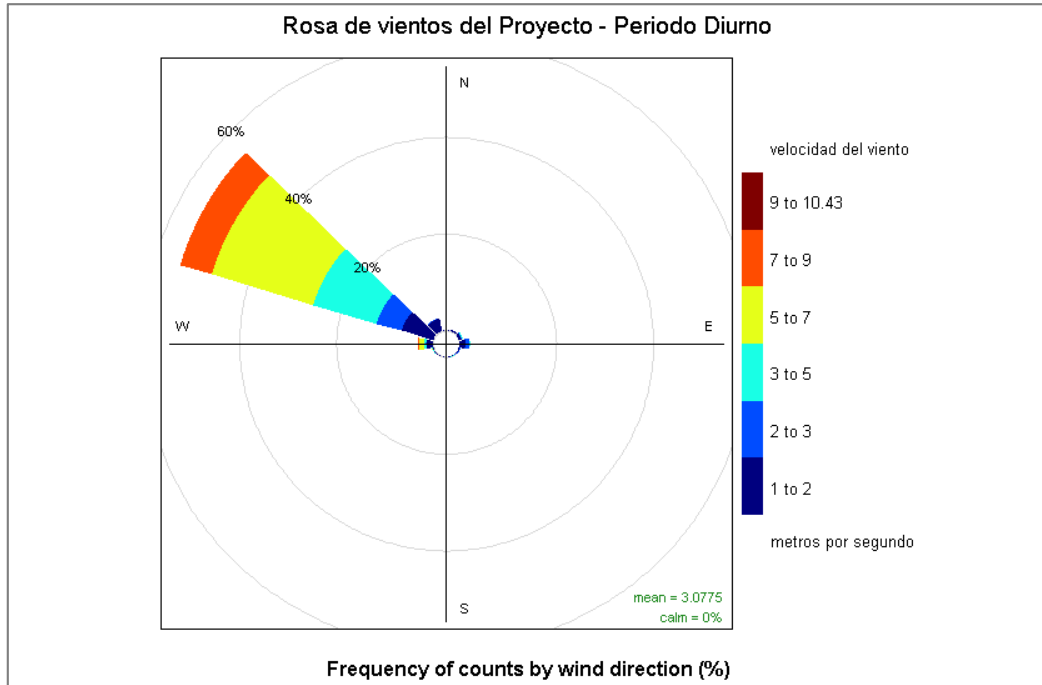


Figura 11. Rosa de los vientos dentro del Proyecto - Diurno.

Fuente: Elaboración propia.

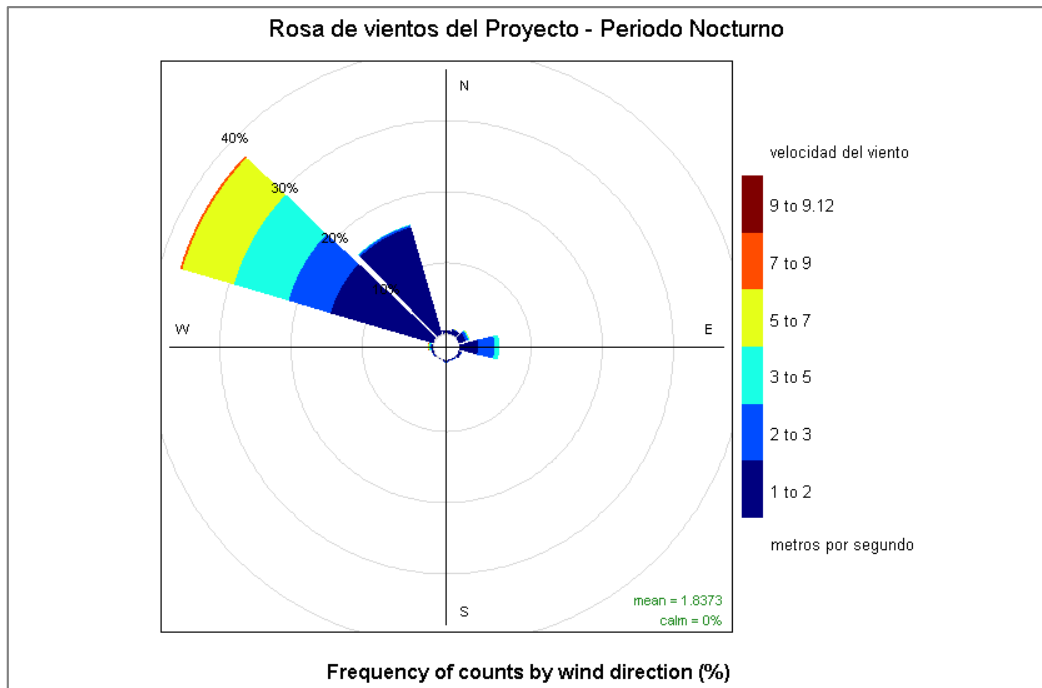


Figura 12. Rosa de los vientos dentro del Proyecto - Nocturno.

Fuente: Elaboración propia.

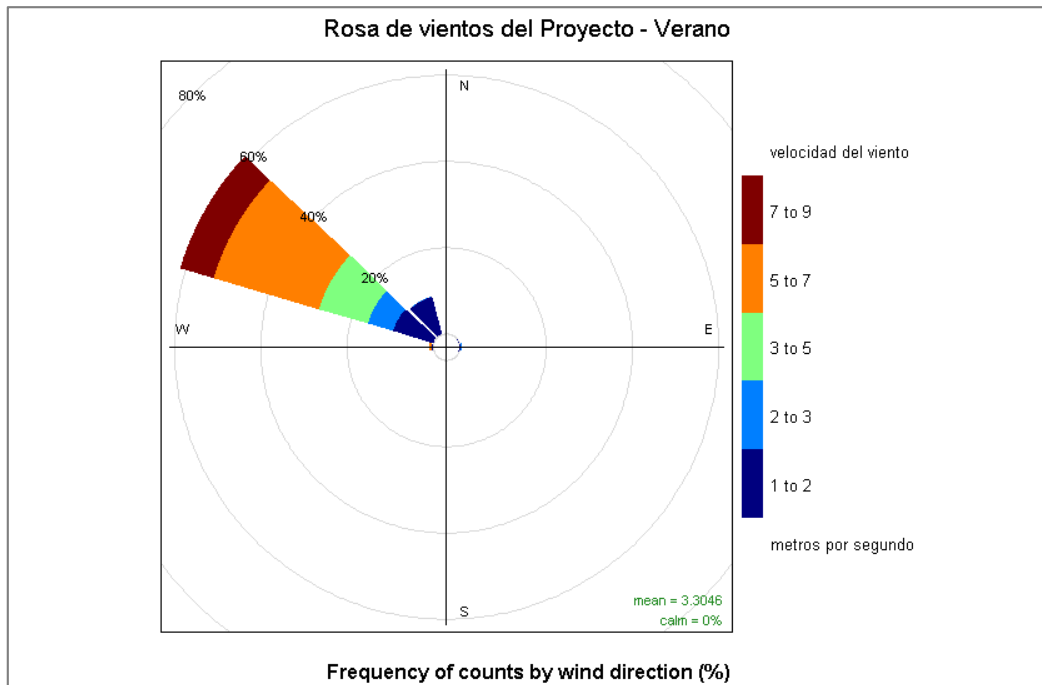


Figura 13. Rosa de los vientos dentro del Proyecto - Verano.

Fuente: Elaboración propia.

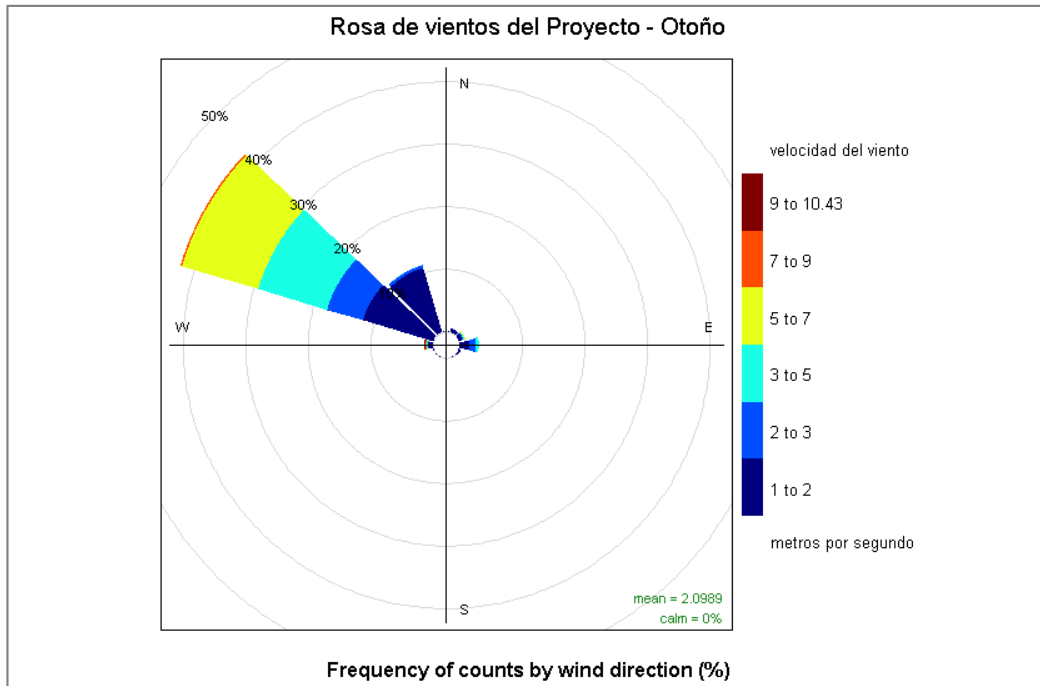


Figura 14. Rosa de los vientos dentro del Proyecto - Otoño.

Fuente: Elaboración propia.

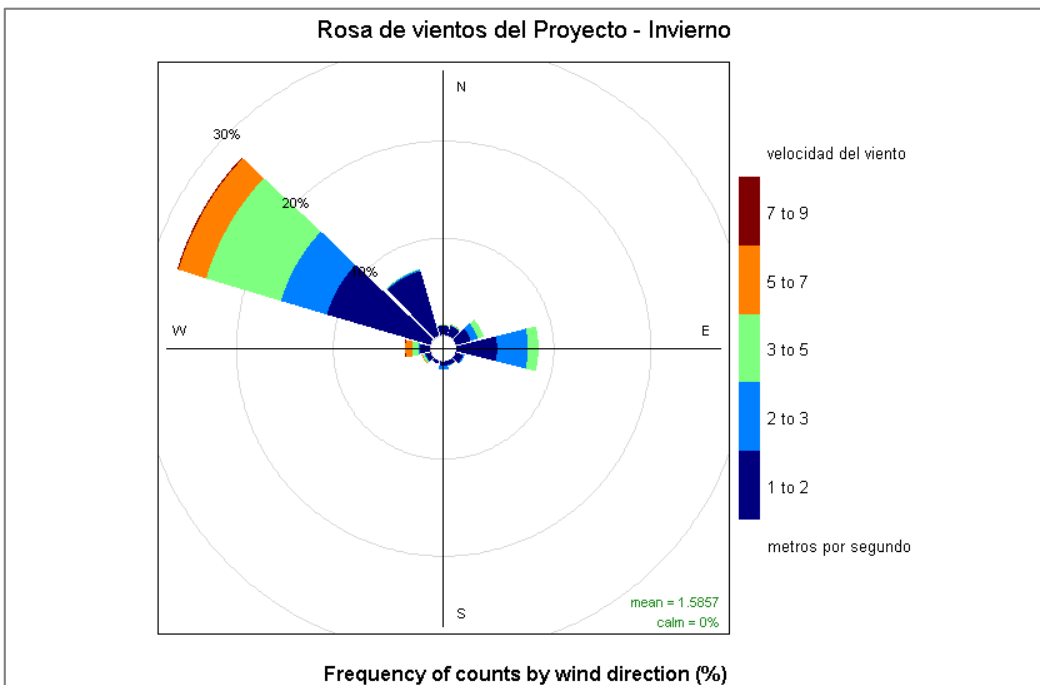


Figura 15. Rosa de los vientos dentro del Proyecto - Invierno.

Fuente: Elaboración propia.

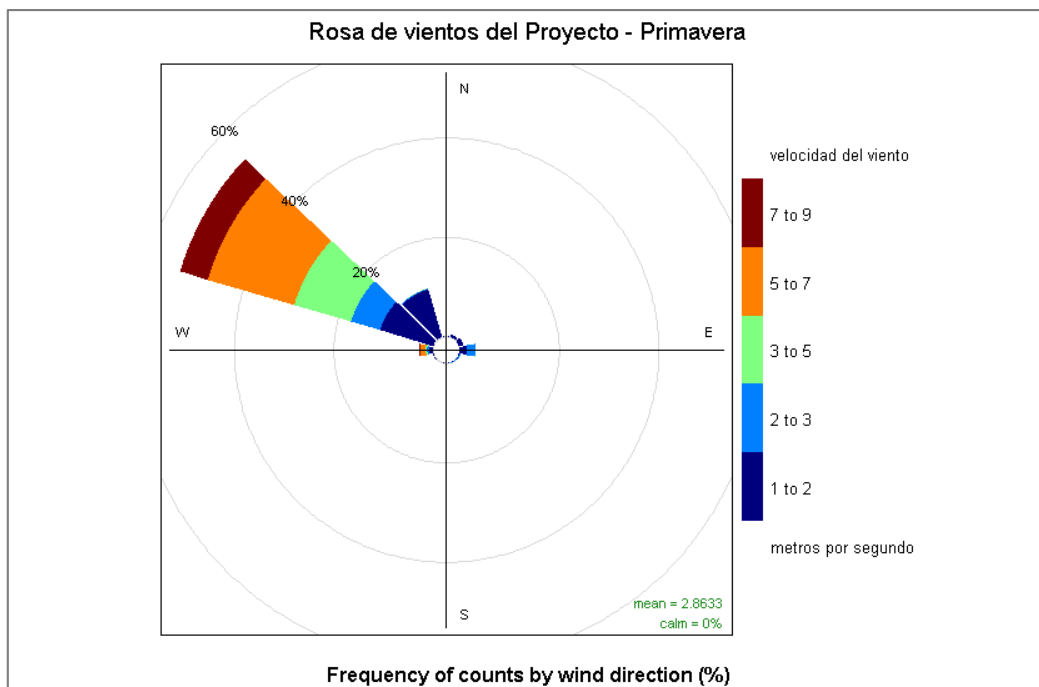


Figura 16. Rosa de los vientos dentro del Proyecto - Primavera.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Altura de la capa de mezcla

La profundidad vertical de la atmósfera donde se produce el mezclado, se denomina capa de mezcla, mientras que la parte superior de esta capa se conoce como altura de mezcla. Esta última determina el alcance vertical del proceso de dispersión de los contaminantes liberados debajo de ella.

Las siguientes figuras muestran el comportamiento de la altura de capa de mezcla en horarios representativos, entre las 08:00 y las 12:00 del día escogido para exponer los resultados del módulo micro meteorológico para el 14 de febrero de 2022 como representativo de verano como peor escenario (menor humedad ambiental y menor presencia de lluvias). En ese sentido, se puede observar que, por la temperatura ambiente y las variables ambientales nocturnas, la altura de la

capa de mezcla se en los 686 metros en la mayoría de los puntos, umbral que se supera ampliamente a las 12:00 horas, por efecto del calentamiento de la atmósfera.

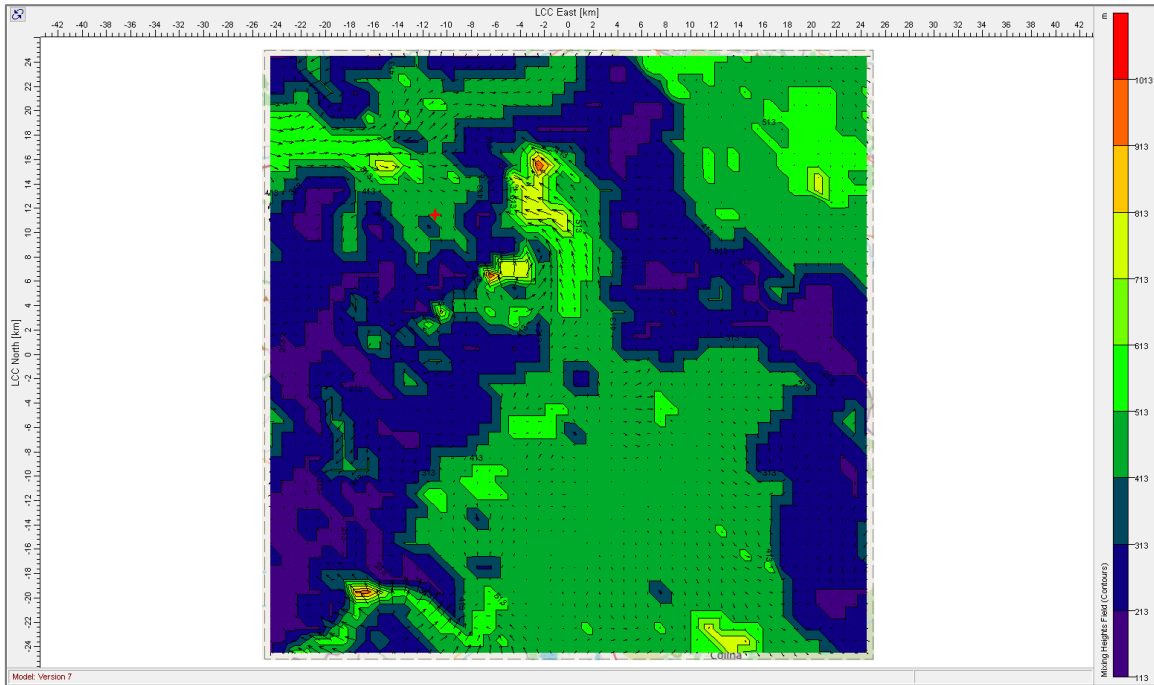


Figura 17. Altura capa de mezcla (m) - 14 de febrero de 2022 - 08:00 horas.

Fuente: Elaboración propia.

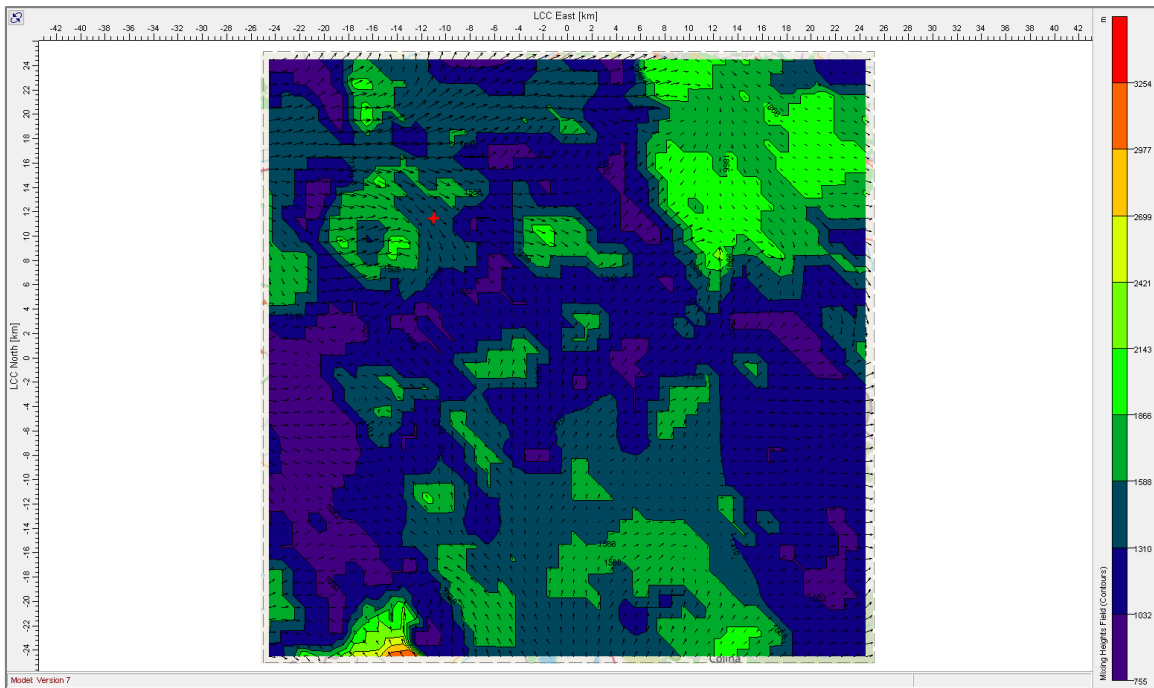


Figura 18. Altura capa de mezcla (m) - 14 de febrero de 2022 - 12:00 horas.

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figuras, se muestra el comportamiento de la altura de capa de mezcla en horarios representativos, entre las 16:00 y las 20:00 del día escogido para exponer los resultados del módulo micro meteorológico. Se puede observar que, por la temperatura ambiente y las variables ambientales diurnas, la altura de la capa de mezcla se expande a los 2.201 metros llegando incluso a los 1.887 metros en buena parte de los puntos, volviendo a contraerse en las tardes a los 686 metros.

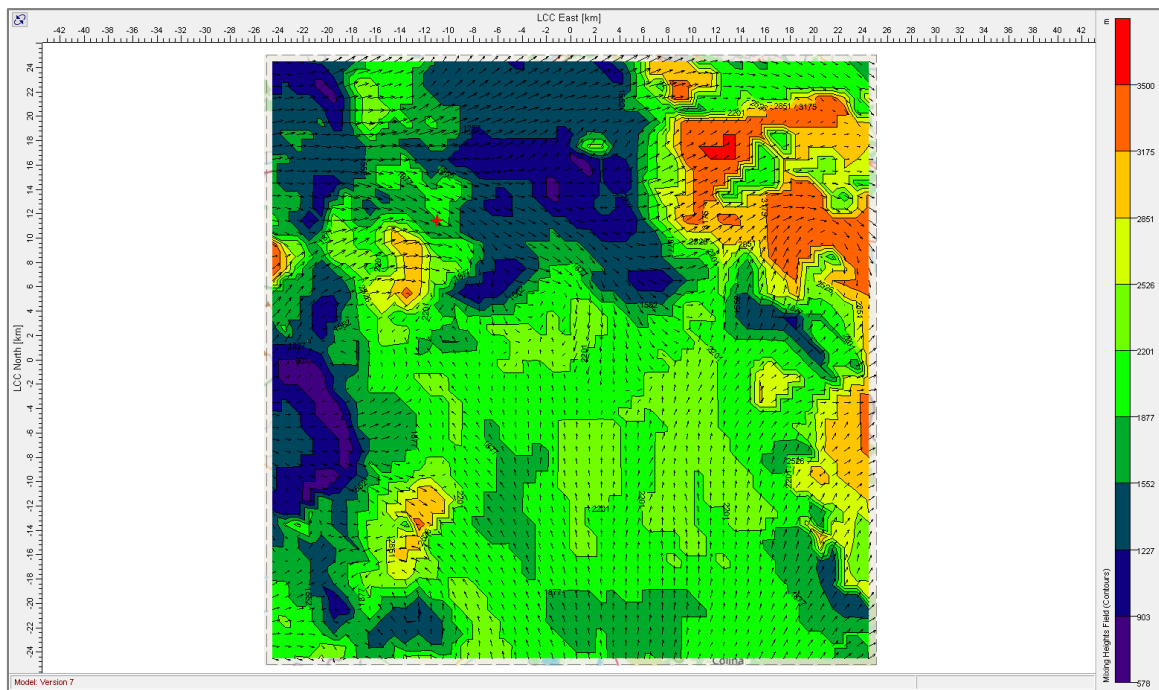


Figura 19. Altura capa de mezcla (m) - 14 de febrero de 2022 - 16:00 horas.

Fuente: Elaboración propia

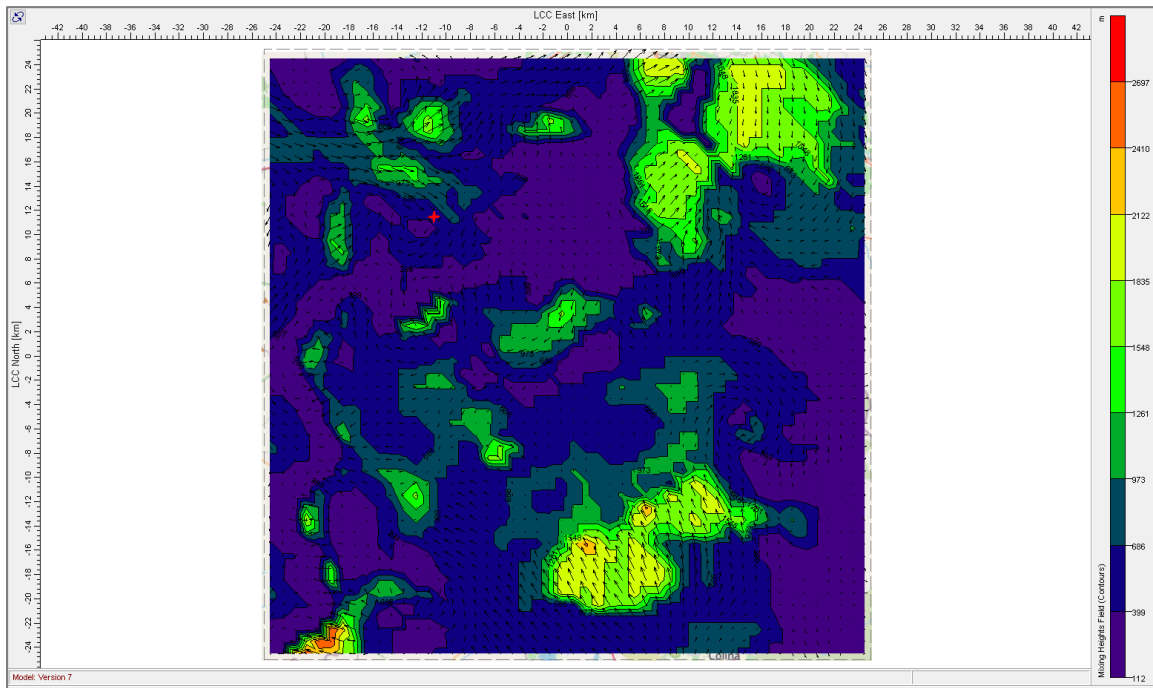


Figura 20. Altura capa de mezcla (m) - 14 de febrero de 2022 - 20:00 horas.

Fuente: Elaboración propia

6.3. RESULTADOS MODELO CALPUFF

De modo de hacer gráfica la eventual influencia que tiene el Proyecto en la calidad del aire, es que, en función de los análisis antes realizados, se genera la representación de las concentraciones para cada una de las horas del año sobre los receptores más cercanos.

A continuación, se presenta el aporte del Proyecto a los receptores antes mencionados.

Tabla 7. Aporte del Proyecto

Receptores de Interés	Descripción	Percentil 98
		u.o/m ³
R_1	Denuncia 1	25,6
R_2	Denuncia 2	17,1
R_3	Denuncia 3	18,1
R_4	Denuncia 4	17,4
R_5	Denuncia 5	21,5
R_6	Denuncia 6	19,5
R_7	Denuncia 7	18,2

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los mapas de isoconcentraciones asociados a las emisiones de olor para el percentil 98.

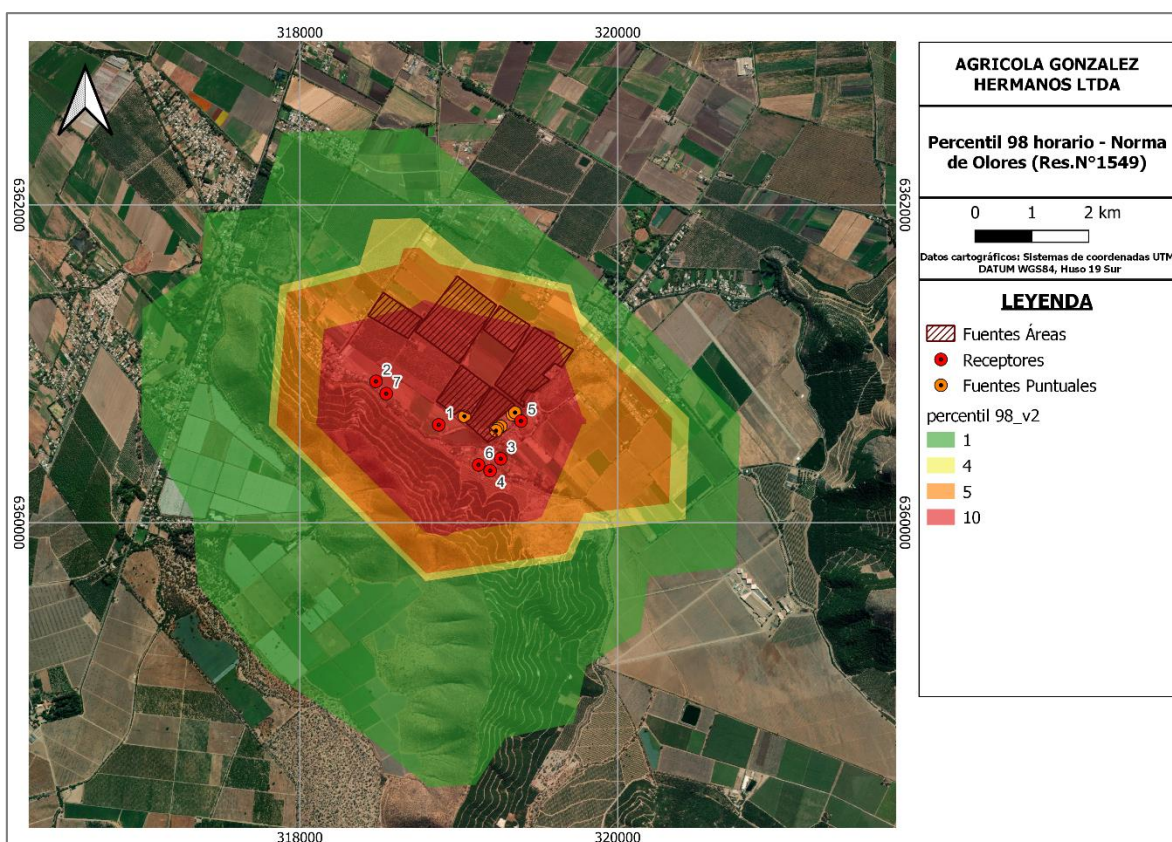


Figura 21. Mapa de isoconcentraciones de olor - Percentil 98 - horario

Fuente: Elaboración propia.

6.3.1. Análisis del escenario

Para el escenario de modelación, la concentración del percentil 98 más alta calculada en los receptores discretos alcanzó un valor de 25,6 u.o./m³, registrada en el receptor número 1, ubicado a 113 metros de los límites del plantel avícola. Ante la ausencia de una normativa nacional específica para emisiones odorantes en instalaciones avícolas, se evaluó el cumplimiento normativo utilizando como referencia la Resolución N° 1549/2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. Esta resolución establece niveles permisibles para la producción pecuaria, diseñados con base en criterios de protección ambiental y de salud pública. Al adoptar este marco de referencia, se busca garantizar que las concentraciones de olor generadas por el proyecto no excedan valores considerados aceptables, proporcionando una base sólida para evaluar y mitigar posibles impactos en las comunidades cercanas.

7. ANÁLISIS DE EFECTOS NEGATIVOS INCORPORANDO EL ANÁLISIS DE VECTORES.

El guano, utilizado como fertilizante orgánico debido a su riqueza en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, es esencial para mejorar la productividad agrícola. Sin embargo, su aplicación inapropiada puede generar varios efectos negativos en el suelo, la salud humana y el ambiente, particularmente con relación al aumento de vectores de enfermedades como las moscas.

7.1. EFECTOS NEGATIVOS DE LA MALA APLICACIÓN DE GUANO AL SUELO

a) Contaminación del agua y suelo

La mala aplicación de guano puede ocasionar una alta concentración de nutrientes en el suelo, especialmente nitrógeno, que, al no ser absorbido completamente por las plantas, se lixivia hacia los cuerpos de agua cercanos, como ríos y acuíferos. Esto depende de varios factores, como el tipo de suelo, pendiente del terreno, tipo de cultivo y manejo de los campos.

b) Aumento de la proliferación de moscas y otros vectores

El guano es un material orgánico que, cuando se aplica en exceso, de manera incorrecta o sin tratar (compostar), puede descomponerse lentamente y generar un ambiente propicio para la proliferación de insectos vectores, que son organismos vivos que transmiten enfermedades patógenas entre seres vivos. Dentro de los vectores más comunes producto de la mala aplicación de guano en los campos se encuentran las moscas. Estas, especialmente las de la especie *Musca doméstica* es atraída producto de la acumulación de guano en el suelo y pueden alimentarse de los residuos orgánicos y fecales presentes en el guano mal aplicado.

Su función como vectores es fundamental, ya que pueden transportar patógenos a través de su contacto directo con fuentes contaminadas, como heces de animales, restos de alimentos o residuos orgánicos en descomposición, como el guano mal aplicado.

Las moscas, especialmente la mosca doméstica (*Musca domestica*), son conocidas por su capacidad para albergar y transmitir diversas bacterias, virus y parásitos. Su cuerpo, que incluye sus patas y alas, actúa como un vehículo de transporte para patógenos, los cuales pueden ser liberados en ambientes donde las personas tienen contacto directo, como en viviendas, instalaciones agrícolas o mercados.

7.2. MOSCAS Y SU RELACIÓN CON EL GUANO MAL APLICADO

El guano es una materia orgánica rica en nutrientes, como nitrógeno, fósforo y potasio, pero también contiene una alta carga de materia orgánica que, cuando no se maneja adecuadamente, puede descomponerse en condiciones anaeróbicas, creando un ambiente propicio para la proliferación de bacterias y otros microorganismos patógenos. Este proceso de descomposición genera un fuerte olor que atrae a las moscas, que son atraídas por los residuos orgánicos en descomposición.

Una vez que las moscas entran en contacto con el guano o con los residuos de guano mal aplicado, pueden portar y diseminar agentes patógenos, convirtiéndose en vectores. Estas moscas son capaces de transferir bacterias como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Shigella*, responsables de enfermedades gastrointestinales como la diarrea, cólera y fiebre tifoidea. También pueden ser portadoras de parásitos como los nematodos, que afectan tanto a los humanos como a los animales.

7.2.1. Enfermedades transmitidas por moscas

Las moscas pueden ser vectores de diversas enfermedades de transmisión fecal-oral debido a su capacidad para contaminar alimentos y superficies con agentes patógenos. Las enfermedades más comunes transmitidas por las moscas incluyen:

- **Diarrea:** Son causadas por bacterias como *Escherichia coli* y *Shigella*. Las moscas pueden transportar estas bacterias desde fuentes de contaminación, como el guano o el estiércol, hasta los alimentos humanos o el agua potable.
- **Fiebre tifoidea:** Causada por la bacteria *Salmonella typhi*, que las moscas pueden transmitir al entrar en contacto con alimentos contaminados o al estar en contacto con heces infectadas.
- **Helmintiasis (infecciones por parásitos intestinales):** Las moscas pueden transportar huevos de parásitos como *Ascaris lumbricoides* y *Trichuris trichiura*, que pueden causar infecciones gastrointestinales severas en los seres humanos.
- **Conjuntivitis y otras infecciones oculares:** Las moscas también pueden ser vectores de infecciones oculares, como la conjuntivitis, al transmitir bacterias a través de sus patas y su contacto con los ojos humanos.

7.2.2. Factores que favorecen la proliferación de moscas

Diversos factores contribuyen a la proliferación de moscas en áreas agrícolas o donde se utiliza guano como fertilizante. Entre los principales factores que favorecen la proliferación de estos vectores se incluyen:

- Exceso de guano o estiércol mal aplicado: Un manejo inadecuado de guano en exceso o la falta de control sobre su aplicación puede llevar a la descomposición incompleta, lo que crea un caldo de cultivo ideal para las moscas.
- Condiciones climáticas: Las altas temperaturas y la humedad elevan las tasas de descomposición del guano, lo que, a su vez, atrae a las moscas. El calor acelera la descomposición anaeróbica, lo que aumenta la liberación de sustancias que atraen a estos insectos.
- Acumulación de residuos orgánicos sin tratamiento adecuado: Cuando los residuos de guano se acumulan en zonas mal gestionadas (por ejemplo, en pilas grandes sin compostaje), las moscas tienen un acceso directo a estos materiales, lo que favorece su reproducción.

7.3. ATRACTIVO PARA ROEDORES.

El guano de gallina mal aplicado puede ser atractivo para los roedores debido a su alto contenido de nutrientes, que incluye restos de comida, granos y otros elementos que pueden servir como fuente de alimento. Si el guano no se distribuye adecuadamente o se almacena de forma inadecuada, puede crear un ambiente en el que los roedores encuentren recursos abundantes.

Este mal manejo del guano podría generar una posible alteración del equilibrio ecológico, debido a que una mala distribución en los campos puede generar un desequilibrio en los ecosistemas locales, favoreciendo la proliferación de roedores. Estos animales pueden convertirse en plagas y afectar las cosechas o incluso propagar enfermedades. Los roedores son conocidos portadores de diversas enfermedades (como leptospirosis, hantavirus, salmonelosis, entre otras). Al proliferar debido a la mala aplicación del guano, pueden aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades tanto a los cultivos como a los seres humanos y animales.

8. MEDIDAS PARA EVITAR LOS EFECTOS NEGATIVOS DE LA MALA APLICACIÓN DE GUANO

a) Controlar las dosis aplicadas

Es crucial seguir las recomendaciones sobre las dosis adecuadas de guano según el tipo de cultivo y las condiciones del suelo. Para ello, es importante realizar análisis de suelo periódicos para determinar las necesidades específicas de nutrientes y evitar el uso excesivo de guano.

b) Aplicación en el momento adecuado

La aplicación de guano debe realizarse en momentos específicos del ciclo agrícola, preferiblemente antes de la siembra, para que los nutrientes se integren bien al suelo y se utilicen de manera eficiente por las plantas. Además, debe evitarse la aplicación en épocas de lluvias fuertes, ya que el guano puede ser arrastrado hacia los cuerpos de agua cercanos, generando problemas de contaminación.

c) Mejorar la compostabilidad del guano

El guano debe ser compostado adecuadamente antes de su aplicación. La compostación reduce la posibilidad de descomposición anaeróbica en el suelo, lo que disminuye la emisión de gases nocivos y mejora la calidad del fertilizante. Además, el compostaje contribuye a la reducción de residuos orgánicos que pueden atraer a las moscas y otros insectos.

d) Utilización de maquinaria para incorporación de guano al suelo

Se debe tener especial cuidado de contar con maquinaria agrícola para los trabajos de incorporación del guano al suelo, con la finalidad de evitar dejar cama y condiciones ideales para la proliferación de vectores como moscas. Estas prácticas, también ayudan a reducir considerablemente los olores en los huertos.

e) Uso de técnicas de manejo integrado de plagas (MIP)

Implementar técnicas de manejo integrado de plagas que incluyan métodos biológicos (uso de depredadores naturales de las moscas) y físicos (trampas para moscas) puede ayudar a reducir la proliferación de vectores sin recurrir al uso excesivo de insecticidas químicos. La eliminación adecuada de los residuos de guano también es esencial para controlar la población de moscas.

f) Educación y sensibilización

La formación de los agricultores y trabajadores del campo sobre los riesgos asociados con la mala aplicación del guano es fundamental. Se deben promover buenas prácticas agrícolas que incluyan el manejo adecuado de fertilizantes orgánicos y la higiene en los procesos de aplicación y almacenamiento.

9. CONCLUSIÓN

La modelación de Emisiones Odorantes realizada a Avícola González y Hermanos Limitada, ubicadas en la comuna de Llay-Llay, en la Región de Valparaíso, en base a la Resolución N° 1549 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de Colombia percentil 98, concluye que la concentración del percentil 98 más alto en los receptores discretos varía entre las 25,6 y 17,1 u.o/m³ para los vecinos ubicados entre 35 y 334 metros del proyecto. Si bien la modelación fue simulada bajo condiciones de operación que no se realizan, ésta demuestra que malas prácticas y manejos inadecuados pudiesen generar impactos negativos sobre la calidad de vida de los vecinos cercanos del proyecto, por lo que se recomienda seguir buenas prácticas de manejo agrícola, lo que contribuirá a garantizar el cumplimiento de estándares ambientales internacionales y minimizará los conflictos con las comunidades locales, fortaleciendo la sostenibilidad y aceptación del proyecto.

Aunque los niveles de concentración en otros receptores se encuentran por debajo del límite crítico, este escenario presenta una condición desfavorable que podría traducirse en molestias significativas para la población.

El guano es un fertilizante valioso para la agricultura, pero su aplicación incorrecta puede generar una serie de efectos negativos, entre ellos la proliferación de moscas como vectores de enfermedades. Para mitigar estos problemas, es fundamental seguir buenas prácticas agrícolas, como controlar las dosis, aplicar el guano en el momento adecuado y utilizar técnicas de compostaje y manejo integrado de plagas. La educación y sensibilización de los agricultores también desempeñan un papel crucial en la prevención de estos efectos adversos.

Una de las peores condiciones de operación utilizadas para modelar, fue la aplicación de guano sin tratar ni compostar como mejorador de suelo (guano crudo), siendo el factor que más elevó las emisiones a los vecinos cercanos al proyecto al ser aplicado directamente al suelo, por lo que se entiende que es una práctica que no se puede realizar, ya que generaría molestias e inconvenientes con las comunidades vecinas.

Anexo Registro Fotográfico

- FOTOGRAFÍA PARED DISIPADORA DE OLORES MALLA TIPO RASCHEL



- FOTOGRAFÍA IMPLEMENTACIÓN DE CINTA DE POLIPROPILENO EN PAREDES DEL GALPÓN DE GAP

- FOTOGRAFÍA IMPLEMENTACIÓN DE CINTA DE POLIPROPILENO EN PAREDES DEL GALPÓN DE GAP



ANEXO II

PROPUESTAS NUEVAS ACCIONES PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO ASOCIADAS AL HECHO INFRACCIONAL N°2

- ACCIONES EN EJECUCIÓN

N° DE IDENTIFICADOR	ACCIÓN	FORMA DE IMPLEMENTACIÓN	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
1	Implementación de una pared disipadora de olores con malla tipo raschel	<p>Esta consiste en la instalación de una pared disipadora de olor, con malla tipo Raschel negra, sintética de 8 metros de alto por 50 metros de largo., ubicada a 200 metros de distancia del galpón.</p> <p>En caso de identificar por medio de inspección visual alguna zona de daño se procederá a su reparación inmediata y se realizará un respectivo informe que indicará lo siguiente:</p> <p>1. Descripción de la reparación</p> <p>2. Fotografía fechada y georreferencia de la zona a reparar</p>	<p>Fecha de Inicio: diciembre de 2024</p> <p>Fecha de término: enero de 2025</p>	Cercado de tipo malla raschel negra sintética de polietileno o polipropileno de 08 metros de alto por 50 metros de largo.	REPORTE INICIAL
					Fotografías fechadas y georreferencias del estado de la pared disipadora de olores
					REPORTE DE AVANCE
					Fotografías fechadas y georreferencias del estado de la pared disipadora de olores. Informe de mantención y reparación en caso de que procediera
					REPORTE FINAL
					Informe Consolidado que dé cuenta del estado final de la pared disipadora de olores, incluyendo fotografías fechadas y

Nº DE IDENTIFICADOR	ACCIÓN	FORMA DE IMPLEMENTACIÓN	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
					georreferencias e informes de mantención
2	Instalación e implementación de cinta de polipropileno en paredes del galpón de GAP	<p>Esta consiste en la instalación en las paredes del Galpón de GAP de una cinta reutilizable de 2.30 metros de polipropileno que contribuye a un mejor secado del GAP, que se encuentra en el interior del galpón.</p> <p>El material utilizado de la cinta es resistente y de fácil manipulación.</p> <p>En caso de identificar por medio de una inspección visual, de algún desperfecto en la cinta. Se procederá a su reparación y se elaborará un informe que contenga los siguientes puntos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Descripción de la reparación 2. Fotografía fechada y georreferencia de la zona a reparar 	<p>Fecha de inicio: octubre 2024.</p> <p>Fecha de término: enero 2025</p>	Cinta polipropileno reutilizable en las paredes del galpón de GAP, con una altura de 2,30 metros.	REPORTE INICIAL
					Fotografías fechadas y georreferencias del estado de la cinta de polipropileno
					REPORTE DE AVANCE
					Fotografías fechadas y georreferencias del estado de la cinta de polipropileno. Informe de mantención y reparación en caso de que procediera
					REPORTE FINAL
					Informe Consolidado que dé cuenta del estado final de la pared disipadora de olores, incluyendo fotografías fechadas y georreferencias e informes de mantención