



Pronóstico de inmisión

Estudio de dispersión para
determinar la concentración de olores
en inmisión de la futura planta de
biogás de Cubas de la Sagra (Madrid)

Parámetro analizado:

Olor

Cliente:

Sinergia Medio Ambiente y Gestión
Corporativa, S.L.

C/ Padre Damián, 40 2-E
28036 Madrid (España)

Responsable del proyecto:

Rita Ribau Domingues

Número de informe:

P23-107-IP/2023 de 31.01.2024
versión final

Número de pedido / fecha:

-/03.11.2023



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-17433-01-00

Informe No.: P23-107-IP/2023
Status: versión preliminar
Fecha: 31/01/2024
Coordinador del proyecto: Rita Ribau Domingues

Cliente: Sinergia Medio Ambiente y Gestión Corporativa, S.L.

Localización: Madrid (España)

Fecha de orden de compra (P.O.): 03/11/2023 Número de orden de compra (P.O.): -

Número interno de orden de pedido (P.O.): AB2300682

Informe: 35 Páginas
(23 Páginas de informe, 12 Páginas de anexos)

Trabajos: Estudio predictivo del impacto ambiental de los olores emitidos por la futura planta de biogás de residuos orgánicos (Cubas de la Sagra, Madrid).

TABLA DE CONTENIDOS

1	ÁMBITO DEL ESTUDIO	4
1.1	CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE BIOMETANIZACIÓN	4
2	METODOLOGÍA	10
2.1	INVENTARIO DE FOCOS	10
2.2	ESTIMATIVA DE LAS EMISIONES	10
2.3	MODELIZACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LOS OLORES	11
2.3.1	<i>Datos meteorológicos.....</i>	<i>12</i>
2.3.2	<i>Selección del año más representativo.....</i>	<i>12</i>
2.3.3	<i>Mapa de impacto por olores.....</i>	<i>14</i>
3	RESULTADOS	15
3.1	TASA DE EMISIÓN DE OLORES	15
3.1.1	<i>Nave de recepción y pretratamiento de residuos</i>	<i>15</i>
3.1.2	<i>Nave de compostaje</i>	<i>15</i>
3.1.3	<i>Nave de afino y almacén de compost.....</i>	<i>15</i>
3.1.4	<i>Sistema de desodorización</i>	<i>16</i>
3.2	MODELIZACIÓN DEL IMPACTO	19
3.2.1	<i>Escenario 1.....</i>	<i>20</i>
3.2.2	<i>Escenario 2.....</i>	<i>21</i>
4	SUMARIO Y CONCLUSIONES	22
5	ANEXOS.....	24
5.1	ROSAS DE VIENTOS	25
5.2	MAPAS DE DISPERSIÓN POR TIPOLOGÍA DE FUENTES	28
5.2.1	<i>Escenario 1 ($C_{98, 1hora}$).....</i>	<i>28</i>
5.2.2	<i>Escenario 2 ($C_{98, 5min}$).....</i>	<i>32</i>

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características de los dominios de modelización considerados.....	12
Tabla 2: Estaciones meteorológicas de AEMET consideradas.....	13
Tabla 3: Configuración general y dominio considerados en el modelo de dispersión.	13
Tabla 4: Tasa de emisión de olores y otros parámetros de los focos de emisión.	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localización de la futura planta de biometanización de Cubas de la Sagra (parcela delimitada en blanco).	5
Figura 2: Plano con la configuración y diferentes procesos de tratamiento de la futura planta de biometanización de Cubas de la Sagra (fuente: Sinergia).	6
Figura 3: Configuración del sistema de extracción y tratamiento de aire de la futura planta de biometanización de Cubas de la Sagra (fuente: Sinergia).....	8
Figura 4: Comportamiento teórico de los diferentes “puffs” emitidos (círculos), según las componentes de transporte y difusión considerados por el modelo CALPUFF.....	11
Figura 5: Localización de las fuentes de emisión consideradas en el presente estudio.	17
Figura 6: Rosa de vientos del año 2021 resultantes del procesado con CALMET.	19

Figura 7: Mapa de impacto por olores de la planta de biometanización de Cubas de La Sagra, para las isodoras $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ (umbral de detección) y $C_{98,1\text{ hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (según la regulación ambiental).	20
Figura 8: Mapa de impacto por olores de la planta de biometanización de Cubas de La Sagra, para las isodoras $C_{98,5\text{ min}} = 1$ y $C_{98,5\text{ min}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	21
Figura 9: Rosa de vientos de las diferentes horas del día, relativas al año 2021, resultantes del procesado con CALMET.	25
Figura 10: Rosa de vientos de los diferentes meses del año 2021 resultantes del procesado con CALMET.	26
Figura 11: Rosa de vientos de las diferentes estaciones del año 2021 resultantes del procesado con CALMET. ..	27
Figura 12: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la cámara de la nave de recepción/pretratamiento durante la abertura de puertas para la descarga de FORS y residuos comerciales, promediada en concentraciones horarias para todo el año, $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	28
Figura 13: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la abertura de puertas para la descarga de residuos comerciales, promediada en concentraciones horarias para todo el año, $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	28
Figura 14: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la abertura de puertas para la retirada de impropios, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	29
Figura 15: Mapa de dispersión de olores de las emisiones de los dos módulos del biofiltro (superpuestas), promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	29
Figura 16: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la descarga de material estructurante, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	30
Figura 17: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de impropios, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	30
Figura 18: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de afino de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de compost final, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	31
Figura 19: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la cámara de la nave de recepción/pretratamiento durante la abertura de puertas para la descarga de FORS y residuos comerciales, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año, $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	32
Figura 20: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la abertura de puertas para la descarga de residuos comerciales, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año, $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	32
Figura 21: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la abertura de puertas para la retirada de impropios, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	33
Figura 22: Mapa de dispersión de olores de las emisiones de los dos módulos del biofiltro (superpuestas), promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	33
Figura 23: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la descarga de material estructurante, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	34
Figura 24: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de impropios, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	34
Figura 25: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de afino de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de compost final, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	35

1 Ámbito del estudio

La empresa Sinergia Medio Ambiente y Gestión Corporativa, S.L. ha contratado a Olfasense GmbH la realización de un estudio predictivo de impacto por olores de una futura planta de generación de biometano a partir de residuos orgánicos domésticos, localizada en Cubas de La Sagra (Madrid, España). Estas instalaciones tendrán como principal proceso del tratamiento de los residuos orgánicos la digestión anaerobia con producción de biogás.

El objetivo principal de este estudio consiste en determinar el nivel de afectación potencial de la población colindante a la planta por sus emisiones de olor, una vez ésta esté operativa. Con este propósito, se han identificado las principales fuentes de emisión de olores, con base a la información proporcionada por el cliente, sobre la configuración de la planta, los diferentes procesos de tratamiento de residuos, el sistema de extracción y caudales de aire a tratar, las dimensiones de las naves y puertas, etc.

A partir de estos datos, se ha estimado la tasa de emisión de olores de los principales procesos de la instalación, utilizando factores de emisión de guías de referencia (NeR, VDI 3475), así como la base de datos de Olfasense obtenida a través de diversas campañas de medición de olores (según la norma EN 13725), para instalaciones con características similares que se han realizado durante los más de 25 años de actividad de la empresa.

A partir de esta información, se ha realizado un ejercicio de modelización de la dispersión atmosférica con el modelo CALPUFF 3D para determinar el área de impacto ambiental de olores de la planta. Se ha tomado como criterio de impacto, el límite de inmisión de olores definido en el proyecto de ley de Cataluña para instalaciones de tratamiento de residuos, de $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ promedio horario para el percentil 98.

Las diferentes etapas del estudio se resumen en el presente informe con un análisis integral de los resultados y respectivas conclusiones.

1.1 Características de la planta de biometanización

La planta de biometanización se ubicará en la parcela 80 del polígono 5, en el término municipal de Cubas de La Sagra en la Comunidad de Madrid, con coordenadas UTM (huso 30, hemisferio norte): 4449569.53 m N y 430538.6 m E. Al oeste de la planta, a una distancia aproximada de 900 m, se encuentra la zona residencial más cercana del municipio de Cubas de la Sagra. Al nordeste de la planta, a una distancia aproximada de 420 m, se encuentran las viviendas más próximas de la localidad de Torrejón de la Calzada. El límite de las poblaciones Griñón y Casarrubuelos se ubica aproximadamente a unos 1800 m al noroeste y sur de la instalación, respectivamente. La Figura 1 ilustra la localización de la planta sobre una ortofotografía.



Figura 1: Localización de la futura planta de biometanización de Cubas de la Sagra (parcela delimitada en blanco).

La planta tratará los residuos orgánicos provenientes de residuos urbanos y comerciales asimilados a urbanos provenientes de las fracciones orgánicas recogidas selectivamente. Constará de dos líneas de tratamiento de residuos, digestión anaerobia y compostaje, con una capacidad anual de entrada de 70.000 t/año. Los procesos constan de una nave de recepción de la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU) en un foso de recepción seguido de un pretratamiento mecánico. Con relación a los residuos comerciales sólidos/líquidos, éstos pasan por un proceso de separación y trituración, para ser añadidos al digestor.

El tratamiento de estos residuos se realiza mediante digestión anaerobia por vía seca en digestores cerrados a presión y temperatura constante, resultando la generación de un biogás y un digestato (semisólido).

El biogás se somete a un proceso de *upgrading* para aumentar la concentración de metano, y por tanto su riqueza energética (biometano), inyectándose directamente en la red de gas adyacente a la instalación.

El digestato producido en la digestión anaerobia pasa por un proceso de secado para ser transformado en un compost de calidad para su uso como fertilizante.

Todos estos procesos se realizan en naves cerradas y en depresión para evitar la emisión de olores.

La Figura 2 presenta el plano con la configuración de la futura planta de tratamiento de residuos orgánicos.

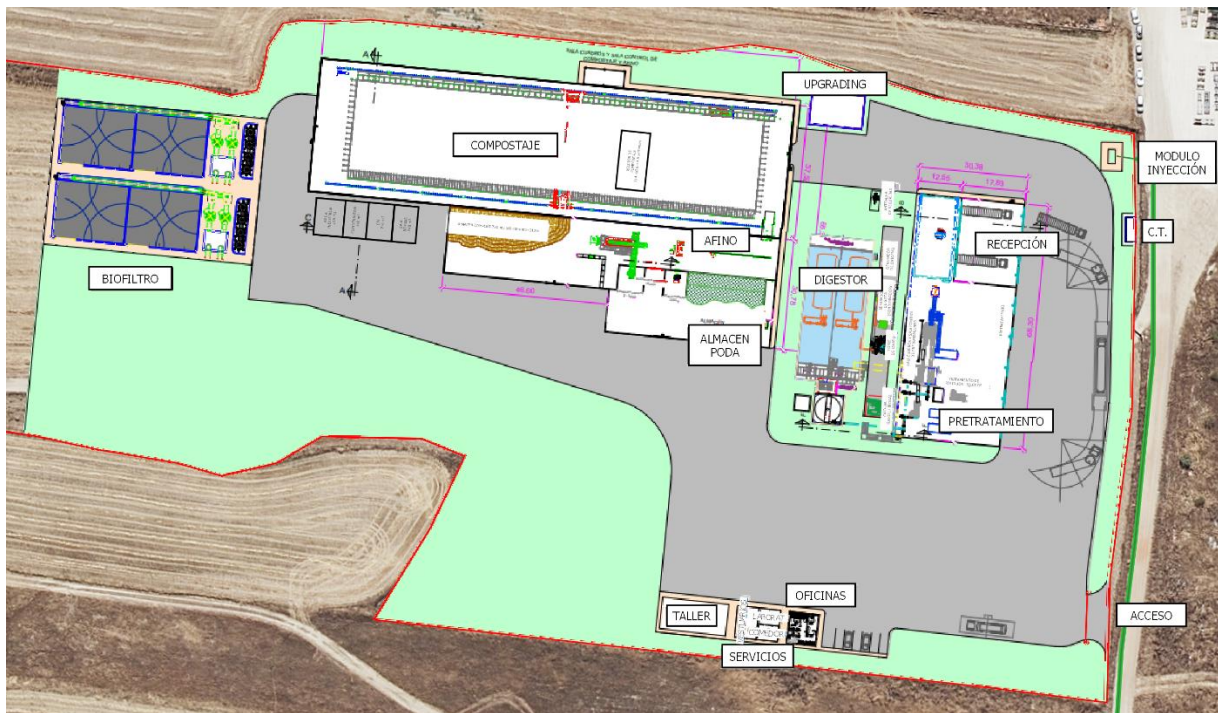


Figura 2: Plano con la configuración y diferentes procesos de tratamiento de la futura planta de biometanización de Cubas de la Sagra (fuente: Sinergia).

Con base en la experiencia de Olfasense, se estima que las emisiones de olores provienen principalmente de las siguientes fuentes y procesos de tratamiento:

1. **Nave de recepción de residuos y pretratamiento:**

La planta tratará un total de 38.500 toneladas por año de la fracción orgánica de residuos urbanos provenientes de la recogida selectiva (FORS). También tratará un total de 31.500 t/año de residuos comerciales y otros materiales orgánicos. De estos residuos comerciales, se estima que aproximadamente el 20% son a granel, que se descargarán directamente en el foso de recepción, junto con los residuos de la FORS.

Así pues, la planta recibirá 44.800 t/año de residuos “frescos” que, desde su recogida en origen, habrán sido enviados directamente para su tratamiento. Teniendo en cuenta que la planta estará operativa 250 días al año, la cantidad diaria de residuos orgánicos descargados en el foso será de 179,20 t/día.

Por otra parte, se ha considerado que los camiones de residuos tienen una capacidad aproximada de 20 t, por lo que se prevé la entrada de un total de 9 camiones por día para la descarga de residuos orgánicos en el foso. Los camiones entrarán en una cámara de la nave de recepción con un volumen de 3.703,65 m³ (411,52 m² de área por 9 m altura). Esta zona tendrá cuatro puertas de acceso desde el exterior, por donde entrarán los camiones, y unas puertas de acceso al foso para la descarga de los residuos.

Las puertas de acceso desde el exterior tendrán un área de 30 m² (5 m largo x 6 m alto). Durante la entrada de los camiones a la cámara, se cerrarán las puertas del exterior y posteriormente se abrirán las puertas de acceso al foso para que se proceda a efectuar la descarga. Esto permitirá reducir el tiempo de abertura de la nave durante todo el proceso y minimizar las emisiones por vías fugitivas. En principio, según el proyecto, esta zona no dispondrá de un sistema de extracción de aire, pero esta opción podría llegar a plantearse.

Una vez en la planta, los residuos se almacenan únicamente en el interior de la nave de recepción/pretratamiento, y se estima que permanecerán en este lugar durante un tiempo medio previsto de 3 días. Los residuos nunca se almacenarán en el exterior. Esta nave también constará de cinco puertas de acceso adicionales (30 m² cada una) en la zona de pretratamiento para la descarga del 80% de los residuos

comerciales restantes (25.200 t/año), que serán sobre todo residuos envasados. Consecuentemente, se prevé la descarga de 100,80 t/día de estos residuos mediante la entrada de un total 5 camiones por día.

En el proceso de pretratamiento existe un puente grúa que recogerá los residuos orgánicos “frescos” (FORS y residuos comerciales no envasados) del foso hasta un rompe bolsas. Posteriormente, los residuos pasarán por un separador magnético para la separación de metales ferrosos. Los materiales serán posteriormente enviados a dos trito-centrífugas totalmente cerradas por medio de sinfines. No se esperan emisiones de importancia decurrentes de las mismas. En este proceso los materiales se separarán y triturarán, dejando solamente pasar los residuos con una granulometría menor a 30 mm. Este material pasará a un tanque de premezcla previo a la digestión anaerobia. Los materiales de rechazo serán dirigidos a una tercera trito-centrífuga para repasar el material y acabar de recuperar la materia orgánica que pudieran contener.

Los residuos improprios no valorizables, así como los valorizables (ferricos, envases, etc.), resultantes de la separación durante el proceso de pretratamiento se almacenarán en contenedores de 10 – 15 m³ en la nave antes de ser recogidos. Se estima la retirada de un total de 7.500 t/año (30 t/día) de improprios y 3.000 t/año (12 t/día) de materiales valorizables (ferricos, envases, etc.), lo que equivale a un total de 3 evacuaciones por día en camiones desde la zona de pretratamiento.

Los lixiviados generados durante los procesos de tratamiento de los residuos y operación de la planta (aguas de baldeo y limpieza, lixiviados foso FORS) serán recogidos en un depósito de lixiviados totalmente cerrado que, debido a su reducido volumen, serán bombeados hacia el digestor anaerobio para su tratamiento. Consecuentemente, no se esperan emisiones de olores significativas en este proceso.

La nave de recepción y pretratamiento tendrá un volumen de 19.502 m³ (2.040 m² de superficie y 9,56 m de altura) y dispondrá de un sistema de extracción de aire con un caudal de 48.756 m³/h, correspondiente una tasa de 2,5 renovaciones por hora. El caudal de aire extraído se enviará a la nave de afino y almacenamiento de compost.

En relación con los camiones que llegan y parten de la nave de recepción y pretratamiento, se prevé que el horario de entrada/salida para la descarga y retirada de residuos será de 8h a 18h de lunes a viernes. Existirá una zona exterior de espera para los camiones al sur de la nave de recepción/pretratamiento, no se espera que puedan estar en simultaneo más de 3 camiones en espera. Se han despreciado las emisiones de olor de los camiones.

2. Nave de compostaje:

El digestato resultante del proceso de digestión anaerobia pasará a una segunda etapa de tratamiento por compostaje. Al tratarse de una digestión por vía seca, se introducirá directamente el digestato sin necesidad de una separación de líquidos (deshidratación). Asimismo, no será necesaria una depuradora para la fracción líquida del digestato.

El digestato (45.815 t/año) se extraerá de los digestores mediante una bomba pistón y un conducto cerrado que descargará directamente, junto con el material estructurante (41.191 t/año), en el interior del reactor de compostaje (de tipo meseta) de 2.964 m² de superficie. El proceso consistirá en un sistema automatizado de volteo mediante tornillos sinfín, que se realizará a diario (10 a 12 ciclos semanales) y se trasladará el material hacia la zona de descarga.

La retirada del producto compostado también se realizará de forma automática mediante cintas transportadoras. No se prevé la abertura de puertas de la nave durante la entrada del digestato y el material estructurante, ni para la retirada del compost, ya que se realizará todo el proceso de forma automatizada mediante cintas transportadoras.

El tiempo de retención del compost será de aproximadamente 4,5 semanas, con una tasa de aeración continua de 5,5 m³/h/m³ biomasa. Se estima un total de 8.760 horas de funcionamiento al año del sistema de aeración del compost. El proceso de compostaje constará de un sistema de aeración forzada mediante tubos colocados en el fondo del cubeto. El aire del sistema de aeración provendrá de la nave de afino y almacén del compost y del aire exterior (en una relación aproximada del 50%).

La nave de compostaje tendrá un volumen 46.503 m^3 (4.921 m^2 de superficie y $9,45 \text{ m}$ de altura) y una tasa $2,8$ renovaciones de aire por hora. El caudal total de aire aspirado de la nave será de $130.210 \text{ m}^3/\text{h}$ que se enviará al sistema de desodorización (torres de lavado químico y biofiltro).

3. Nave de afino y almacén de compost:

Una vez finalizado el proceso de compostaje, el producto compostado será cribado mediante un trómel a un tamaño inferior a 24 mm . La nave constará de dos puertas (30 m^2 cada una) de acceso, una que se encontrará en la zona del almacén del material estructurante (poda) y la otra en la zona de almacén del compost final (después del afino). Se prevé la entrada y salida de un total de 4 camiones al día (20 t/camión), para la descarga de material estructurante. Asimismo, se estima que un total de 8 camiones al día (15 t/camión) retiren el compost terminado. Por último, se espera la entrada/salida de 1 camión al día para la retirada de impropios (4.576 t/año , que equivale a $18,30 \text{ t/día}$).

La nave de afino será contigua a la nave de compostaje y tendrá un volumen de 28.295 m^3 (2.300 m^2 de superficie y $12,30 \text{ m}$ de altura). El aire ambiente de la nave será aspirado mediante un sistema de extracción general con un caudal de $65.079 \text{ m}^3/\text{h}$, equivalente a una tasa de $2,3$ renovaciones horarias, que será dirigido a la nave de compostaje.

4. Equipos de desodorización:

El aire de los procesos de tratamiento extraído de las diferentes naves de la planta de biometanización será tratado mediante cuatro torres de lavado químico con dos etapas (tratamiento ácido y oxidación) y un biofiltro de dos módulos. El biofiltro será abierto y sus emisiones serán de superficie. Constará de un área de 656 m^2 y una altura del medio de $1,5 \text{ m}$. El aire total a tratar ($130.210 \text{ m}^3/\text{h}$) provendrá de la nave de compostaje, que se enviará primero a dos cámaras de mezcla antes del tratamiento, tal y como se ilustra en la Figura 3. Se estima que el sistema de desodorización funcionará en continuo durante un total de 8.760 horas/año.

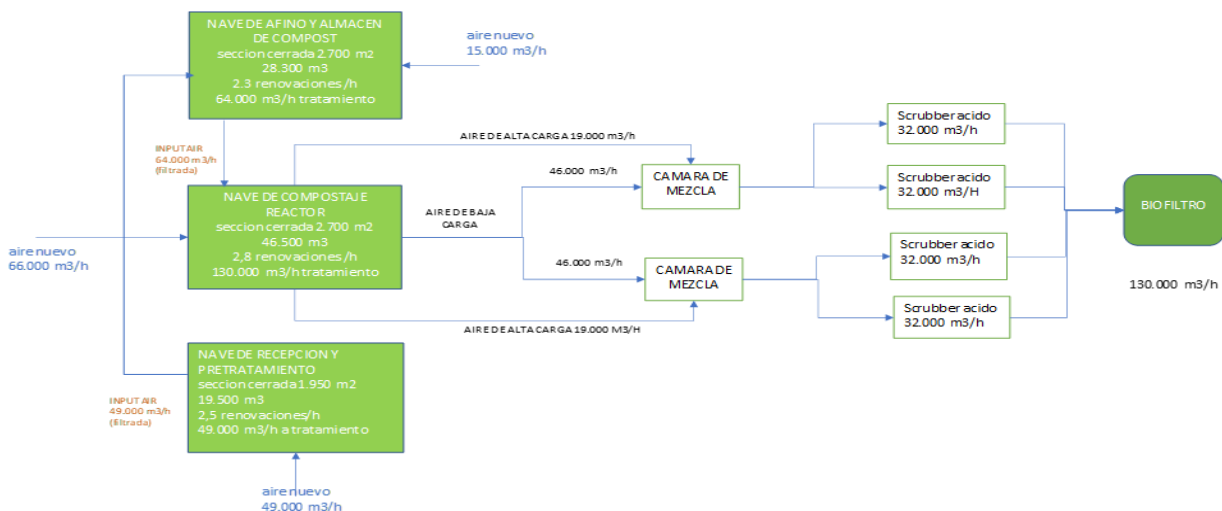


Figura 3: Configuración del sistema de extracción y tratamiento de aire de la futura planta de biometanización de Cubas de la Sagra (fuente: Sinergia).

Para este estudio se considera que el confinamiento y cobertura de los edificios posee suficiente estanqueidad y está provisto de la tasa de extracción necesaria para evitar la aparición de emisiones fugitivas. Es de especial importancia mencionar que existe una relación entre la estanqueidad de los edificios confinados y la tasa de extracción necesaria para mantener la presión negativa suficiente que evite las emisiones fugitivas. La estanqueidad específica de los

edificios puede medirse cuantitativamente de acuerdo con el procedimiento descrito en la normativa europea EN 13829.

Asimismo, con base en la información proporcionada por el cliente, no se consideran emisiones por vías fugitivas del proceso de trasiego del digestato hacia la nave de compostaje, ya que este ocurre a través de bombeo y conducción cerrada. Tampoco se genera fracción líquida (lixiviados) del digestato, que será gestionada por una entidad externa, por lo que no se esperan emisiones asociadas a esta fracción.

Las emisiones por vías fugitivas que se consideran en este estudio provienen de las aberturas de puertas de las naves de recepción y pretratamiento, así como de la nave de afino resultantes de las entradas y salidas de camiones para la descarga de residuos, retirada de impropios y retirada del compost final. Para ello se ha considerado un tiempo de abertura de puertas de 5 minutos para cada camión que llega a la planta para descargar los residuos orgánicos, o para llevarse las diferentes fracciones y productos obtenidos.

2 Metodología

2.1 Inventario de Focos

Con base en información proporcionada por el cliente, se han identificado los siguientes focos para la estimativa de la tasa de emisión de olores de la planta de biometanización:

- Emisiones fugitivas por la abertura y cierre de puertas para la entrada y salida de camiones:
 - o de la cámara de recepción de residuos que comunica con el foso de descarga de FORS en el edificio de recepción y pretratamiento, para la descarga de residuos orgánicos (FORS) y residuos comerciales,
 - o de la zona de pretratamiento del edificio de recepción y pretratamiento de residuos para la descarga de residuos comerciales envasados,
 - o de la zona de pretratamiento del edificio de recepción y pretratamiento de residuos, para la retirada de impropios,
 - o de la nave de afino para la descarga de material estructurante,
 - o de la nave de afino para la retirada de compost final,
 - o de la nave de afino para la retirada de impropios.
- Emisiones del aire tratado mediante el sistema de desodorización.

2.2 Estimativa de las emisiones

A partir de la información proporcionada por el cliente sobre los diferentes procesos y condiciones de operación (localizaciones de las fuentes, alturas de emisión, caudales, temperaturas, horas anuales y diarias de operación de cada proceso, etc.) de la futura planta de tratamiento y gestión de residuos orgánicos biodegradables, se define un inventario de fuentes de emisión de olor de la planta con las siguientes tipologías:

- Emisiones de área tratadas mediante el sistema de lavado químico y biofiltración (dos unidades de biofiltro abierto),
- Emisiones de área sin tratar (p. ej., abertura de puertas de la cámara de la nave de recepción de residuos que comunica con el foso, de la zona de la nave de pretratamiento, de la zona del almacén de material estructurante de la nave de afino, y de la zona de recogida del compost terminado).

La tasa de emisión de olor de las fuentes identificadas se estima mediante factores de emisión definidos en guías de referencia (NeR, y otros), así como en la base de datos de Olfasense de tasas de emisión de olores de instalaciones con características similares obtenidas a través de diversas campañas de medición de olores, de acuerdo con el estándar EN 13725.

Las emisiones se caracterizan a partir de la determinación del caudal de aire de emisión [m^3/s] y multiplicarlo por la concentración de olor de la fuente en cuestión (p. ej., una canalización con una emisión directa a la atmósfera):

$$\text{Emisión de olores } [\text{ou}_E/\text{s}] = \text{Concentración de la fuente } [\text{ou}_E/\text{m}^3] * \text{Caudal de salida } [\text{m}^3/\text{s}]$$

Las fuentes de área se caracterizan por la emisión de olores a través de un área conocida (p. ej., aberturas de puertas, foso de recepción de residuos). El método de estimación de emisiones de olor aplicado a este tipo de fuentes consiste en determinar el coeficiente de emisión de olor por 1 m^2 y extrapolar al área total de la fuente en cuestión:

$$\text{Emisión de olores } [\text{ou}_E/\text{s}] = \text{Coeficiente de emisión } [\text{ou}_E/\text{m}^2 \cdot \text{s}] * \text{Área de la fuente } [\text{m}^2]$$

2.3 Modelización de la Dispersión de los Olores

La modelización de la dispersión atmosférica de los olores se realizó mediante el programa CALPUFF (versión 7.2.1), con el que se simularon diferentes escenarios.

Los trabajos de modelización fueron realizados por Meteosim en colaboración con Olfasense. El modelo CALPUFF fue desarrollado por el *Atmospheric Studies Group* (ASG), y es un modelo Lagrangeano de “puffs” gaussianos que permite simular las variaciones temporales y espaciales de los distintos contaminantes en la atmósfera, considerando su transporte, transformación y depósito.

Es uno de los modelos recomendados para la evaluación de la calidad del aire, incluso en zonas con topografía compleja, pues es capaz de simular fenómenos de canalización, brisas marinas, cizalladura del viento, etc., con mayor rigor que otros modelos, como AERMOD.

El mecanismo con que CALPUFF simula la dispersión de la contaminación se basa en suponer que cada cierto tiempo se emite una nube de partículas (Figura 4), distribuidas dentro de la propia nube según una función gaussiana, desde las fuentes emisoras (chimeneas, carreteras, operaciones de carga y descarga, etc.). El tamaño inicial de cada nube emitida va a depender de las características de la fuente.

CALPUFF considera el transporte y dispersión de los contaminantes de cada nube de forma independiente, de forma que van a ser transportadas individualmente según las condiciones meteorológicas, mientras van aumentando de tamaño debido a la difusión. CALPUFF considera también reacciones químicas entre los contaminantes, además de su eliminación, tanto por depósito seco, como por depósito húmedo.



Figura 4: Comportamiento teórico de los diferentes “puffs” emitidos (círculos), según las componentes de transporte y difusión consideradas por el modelo CALPUFF.

El modelo CALPUFF pertenece en realidad a un sistema de modelización que integra tres componentes: CALMET, CALPUFF Y CALPOST. El primero de ellos, CALMET, es el modelo de diagnóstico meteorológico tridimensional del sistema, mientras que CALPOST es el módulo de post-procesado, capaz de tratar los resultados de concentraciones en el aire y depósito de los contaminantes.

CALPUFF permite tratar un gran número de fuentes o focos de emisión, ya sean de forma puntual, lineal, área o volumen, y además las emisiones consideradas pueden ser constantes o variables.

Para ello, necesita los siguientes parámetros de entrada:

- Localización y características de las fuentes emisoras incluyendo diferentes parámetros físicos y la intensidad de emisión. En el caso de fuentes puntuales, los datos de la fuente requeridos por el modelo son: altura, diámetro de la fuente, temperatura y velocidad de salida de los gases o partículas contaminantes. Para fuentes de área, son necesarias, además, las dimensiones de estas zonas.
- Definición de un dominio cartesiano de resolución horizontal dada. Se puede incluir también la localización de determinados puntos receptores discretos.
- Datos meteorológicos de todo el dominio a estudiar. Específicamente requiere valores horarios de velocidad del viento, dirección del viento, temperatura, humedad relativa, cobertura nubosa, altura de las nubes, presión y precipitación.
- Información topográfica del terreno a modelar con una resolución dada, así como información de los usos del suelo de todo el dominio.

2.3.1 Datos meteorológicos

Todo modelo de dispersión de contaminantes requiere de información meteorológica caracterizada espacial y temporalmente. Esta información meteorológica puede ser obtenida a través de estaciones de medición o a través de modelos meteorológicos. La información obtenida a través de las estaciones, si bien es una fotografía de la realidad actual o pasada, tiene como inconvenientes que tan solo permite modelizar la dispersión en la escala temporal presente o pasada; que solo ofrecen información del mismo punto donde se realiza la medición; y que ofrecen valores de las variables de las que tienen sensores de medición (habitualmente temperatura, viento, humedad, precipitación y presión).

En cambio, los modelos meteorológicos, si bien es cierto que requieren de una calibración a la zona a modelizar, ofrecen la posibilidad de modelizar la dispersión en el pasado, presente y futuro; ofrecen información de gran cantidad de puntos alrededor de las plantas cada X km; y ofrecen información de centenares de variables meteorológicas que no pueden ser medidas en las estaciones de medición y que son cruciales para la obtención de una predicción correcta de la dispersión.

Las simulaciones meteorológicas se alimentan con información de teledetección (satélite, radares, méters y radiosondeos) lo que permite reproducir de la forma más fiable y fidedigna la meteorología de la zona y en cualquier instante temporal. Para la generación de datos meteorológicos necesarios para la modelización de la dispersión se utilizó el modelo numérico Euleriano *Weather Research and Forecasting Model* (WRF) mantenido por *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) y *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) de Estados Unidos.

Los datos de reanálisis del *Climate Forecast Systemv2* (CFSv2) procedentes de *National Center for Environmental Prediction* (NCEP) han sido los utilizados para la inicialización del modelo WRF. Estos datos proporcionan una descripción completa del estado de la atmósfera. De esta manera la inicialización del modelo WRF se ha realizado a partir de reanálisis CFSR con una resolución horizontal de 0,5° y los datos fisiográficos del dominio vienen proporcionados por el propio modelo. Se utilizó la configuración WRF por defecto, incluyendo 30 niveles verticales, considerado la realización de simulaciones mediante arquitectura de doble anidamiento, lo que asegura que la influencia entre los procesos meteorológicos de diferentes escalas y representados en los diferentes dominios de modelación definidos sea biyectiva. Las simulaciones WRF se han realizado trabajando con la versión 3.9.1.1 a una resolución de 1 km.

Para asegurar que el modelo representa la mayor cantidad de fenómenos meteorológicos posibles, representativos de las diferentes escalas meteorológicas (sinóptica, mesoescala, microescala), la modelización meteorológica se ha aplicado sobre una arquitectura de mallas anidadas que definen una serie de dominios (véase Tabla 1).

Tabla 1: Características de los dominios de modelización considerados.

Característica	Dominio D01	Dominio D02	Dominio D03	Dominio D04
Resolución	27 x 27 km ²	9 x 9 km ²	3 x 3 km ²	1 x 1 km ²
Número de celdas	64 x 64	64 x 64	64 x 64	64 x 64
Extensión del dominio	1728 x 1728 km ²	576 x 576 km ²	192 x 192 km ²	64 x 64 km ²
Modelo Aplicado	WRF-ARW v3.9.1.1	WRF-ARW v3.9.1.1	WRF-ARW v3.9.1.1	WRF-ARW v3.9.1.1

2.3.2 Selección del año más representativo

Para realizar la simulación y caracterizar el proyecto de la forma más genérica posible, primeramente, se seleccionó el año más representativo de los últimos sucedidos. Por ello, se analizaron los últimos cinco años con el objetivo de caracterizar la meteorología de la zona de estudio. Los datos meteorológicos de observaciones para la selección del año más representativo obtuvieron a partir los informes climatológicos anuales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

La elección del año meteorológico de análisis se ha basado en los criterios indicados en la Guía de buenas prácticas para la elaboración de modelos de dispersión del Gobierno Vasco (sección 3), ya que no existe una guía de carácter nacional o local. Estos criterios priorizan la proximidad temporal y recomiendan filtrar los años húmedos (con muchos días con precipitación).

Los informes anuales de los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 de la página web de AEMET indican que, de estos últimos cinco años, es el año 2021 el único considerado como un año normal, en cuanto a precipitación se refiere. El año 2018 resultó un año muy húmedo, mientras que 2019, 2020 y 2022 fueron años entre muy cálidos y extremadamente cálidos. Por ello, y siguiendo las indicaciones de la Guía de buenas prácticas comentada previamente, se seleccionó el año 2021 para la realización de los trabajos, considerando los datos meteorológicos del año 2021 como representativos de la zona de estudio.

Por otro lado, se seleccionaron dos estaciones meteorológicas de la red de AEMET para la asimilación de datos con CALMET, “3100B” y “3344E” localizadas en los municipios de Aranjuez y Villanueva de la Cañada respectivamente. En la Tabla 2 se resume la localización de las estaciones y los datos meteorológicos considerados. La integración de datos de estas estaciones se realizó mediante el modelo CALMET, tal y como indicado anteriormente, que combina tras un procesado, los datos meteorológicos obtenidos mediante modelización WRF, con datos observados de parámetros como temperatura, humedad relativa, presión, velocidad y dirección del viento. Los datos de estas estaciones se consideran validados y confirmados como precisos o confiables por AEMET después de un análisis de validez.

Tabla 2: Estaciones meteorológicas de AEMET consideradas.

Estación	Localidad	Latitud	Longitud	Variables
3100B	Aranjuez	40.438°	-3.546°	Velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa
3344E	Villanueva de la Cañada	40.438°	-4.002°	Velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa

Las características generales consideradas en el estudio de dispersión se resumen a continuación.

Tabla 3: Configuración general y dominio considerados en el modelo de dispersión.

Características	Datos
Periodo de simulación	2021-01-01 00:00 a 2022-01-02 00:00
Zona horaria	UTC +0100
Zona UTM	30 N
Elipsoide	WGS-84
Centro UTMX (km)	430.487
Centro UTM (Y) (km)	4449.287
Número de puntos X	80
Número de puntos Y	80
Resolución (km)	0,200
Niveles verticales (m)	0, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1200, 2000, 3000, 4000

2.3.3 Mapa de impacto por olores

Los resultados de la modelación se presentan en la forma de contornos de olor, isodoras (líneas conectando puntos con igual frecuencia de ocurrencia), para promedios anuales de concentración de 1 hora de $x \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ al 98 percentil, que en notación corta se expresa: $C_{98, 1\text{-hora}} = x \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$.

Estos valores representan el nivel de concentración de olor (promedios horarios) a que pueden estar expuestos los puntos receptores (zonas residenciales) inseridos en dichos contornos durante el 2% de las horas de un año (percentil 98). Cabe destacar que el término impacto por olores, viene siempre asociado a una exposición promediada durante un periodo largo de tiempo (mínimo 1 año), que es lo que representa el mapa de dispersión.

El criterio de impacto adoptado en este estudio es el definido en el del proyecto de ley contra la contaminación odorífera de Cataluña. En el caso de la instalación en estudio (sector de tratamiento de residuos) el límite de impacto es de $C_{98, 1\text{-hora}} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$.

3 Resultados

3.1 Tasa de emisión de olores

La tasa de emisión de olores de una fuente determinada se define como el producto entre el caudal del aire descargado y la concentración de olor que contiene. Del inventario de fuentes indicado en la sección 2.1, se han tomado las consideraciones que se detallan a continuación para cada una de ellas.

3.1.1 Nave de recepción y pretratamiento de residuos

Teniendo en cuenta la tipología y cantidad de residuos tratados (38.500 t/año de FORS y 31.500 t/año de residuos orgánicos comerciales), así como la configuración de la planta (equipada con un sistema de extracción general del aire), se ha considerado que la concentración de olor de la **nave de recepción y pretratamiento**, donde está ubicado el foso de descarga de los residuos, será de 10.000 ou_E/m³.

Se ha considerado también que, con la abertura de las puertas de acceso al foso de residuos no envasados, la concentración de olor de la nave de recepción y pretratamiento se equilibrará con la de la cámara de entrada de los camiones para la descarga de los residuos no envasados.

Para estimar la tasa de emisión de olores en esta cámara de descarga y en la nave de recepción y pretratamiento donde se descargan los residuos comerciales envasados, se ha considerado que cada vez que se abren las puertas para la entrada/salida de camiones se emite hacia el exterior un caudal equivalente a 2,5 renovaciones por hora, equivalentes al caudal succionado por el sistema de extracción y tratamiento de aire dimensionado para esta nave, siendo la concentración de olor en su interior de 10.000 ou_E/m³.

Para la **cámara de descarga de residuos no envasados**, se ha tenido en cuenta que la abertura de puertas ocurre el 2,1 % del tiempo total de funcionamiento de la instalación durante un año (9 descargas diarias, 5 minutos de abertura de puertas para la entrada/salida de camiones, en un horario de 8h a 18h, durante un total de 250 días de funcionamiento anuales). A partir de este coeficiente y considerando el volumen de esta cámara de 3704 m³, se obtiene una tasa de emisión de olor de 551 ou_E/s. En el estudio de impacto, se ha considerado el escenario más desfavorable con la entrada en simultáneo de 3 camiones.

Para la nave de recepción y pretratamiento por donde entran los **residuos comerciales envasados**, se ha estimado que el tiempo de abertura de puertas es del 1,2 % (entrada de 5 camiones al día por separado, 5 minutos de abertura de puertas para la entrada/salida de camiones, en un horario de 8h a 18h, durante un total de 250 días de funcionamiento anuales). Teniendo en cuenta que el volumen de la nave (excluyendo el volumen de la cámara de descarga) es de 15.568 m³, la tasa de emisiones estimada en este caso es de 1.286 ou_E/s.

Con relación a las emisiones por vías fugitivas debido a la **retirada de impropios** de la nave de recepción y pretratamiento, se ha considerado la entrada de un total de 3 camiones diarios por separado. Aplicando los mismos criterios que antes, el tiempo de aberturas de puertas considerado representa 0,7% del tiempo total de funcionamiento de la planta. La tasa de emisión de olores resultante en este caso es de 771 ou_E/s.

3.1.2 Nave de compostaje

Se ha considerado que la concentración de olor en el interior de la **nave de compostaje** es de 20.000 ou_E/m³. Esta concentración de olor de referencia se basa en un extenso número de campanas de medición de olor (EN 13725) realizadas por Olfasense durante los últimos 25 años de actividad para instalaciones con características similares. Teniendo en cuenta una extracción y tratamiento del aire de la nave de 130.210 m³/h, correspondiente 2,8 renovaciones por hora (esta nave tiene un volumen de 46.503 m³), se ha obtenido una tasa de emisión de 723.387 ou_E/s. Este coeficiente de emisión se derivará hacia un **sistema de desodorización** para su tratamiento que funcionará de forma continua (ver punto 3.1.4), antes de ser emitidas hacia el exterior.

3.1.3 Nave de afino y almacén de compost

Las emisiones generadas por el **proceso de afino final** se estiman esencialmente con base al movimiento de aproximadamente 112 toneladas diarias de compost final y, en menor medida, al movimiento del material

estructurante (82,38 t/día) y de los impropios resultantes del cribado y afino del compost (18,30 t/día). Teniendo estos valores en cuenta, se ha estimado una concentración de olor en aire ambiente de la nave de 8.000 ou_E/m³.

Se ha considerado también que las emisiones por vías fugitivas de esta nave ocurrirán durante la abertura de puertas para la entrada de camiones con material estructurante. Este tiempo de **apertura de puertas** representará el 1,0 % del tiempo total de funcionamiento de la instalación (4 camiones/día, 5 minutos de abertura de puertas para la entrada/salida de camiones, en un horario de 8h a 18h, durante un total de 250 días de funcionamiento anuales). La tasa de emisión de olor resultante es 1.376 ou_E/s. Siguiendo el mismo criterio, las emisiones fugitivas relativas a la retirada de compost final (8 camiones/día) y de impropios del compost (1 camión/día) representan el 1,9 % y 0,2 % del tiempo total de funcionamiento de la planta, respectivamente. En este caso la tasa de emisión de olor resultantes de estas actividades son 2.752 ou_E/s y 344 ou_E/s, respectivamente.

Igual que para las emisiones fugitivas de la nave de recepción y pretratamiento durante el tiempo de abertura de puertas, se ha adoptado el criterio de considerar que las emisiones fugitivas son equivalentes a 2,5 renovaciones por hora, equivalentes al caudal succionado por el sistema de extracción y tratamiento de aire dimensionado para esta nave.

3.1.4 Sistema de desodorización

El sistema de desodorización de la futura planta de tratamiento de residuos tratará las emisiones provenientes de la **nave de compostaje**. Tal como se ha indicado en el apartado 3.1.2, el aire extraído de esta nave tendrá un caudal de 130.210 m³/h y una concentración de olor 20.000 ou_E/m³, correspondiente a un coeficiente de emisión de 723.387 ou_E/s. Este flujo será enviado a dos cámaras de mezcla y posteriormente será distribuido por **cuatro torres de lavado químico**, con un caudal previsto de tratamiento cada una de 32.552 m³/h.

El tratamiento químico constará de una fase de lavado ácido para eliminar los compuestos volátiles alcalinos, incluyendo el amoníaco característico del proceso de compostaje, seguido de un tratamiento por oxidación para eliminar los compuestos orgánicos volátiles. Finalmente, el aire tratado será sometido a un proceso de **biofiltración** que constará de dos módulos independientes, antes de su descarga a la atmosfera.

Aplicando un criterio conservador, se ha considerado una eficacia de eliminación de olores de las torres de lavado químico del 65%. Teniendo en cuenta que la tasa de emisión de olor a tratar en cada torre será de 180.847 ou_E/s, la tasa de emisión de olor resultante a enviar a los módulos de biofiltración será de 253.185 ou_E/s, con una concentración de olor de 7.000 ou_E/m³.

Se ha considerado que la eficacia de eliminación de olores del sistema de biofiltración será del 90%. Consecuentemente, la concentración máxima de olor a la salida del tratamiento será de 700 ou_E/m³, correspondiente a una tasa total de emisión de olor de 25.319 ou_E/s.

Bajo condiciones óptimas de funcionamiento, los equipos de biofiltración tienen una eficiencia de eliminación de olores de entre 80 % y 90 % pudiendo llegar hasta el 98 %. La eficacia de eliminación de olores del 90% considerada en este estudio tiene como base la experiencia de Olfasense en la realización de numerosas campañas de monitorización para instalaciones similares. El valor considerado del 90% de eficiencia para la biofiltración corresponde a un tiempo de uso a medio término (no en estadio inicial) y para un sistema bien mantenido. El caudal de aire tratado por los dos módulos de biofiltración se emitirá por la superficie del medio de biofiltración (656 m²), que tendrá aproximadamente 1,5 – 2,0 m de profundidad. La velocidad de salida del aire resultante será de 0,06 m/s durante las 24 horas del día durante todo el año.

Tomando las emisiones promediadas a nivel anual de acuerdo con los tiempos de operación estimados para cada proceso/foco de emisión aportados por el cliente, se concluye que la **tasa global de emisión de olor** de la planta es de 32.397 ou_E/s. El **biofiltro** es el principal foco de emisión, contribuyendo con un 78,2 % a la tasa anual de emisión de olor de la planta, seguido por las emisiones fugitivas de la nave de afino para la retirada de compost final con un 8,5 % de contribución sobre las emisiones totales de la planta, y alrededor del 4,0 – 4,2 % para la descarga de material estructurante en la nave de afino/almacén de compost y para la descarga de residuos comerciales en la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento.

En términos de promedio anual, las emisiones fugitivas resultantes de la descarga de residuos orgánicos (FORS y comerciales) en el foso, y la retirada de impropios de la nave de recepción/pretratamiento y de la nave de afino/almacén de compost representan el restante 5,1 % de las emisiones totales.

En la Tabla 4 se resumen la concentración y la tasa de emisión de olor de cada fuente, promediada en base anual en función del tiempo de operación estimado, el caudal de emisión, y la contribución de cada fuente sobre el total de las emisiones.

Estos parámetros, junto con las coordenadas, las áreas y alturas de los puntos de emisión, las tasas de emisión de olor por superficie, y la velocidad del aire emitido, son necesarios para la modelización de la dispersión de los olores en el entorno de la planta, descrita en el apartado 3.2. En la Figura 5 se ilustra la localización de cada fuente (puertas de las naves y los dos módulos del biofiltro) considerada en este estudio sobre un ortofotomapa.

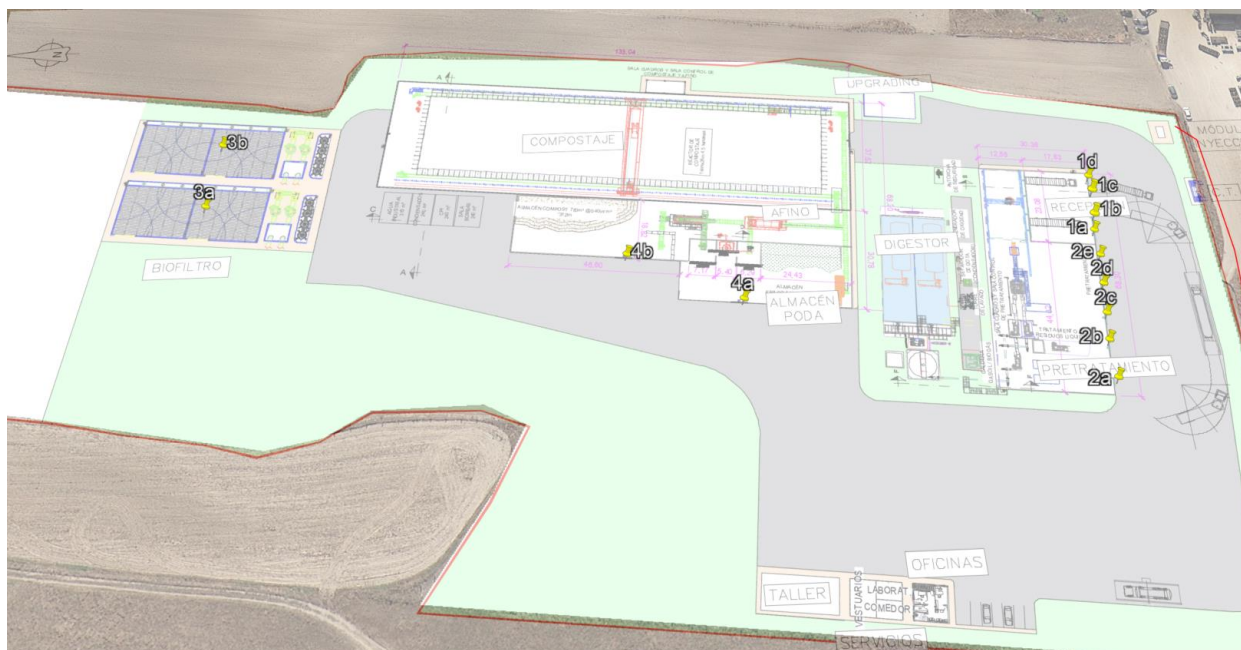


Figura 5: Localización de las fuentes de emisión consideradas en el presente estudio.

Tabla 4: Tasa de emisión de olores y otros parámetros de los focos de emisión.

Código	Fuente de emisión	Emisión de olor [ouE/s]	Caudal total [m³/s]	Factor de tiempo [8760 h/año]	Concentración de olor [ouE/m³]	Contribución de la fuente [%]	Comentarios
1	Emisiones Fugitivas de la Cámara de acceso al Foso (Edificio de Recepción / Pretratamiento) por la entrada/salida de camiones para la descarga de biorresiduos y 20% residuos comerciales (sin envases)	551	2,57	0,021	10.000	1,7%	Emisión de área por las 4 puertas del edificio, que corresponden a la leyenda 1a/1b/1c/1d de la Figura 5
2	Emisiones fugitivas de la zona de Pretratamiento (Edificio de Recepción / Pretratamiento) por la entrada/salida de camiones para descarga de 80% residuos comerciales/envases	1.286	10,81	0,012	10.000	4,0%	Emisión de área por las 5 puertas del edificio, que corresponden a la leyenda 2a/2b/2c/2d/2e, de la Figura 5
3	Emisiones fugitivas de la zona de Pretratamiento (Edificio de Recepción / Pretratamiento) para la entrada/salida de camiones para la retirada de impropios	771	10,81	0,007	10.000	2,4%	Emisión de área por las 5 puertas del edificio, que corresponden a la leyenda 2a/2b/2c/2d/2e de la Figura 5
4	Emisiones Biofiltro (dos módulos)	25.319	36,17	1,000	700	78,2%	Emisión de área de los dos módulos del biofiltro, que corresponden a la leyenda 3a/3b de la Figura 5
5	Emisiones Fugitivas del Edificio de Afino y Almacén del Compost por la entrada/salida de camiones para la descarga de material estructurante	1.376	18,08	0,010	8.000	4,2%	Emisión de área por una de las puertas del edificio, que corresponde a la leyenda 4a de la Figura 5
6	Emisiones Fugitivas del Edificio de Afino del Compost para la entrada/salida de camiones para descarga de material estructurante retirada impropios del cribado y afino del compost	344	18,08	0,002	8.000	1,1%	Emisión de área por una de las puertas del edificio, corresponde a la leyenda 4a de la Figura 5
7	Emisiones Fugitivas del Edificio de Afino del Compost para la entrada/salida de camiones para retirada del compost final	2.752	18,08	0,019	8.000	8,5%	una de las puertas del edificio, corresponde a la leyenda 4b de la Figura 5
TOTAL		32.397				100,0%	

3.2 Modelización del impacto

En la Figura 6 se ilustra la rosa de vientos del relativo al año 2021 en la zona donde se situarán las futuras instalaciones objeto del presente estudio. En los anexos se adjuntan las rosas de vientos de las diferentes franjas horarias del día y de los diferentes meses/estaciones del año. Esta información ha permitido verificar que los vientos predominantes provienen de dirección nordeste (NE) hacia sudoeste (SO), y que se caracterizan por unas velocidades relativamente bajas de entre 0.5 y 5 m/s y moderadas de entre 5 y 10 m/s, representando frecuencia de alrededor del 20% anual. En menor medida, con una frecuencia de alrededor un 10% anual, también se dan vientos del oeste (O)/Sudoeste (SO) hacia el este (E)/nordeste (NE).

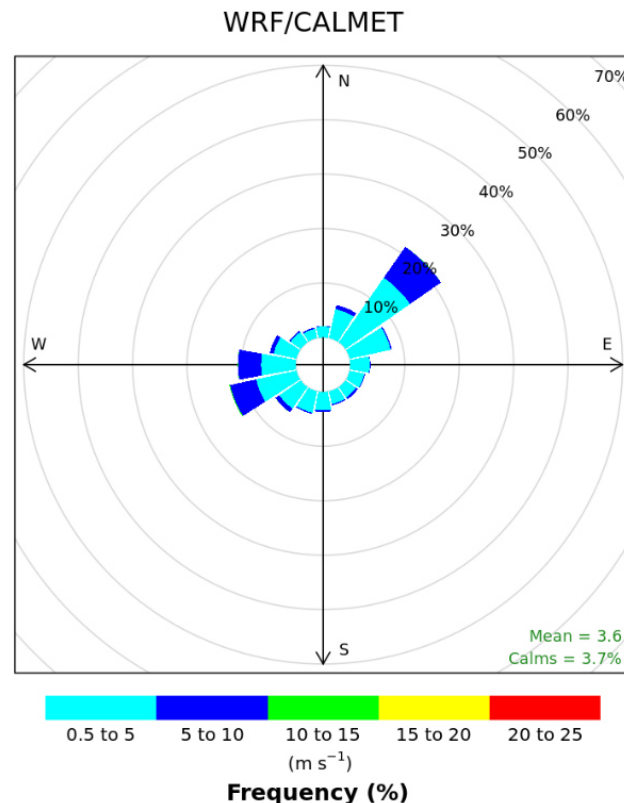


Figura 6: Rosa de vientos del año 2021 resultantes del procesado con CALMET.

Los mapas de dispersión de olores se han ilustrado con isodoras (contornos con el mismo nivel de inmisión de olores) para las siguientes concentraciones de olor: $C_{98, 1\text{hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Los valores de $C_{98, 1\text{hora}} = 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ representan el umbral de detección olfativo. Con valores de $C_{98, 1\text{hora}}$ entre 1 y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ es probable que la mayoría de la población detecte un olor, sin lograr reconocerlo/identificarlo claramente.

Los valores de $C_{98, 1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ corresponde al límite utilizado para plantas de tratamiento de residuos sólidos urbanos, según el proyecto de ley de Cataluña. Los contornos representan el área donde la máxima concentración a nivel del suelo promediada en 1 hora es de $x \text{ ou}_E/\text{m}^3$ para el 98% de las horas del año. En otras palabras, en el restante 2% de las horas del año (un total de 175 horas) esta concentración puede ser excedida, siendo esta duración suficiente para generar una molestia por olores en función del tipo de instalación industrial.

Para las simulaciones de dispersión atmosférica de las emisiones odoríferas de la planta, se han tenido en cuenta los siguientes escenarios:

- Escenario 1: Mapa de impacto por olores de la situación prevista de funcionamiento de la planta, considerando el tiempo de operación anual de la misma y promedios de 1 hora para el percentil 98 ($C_{98, 1h} = x \text{ ou}_E/\text{m}^3$). Se han considerado las tasas de emisión anuales (ou_E/s) indicadas en la Tabla 4. Este escenario se corresponde con el criterio definido en el proyecto de ley de los olores de Cataluña.

- Escenario 2: Mapa de impacto por olores de la situación prevista de funcionamiento de la planta considerando el tiempo de operación anual de la misma y promedios de 5 minutos para el percentil 98 ($C_{98, 5min} = x \text{ ou}_E / \text{m}^3$). Se pretende con este escenario confirmar si existen picos de emisión de olores, tomando como referencia el tiempo de abertura de las puertas de las naves (5 minutos). Este escenario permitirá identificar si se producen emisiones intensas, pero de corta duración, que puedan dar lugar a quejas por parte de la población, que en el Escenario 1 podrían pasar desapercibidas al estar promediadas por cada hora. Se han considerado las tasas de emisión anuales (ou_E / s) indicadas en la Tabla 4.

En los anexos se presentan los mapas de impacto de las fuentes consideradas en este estudio tanto para el escenario 1 ($C_{98, 1h} = x \text{ ou}_E / \text{m}^3$), así como para el escenario 2 ($C_{98, 5min} = x \text{ ou}_E / \text{m}^3$).

3.2.1 Escenario 1

En la Figura 7 se ilustran los resultados del escenario 1. Las isodoras $C_{98, 1hora} = 1 \text{ ou}_E / \text{m}^3$ y $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E / \text{m}^3$ se presentan en amarillo y rojo, respectivamente. Se verifica que la instalación no supera el impacto por olores definido en el proyecto de ley de contaminación odorífera de Cataluña ($C_{98, 1hora} \leq 3 \text{ ou}_E / \text{m}^3$). Las emisiones de olores de la planta generan una concentración en inmisión de $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E / \text{m}^3$ a una distancia máxima aproximada de 300 m, no alcanzando zonas residenciales. Cuanto a la concentración de $C_{98, 1hora} = 1 \text{ ou}_E / \text{m}^3$ (umbral de detección de olor), se prevé que los olores de la planta se podrán percibir a mayores distancias (aproximadamente hasta 800 m hacia dirección sudoeste).

En este último caso, dos viviendas aisladas que se encuentran en el camino de Cubas, a aproximadamente 400 m a NE de la planta, se encuentran dentro del perímetro de esta isodora. Consecuentemente, los residentes podrían notar los olores de la planta por encima del umbral de detección un 2% del tiempo del año.

Según el criterio de impacto definido en el proyecto de ley de Cataluña, no se espera que esta situación pueda causar molestias a los residentes.

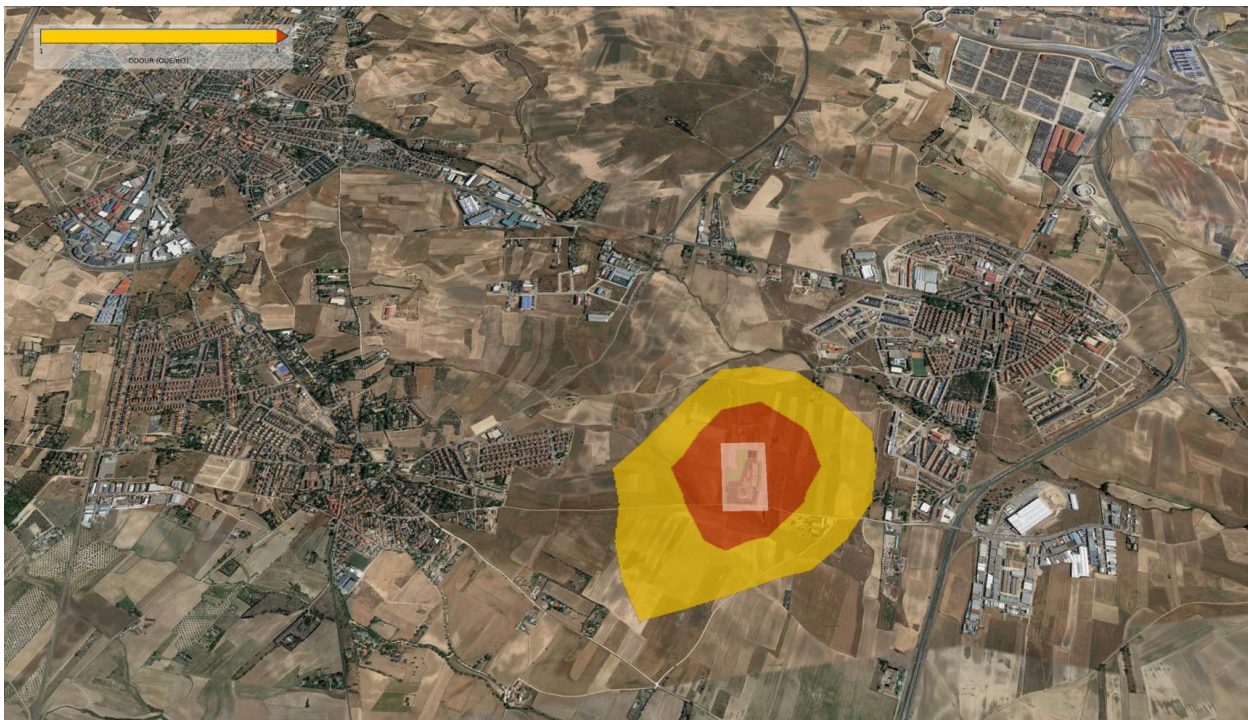


Figura 7: Mapa de impacto por olores de la planta de biometanización de Cubas de La Sagra, para las isodoras $C_{98, 1hora} = 1$ (umbral de detección) y $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E / \text{m}^3$ (según la regulación ambiental).

Si analizamos los resultados de los mapas de impacto de las diferentes fuentes de emisión por separado (Anexo 5.2.1), se verifica que la isodora de $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ que mayores distancias alcanza, hasta unos 275 m, se corresponde con las emisiones de los biofiltros. La isodora de $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ de las emisiones por vías fugitivas por la retirada de compost de la nave de afino y almacén de compost se extiende a una distancia máxima aproximada de 140 m. Para los restantes focos, esta isodora es prácticamente inexistente.

3.2.2 Escenario 2

En la Figura 8 se presenta el mapa considerado en el escenario 2. Se verifica que los olores de la planta pueden ser percibidos a una concentración $C_{98, 5min} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ hasta una distancia máxima aproximada de 520 m en dirección SO. No se encuentra ninguna vivienda dentro de este dominio.

En el caso del contorno de $C_{98, 5min} = 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, la isodora se extiende hasta una distancia máxima aproximada de 1.150 m desde la planta en dirección SO. Se observa que algunas viviendas aisladas de la población de Cubas de la Sagra, a unas distancias aproximadas de 1000 m, se encuentran dentro del área del contorno. Asimismo, algunas viviendas aisladas a NE de la población de Torrejón de la Calzada ubicadas a una distancia aproximada de 750 m, también se encuentran dentro del área de este contorno.

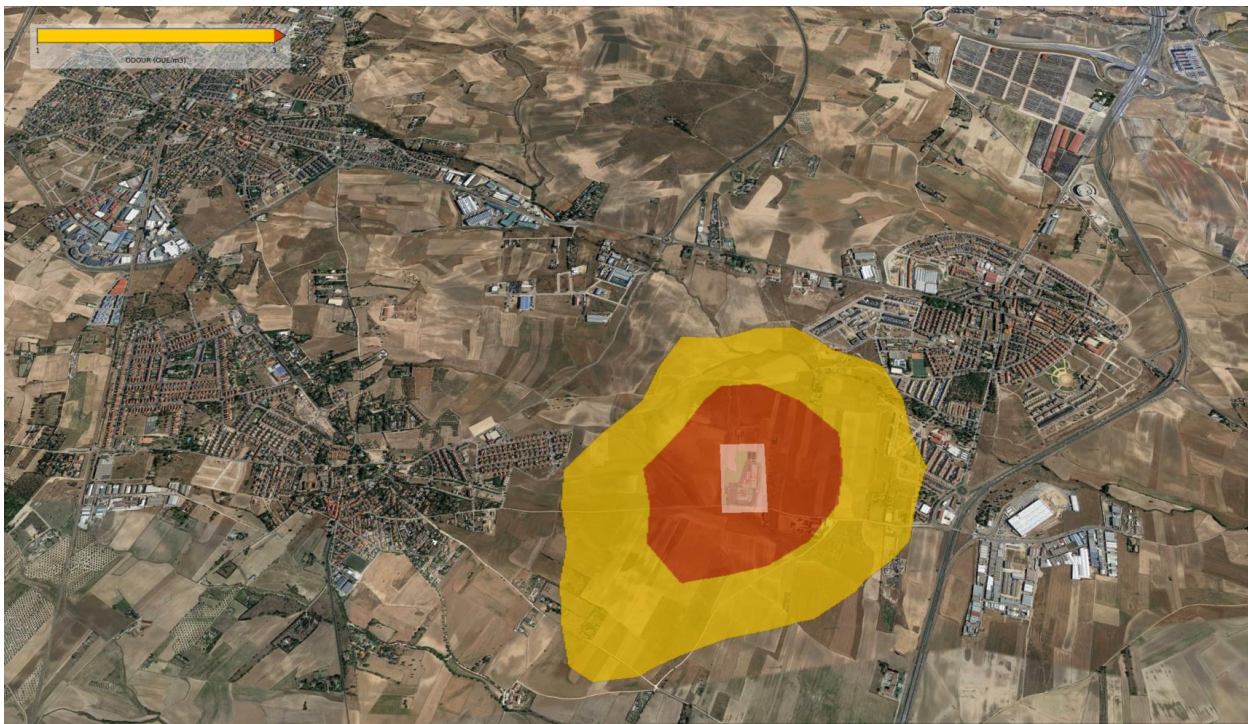


Figura 8: Mapa de impacto por olores de la planta de biometanización de Cubas de La Sagra, para las isodoras $C_{98, 5min} = 1$ y $C_{98, 5min} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Si analizamos los resultados de los mapas de impacto de las fuentes por separado (Anexo 5.2.2), se verifica que la isodora de $C_{98, 5min} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ para las emisiones de los biofiltros y por vías fugitivas para la retirada de compost no afectan a ninguna zona residencial, alcanzando unas distancias máximas aproximadas de 360 m en el primer caso y de 230 m en el segundo caso. Para los restantes focos, esta isodora es prácticamente inexistente.

4 Sumario y Conclusiones

A partir de los resultados expuestos en las secciones anteriores, se proponen las siguientes conclusiones del estudio, que se han agrupado en función del ámbito al que corresponden:

Emisiones de olores de la planta:

1. **Identificación de procesos críticos:** Se han identificado como fuentes relevantes de emisiones de olor las resultantes del sistema de tratamiento de aire mediante cuatro torres de lavado químico (ácido y oxidación) seguido de dos módulos de biofiltración. Asimismo, se han considerado las emisiones fugitivas por la abertura de las naves de recepción y pretratamiento (cámara que da acceso al foso de descarga de residuos orgánicos y la zona de pretratamiento), y de afino y almacén de compost (zona de almacén de poda y zona de almacén de compost terminado) para la descarga de material (FORS, residuos comerciales, material estructurante) y la retirada de impropios y compost final.
2. **Tasa de emisión global de olor de la planta:** Se estima que la tasa de emisión promediada a nivel anual según los tiempos de operación de los procesos más relevantes será de 32.397 ou_E/s.

El biofiltro será el principal foco de emisión, contribuyendo con un 78 % (25.319 ou_E/s) a la tasa anual total de emisión de olor de la planta.

La tasa de emisión de olor de las restantes fuentes, que representa el 22 % del total, provendrán de emisiones por vías fugitivas. Éstas se distribuirán en un 8 % por parte de los gases sin tratar de las emisiones fugitivas para la retirada de compost final de la nave de afino, 4 % para la descarga de residuos comerciales en la zona de pretratamiento, 4 % para la descarga de material estructurante en la nave de afino, 2 % para la descarga de residuos orgánicos en la cámara de la nave de recepción/pretratamiento, 2 % y 1 % para la retirada de impropios de las naves de recepción/pretratamiento y afino, respectivamente.

Modelización de la dispersión atmosférica:

3. **Impacto ambiental de las emisiones de olores:** Se ha verificado que la instalación no superará el nivel impacto por olores definido en el Proyecto de Ley de Olores de Cataluña ($C_{98,1\text{hora}} \leq 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$).

Los olores de la planta lograrán dispersarse hasta una concentración en inmisión de $C_{98,1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ a una distancia máxima aproximada de 300 metros, no alcanzando zonas residenciales.

En cuanto a la concentración de $C_{98,1\text{hora}} = 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (umbral de detección), los olores de la planta se podrán percibir a mayores distancias (aproximadamente hasta 800 metros). En este último caso, dos viviendas aisladas (a NE de la planta) del municipio de Torrejón de la Calzada se encuentran inseridos dentro del área de esta isodora. No obstante, según el criterio del proyecto de ley de olores de Cataluña, esta situación no constituye un impacto de olores.

4. **Potencial máximo de emisiones de la planta:** A modo de ensayo de condiciones menos favorables, se ha analizado un segundo escenario de simulación considerando el promedio anual de 5 minutos para confirmar las distancias de percepción, sobre todo debido a los picos de emisión que se puedan dar por la abertura de naves para la descarga/retirada de material.

Las emisiones por vías fugitivas no suelen alcanzar grandes distancias, pero las emisiones intensas y de corta duración podrían llegar a ser molestas si afectan a las zonas residenciales. En este caso se ha verificado que la planta alcanzaría unos niveles de concentración en inmisión de $C_{98,5\text{min}} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ en las inmediaciones de la planta, a una distancia máxima aproximada de 520 metros al suroeste, no incluyendo ninguna zona residencial.

En cuanto a la concentración equivalente al umbral de detección ($C_{98,5\text{min}} = 1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$), su área de influencia alcanzaría una distancia máxima aproximadas de 1.150 m, incluyendo algunas viviendas aisladas de Cubas la Sagra (a SO) y de Torrejón de la Calzada (a NE).

5. **Mapas de impacto por tipología de fuentes de emisión:** Las fuentes en las que se ha podido determinar la concentración de $C_{98, 1h} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ se corresponde a los dos módulos de biofiltración y a las emisiones fugitivas de la nave de afino para la retirada del compost terminado. El contorno de esta isodora se extiende hasta unas distancias máximas de 275 m y 140 m, respectivamente, no afectando ninguna zona residencial. Para la concentración más desfavorable considerando el promedio anual de 5 minutos ($C_{98, 5min} = 3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) ocurre una situación similar.

Recomendaciones de mejores prácticas/técnicas a adoptar:

6. **Mantenimiento de los módulos de biofiltración:** El biofiltro es la principal fuente de emisión de olores de la planta, por lo que es fundamental garantizar su buen funcionamiento y mantenimiento, durante sus 24 horas de funcionamiento.

Es importante revisar el estado del medio filtrante del biofiltro de forma periódica para prolongar su vida útil. Para ello, se debe asegurar el correcto nivel temperatura del aire (máxima 37 °C – 40 °C), así como el grado de humectación del lecho, el pH, y la concentración de sales/nutrientes, para que las poblaciones microbianas responsables por la biodegradación de los compuestos orgánicos volátiles estén activas.

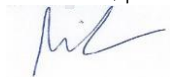
Para determinar el estado del material del lecho biofiltrante, también es importante monitorizar de forma periódica la caída de presión de los gases. Asimismo, se aconseja verificar de forma periódica (idealmente no menos de cada 6 meses) el coeficiente de emisión de olor a enviar a las torres de lavado y biofiltro y su eficacia de tratamiento, mediante campañas de monitorización de olores de acuerdo con el standard EN 13725. La Unión Europea, a través de la Oficina del JRC, ha publicado un documento de referencia donde se detallan una serie de directrices para el buen mantenimiento de las unidades de tratamiento de gases en el ámbito de la gestión de los residuos¹.

7. **Minimización de las emisiones fugitivas:** Existen también opciones para la minimización de las emisiones fugitivas. Para ello se pueden implementar sistemas de extracción de aire en focos localizados, sobre todo en las zonas más críticas de los procesos (p. ej., el foso de descarga de residuos orgánicos, la cámara de descarga de residuos orgánicos, las zonas de almacenamiento de compost final, etc.). Esto permite reducir el volumen total de aire a tratar y que la captación de las emisiones sea más eficaz.

8. **Modificación de las condiciones de operación:** Es importante hacer hincapié en que los protocolos de operación de la planta pueden tener un gran impacto sobre sus emisiones. En la medida de lo posible se deben evitar determinadas actividades que comporten un tiempo prolongado de abertura de las puertas, especialmente teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas predominantes de la zona: 8h a 11h vientos predominantemente de dirección NE hacia SO y entre 12h y 18h predominantemente de SO hacia NE.

Por otra parte, no se deberán acumular los residuos orgánicos en el foso más tiempo del imprescindible, para no favorecer procesos de putrefacción que conllevarán una mayor emisión de compuestos olorosos. Finalmente, determinadas operaciones de mantenimiento que afecten el sistema de tratamiento de gases, o las medidas de contención de las emisiones fugitivas (puertas), deberán planificarse para ser realizadas en las condiciones y momentos en que haya un menor riesgo de emisiones (p. ej. paradas técnicas alternadas de los lavadores/biofiltros).

Barcelona, por



Rita Ribau Domingues,
Olfasense GmbH

¹ Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment:
https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC113018_WT_Bref.pdf

5 ANEXOS

5.1 Rosas de vientos

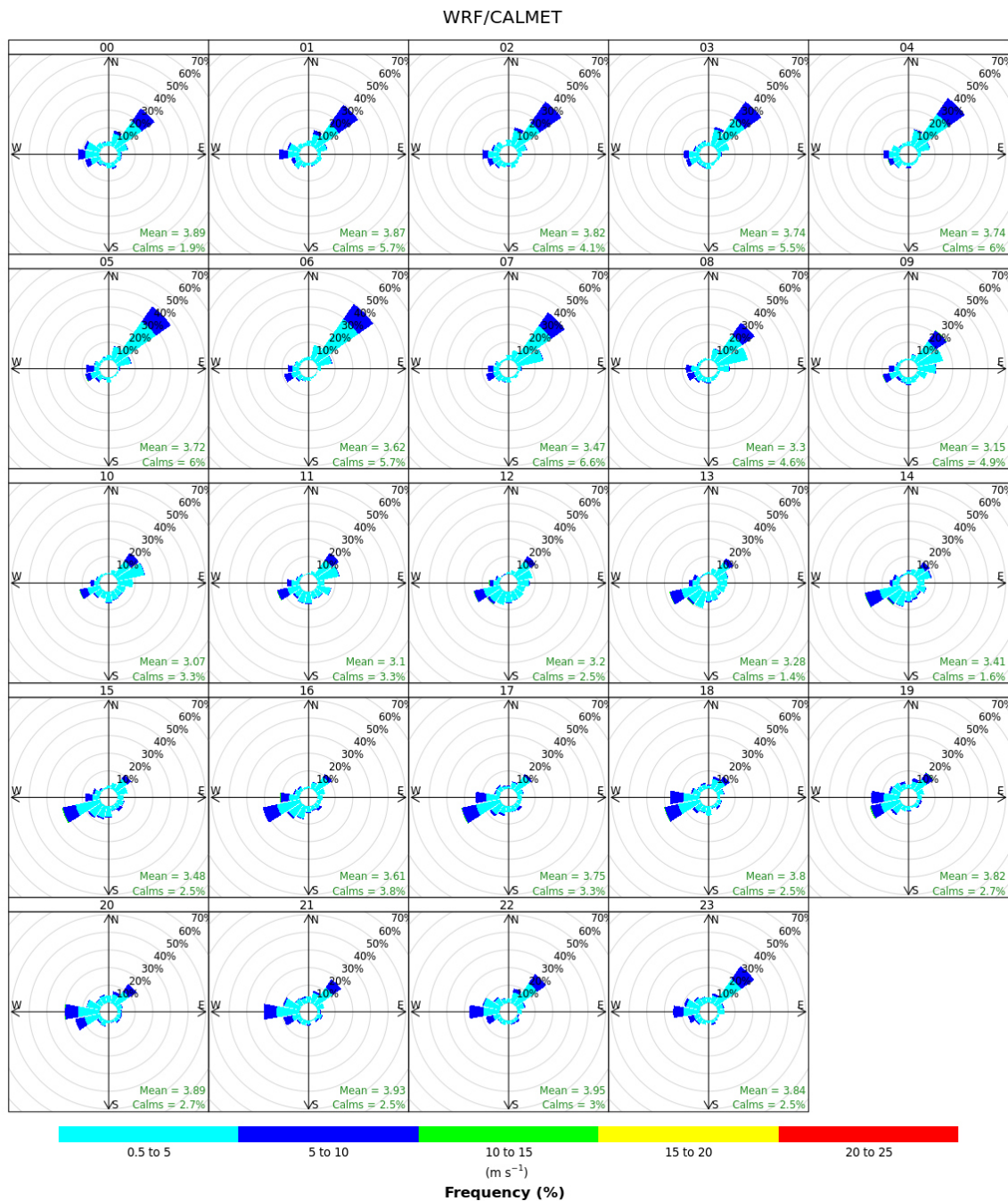


Figura 9: Rosa de vientos de las diferentes horas del día, relativas al año 2021, resultantes del procesado con CALMET.

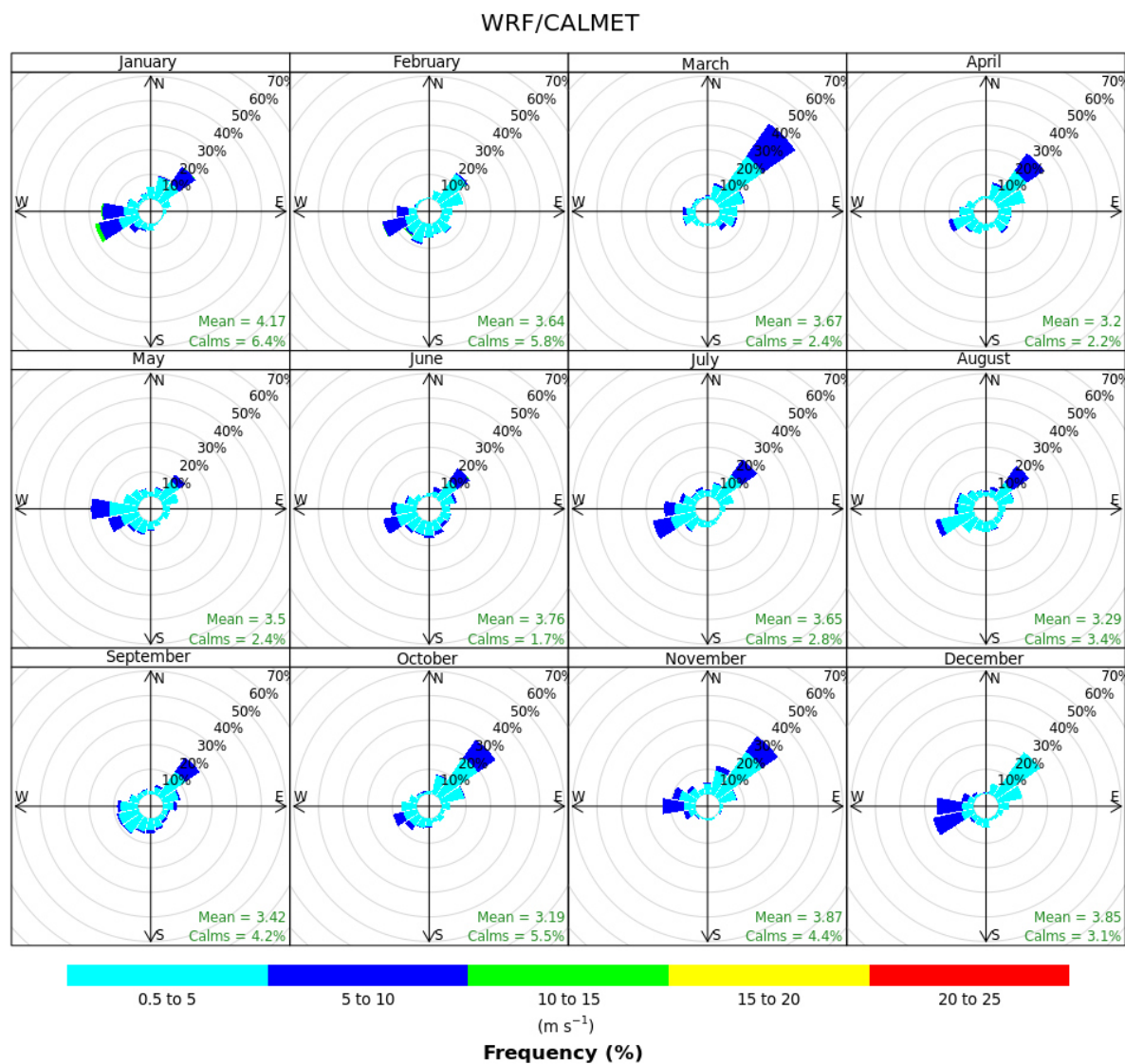


Figura 10: Rosa de vientos de los diferentes meses del año 2021 resultantes del procesado con CALMET.

WRF/CALMET

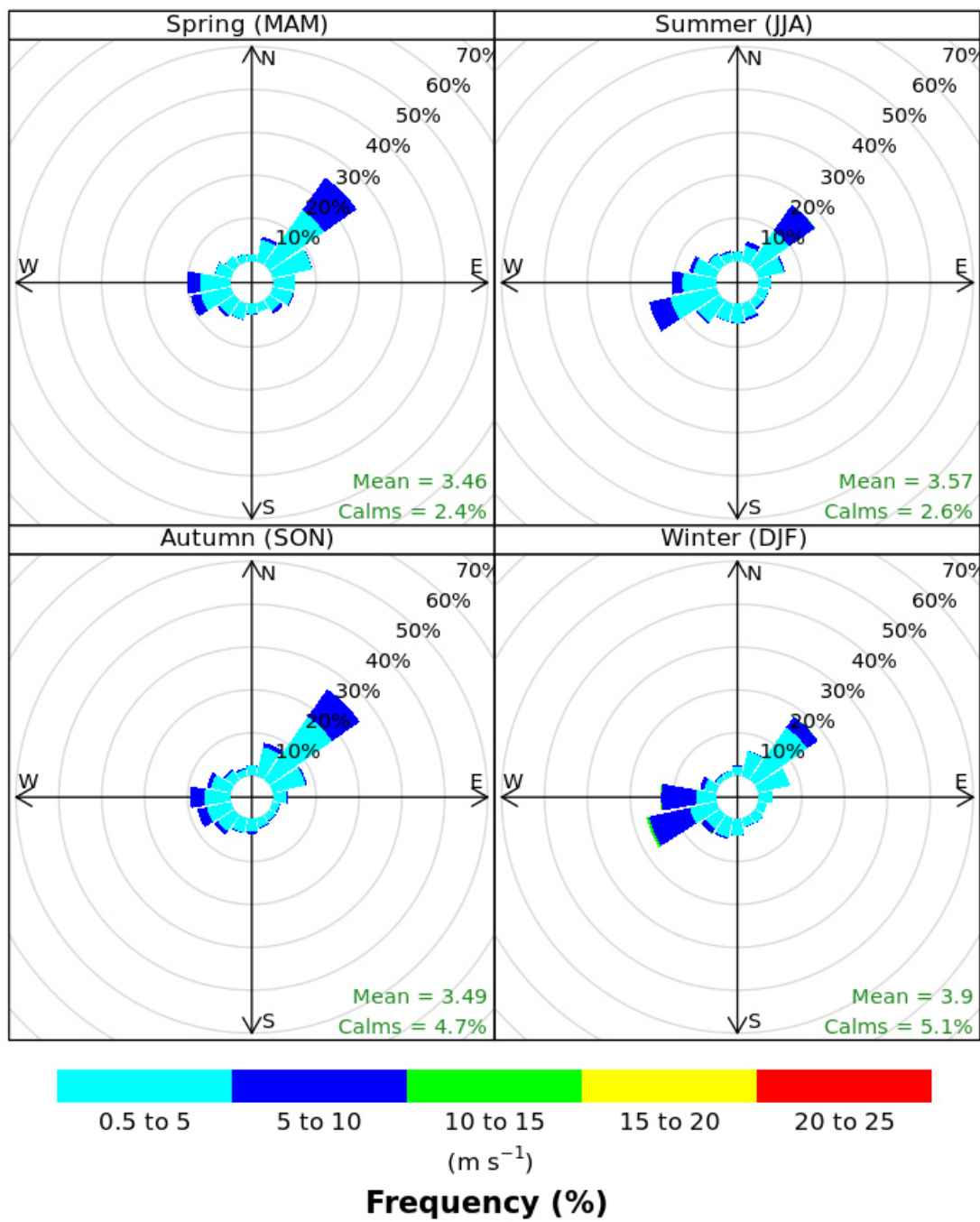


Figura 11: Rosa de vientos de las diferentes estaciones del año 2021 resultantes del procesado con CALMET.

5.2 Mapas de dispersión por tipología de fuentes

5.2.1 Escenario 1 ($C_{98, 1 \text{ hora}}$)



Figura 12: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la cámara de la nave de recepción/pretratamiento durante la apertura de puertas para la descarga de FORS y residuos comerciales, promediada en concentraciones horarias para todo el año, $C_{98, 1 \text{ hora}} = 1 \text{ y } 3 \text{ ouE/m}^3$.

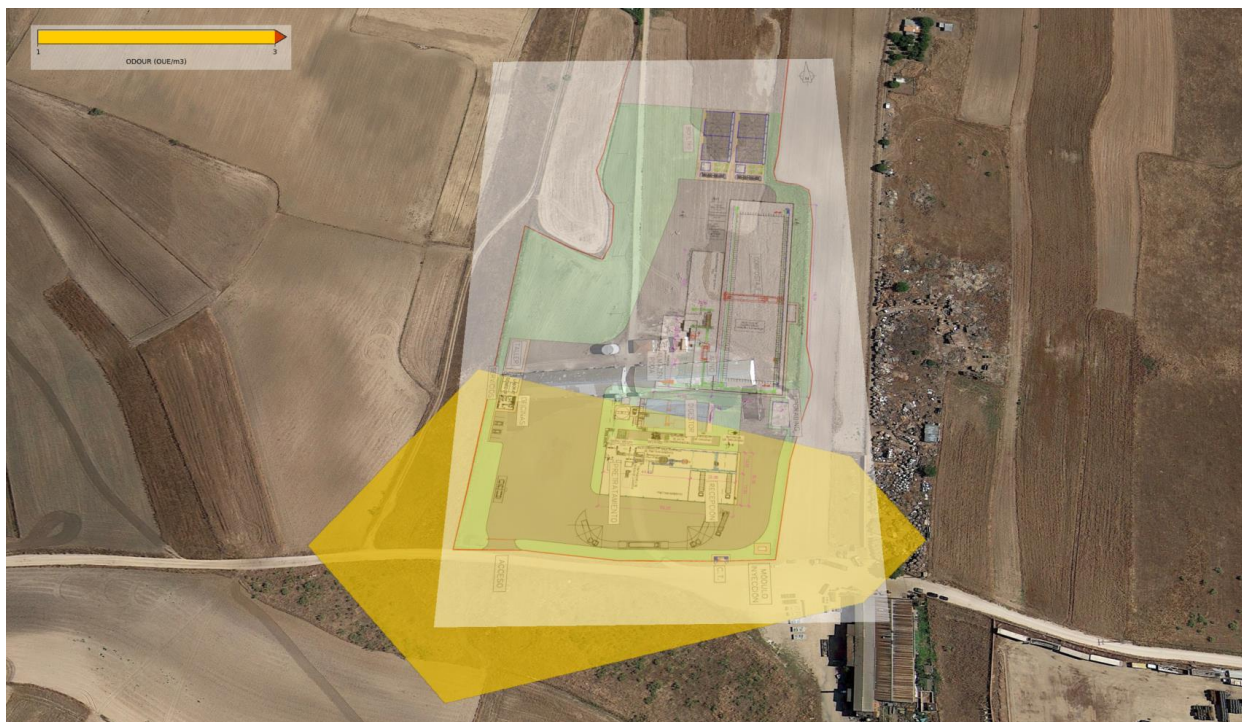


Figura 13: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la apertura de puertas para la descarga de residuos comerciales, promediada en concentraciones horarias para todo el año, $C_{98, 1 \text{ hora}} = 1 \text{ y } 3 \text{ ouE/m}^3$.



Figura 14: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la abertura de puertas para la retirada de improprios, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98,1 \text{ hora}} = 1$ y 3 ouE/m^3 .

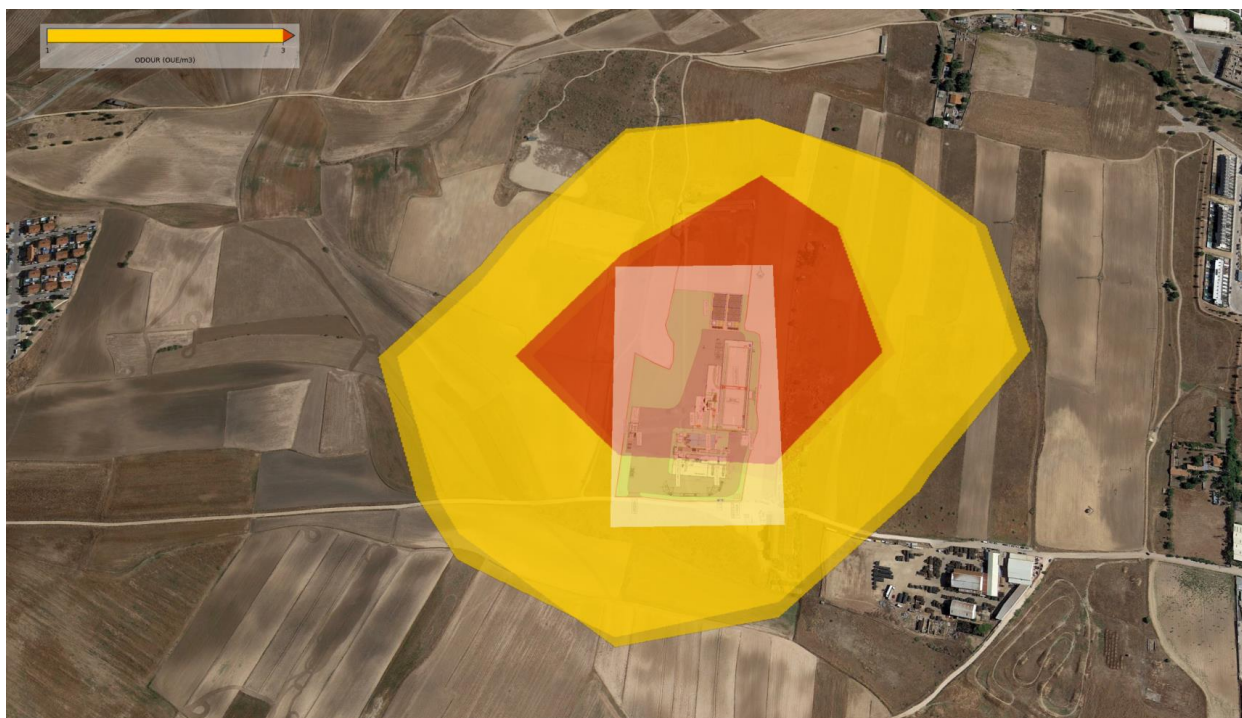


Figura 15: Mapa de dispersión de olores de las emisiones de los dos módulos del biofiltro (superpuestas), promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98,1 \text{ hora}} = 1$ y 3 ouE/m^3 .

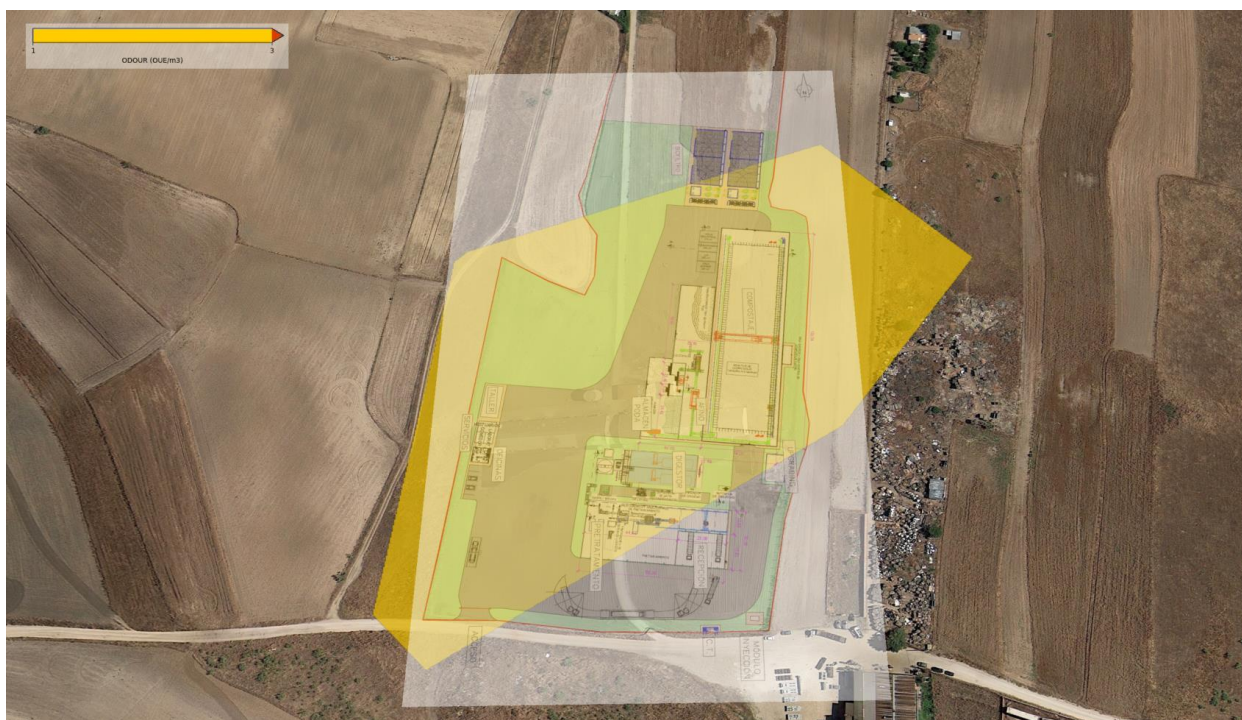


Figura 16: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la descarga de material estructurante, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98, 1 \text{ hora}} = 1 \text{ y } 3 \text{ ou}_{\text{E}}/\text{m}^3$.



Figura 17: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de improprios, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98, 1 \text{ hora}} = 1 \text{ y } 3 \text{ ou}_{\text{E}}/\text{m}^3$.

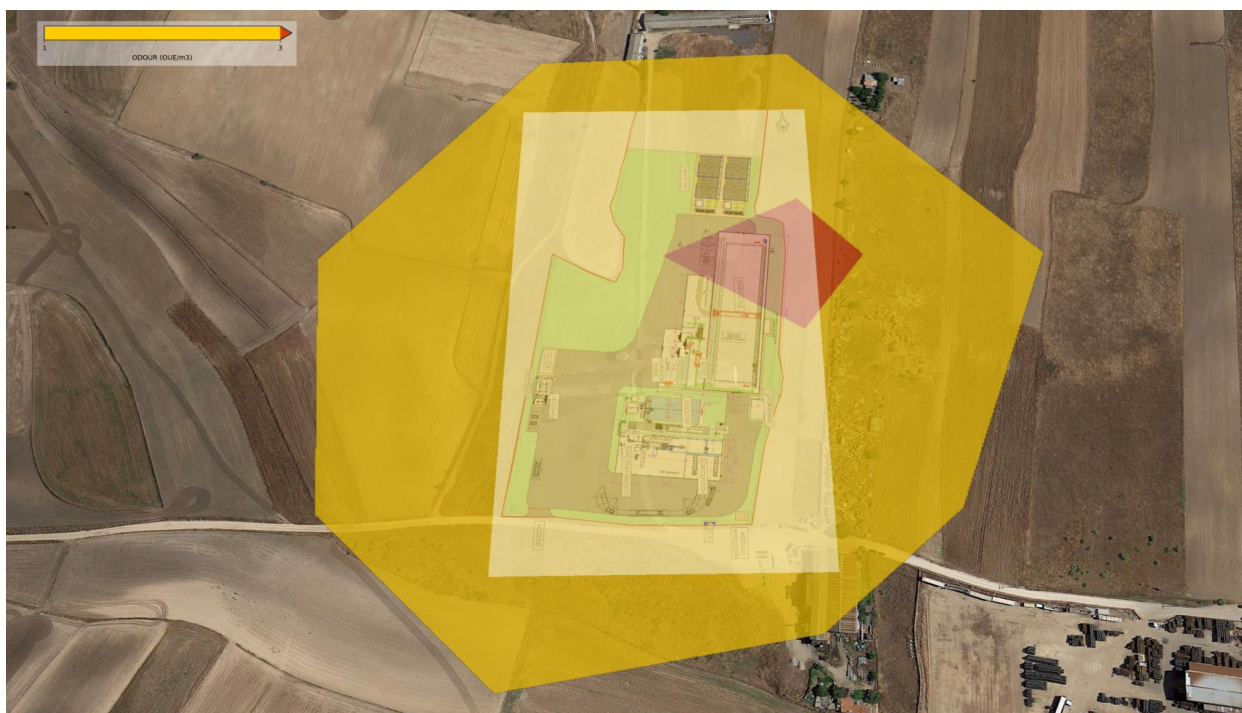


Figura 18: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de afino de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de compost final, promediada en concentraciones horarias para todo el año $C_{98, 1 \text{ hora}} = 1$ y 3 ouE/m^3 .

5.2.2 Escenario 2 ($C_{98, 5\text{min}}$)

Figura 19: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la cámara de la nave de recepción/pretratamiento durante la apertura de puertas para la descarga de FORS y residuos comerciales, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año, $C_{98, 1\text{ hora}} = 1$ y 3 ouE/m^3 .

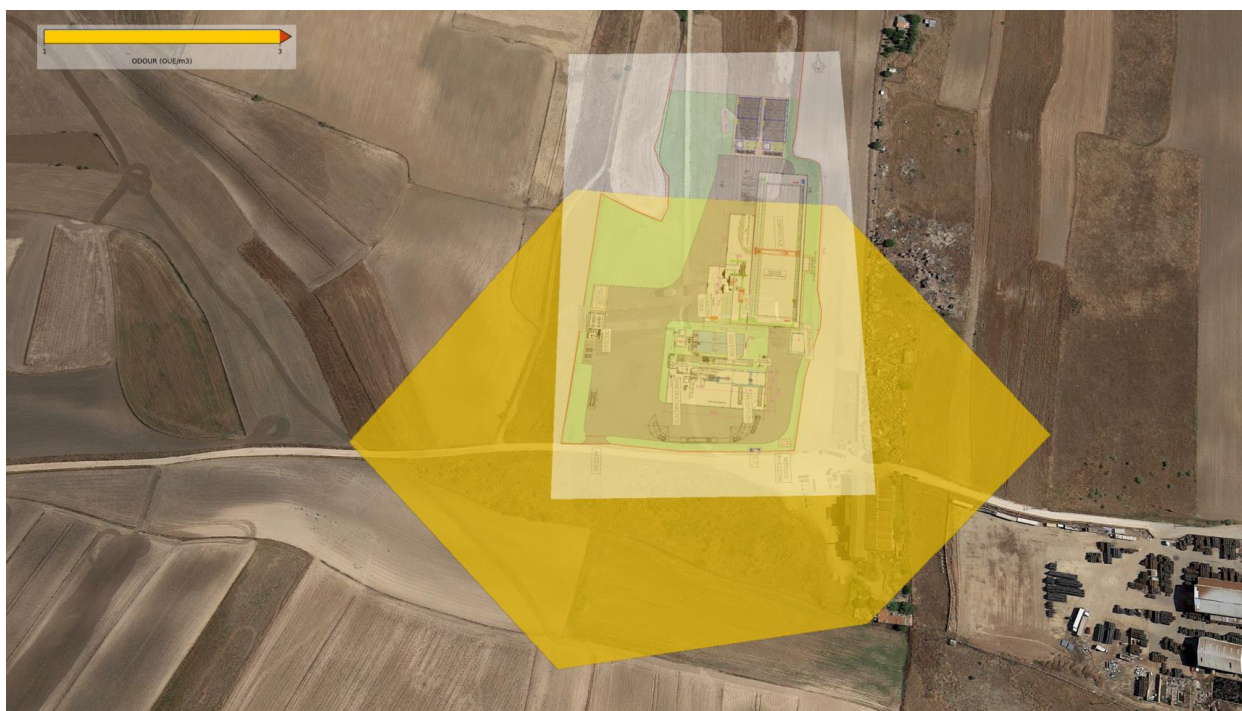


Figura 20: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la apertura de puertas para la descarga de residuos comerciales, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año, $C_{98, 1\text{ hora}} = 1$ y 3 ouE/m^3 .

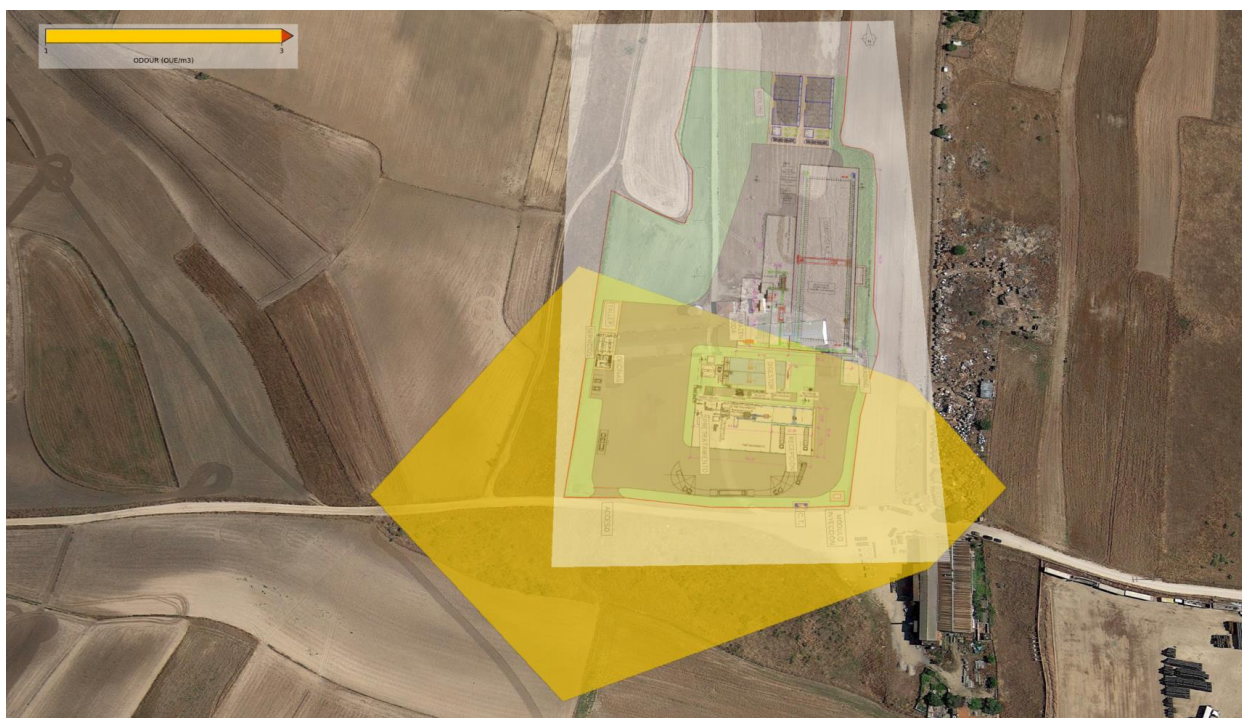


Figura 21: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de pretratamiento de la nave de recepción/pretratamiento durante la apertura de puertas para la retirada de improprios, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año
 $C_{98, 1 \text{ hora}} = 1 \text{ y } 3 \text{ ouE/m}^3$.

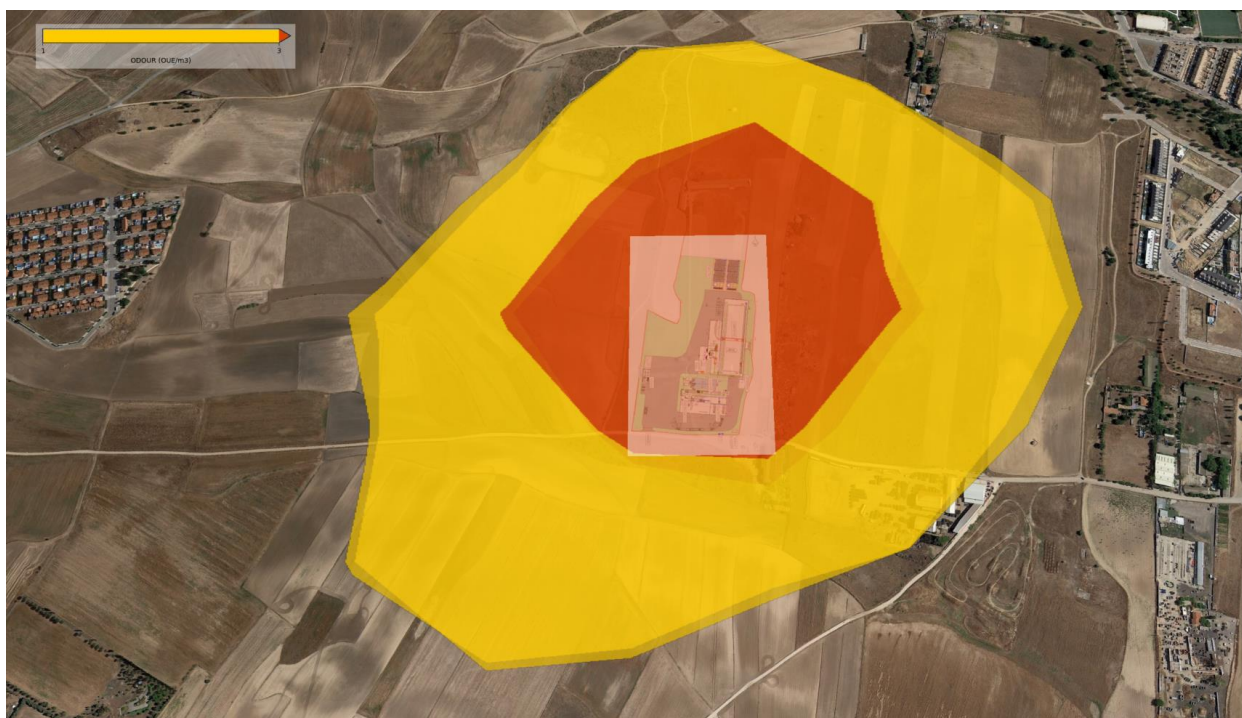


Figura 22: Mapa de dispersión de olores de las emisiones de los dos módulos del biofiltro (superpuestas), promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año
 $C_{98, 1 \text{ hora}} = 1 \text{ y } 3 \text{ ouE/m}^3$.



Figura 23: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la descarga de material estructurante, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y 3 OUe/m^3 .



Figura 24: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de poda de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de improprios, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1\text{ hora}} = 1$ y 3 OUe/m^3 .



Figura 25: Mapa de dispersión de olores de las emisiones fugitivas de la zona de almacén de afino de la nave de afino y almacén de compost para la retirada de compost final, promediada en concentraciones 5-minutales para todo el año $C_{98,1 \text{ hora}} = 1$ y $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.