

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>ANTECEDENTES Y OBJETO .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>HORIZONTES DE CÁLCULO .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>EMISIONES DE CO<sub>2</sub>e .....</b>	<b>4</b>
3.1.	HUELLA DE CARBONO. SITUACIÓN ACTUAL .....	4
3.1.1.	Alcance 1 .....	4
3.1.2.	Alcance 2 .....	6
3.1.3.	Alcance 3 .....	7
3.1.4.	Resultados .....	12
3.2.	HUELLA DE CARBONO. HORIZONTE DE PUESTA EN FUNCIONAMIENTO .....	13
3.2.1.	Alcance 1 .....	14
3.2.2.	Alcance 2 .....	14
3.2.3.	Alcance 3 .....	15
3.2.4.	Resultados .....	19
3.3.	REDUCCIÓN DE EMISIONES .....	20
3.3.1.	Emisiones totales .....	20
3.3.2.	Emisiones relativas .....	21
<b>4.</b>	<b>ESTUDIO DE CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>23</b>
4.1.	MARCO NORMATIVO .....	23
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN .....	24
4.2.1.	Aeronaves .....	24
4.2.2.	Vehículos de apoyo en tierra (GSE/GAV) y unidades auxiliares de energía (APU) ...	27
4.2.3.	Vehículos de transporte en accesos y estacionamientos del aeropuerto .....	28
4.2.4.	Fuentes estacionarias .....	33
4.3.	OTROS DATOS DE ENTRADA .....	34
4.3.1.	Datos meteorológicos .....	34
4.3.2.	Perfiles operacionales .....	36
4.3.3.	Configuración de pistas y calles de rodaje .....	38
4.3.4.	Zonas de estacionamiento .....	39
4.3.5.	Receptores .....	39
4.4.	RESULTADOS .....	40
4.4.1.	Inventario de emisiones .....	40
4.4.2.	Análisis de concentraciones .....	43
4.4.3.	Análisis del riesgo de afectación a la población .....	57
<b>5.</b>	<b>APÉNDICE 1. DATOS DE ENTRADA. HUELLA DE CARBONO SITUACIÓN ACTUAL Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>63</b>
<b>6.</b>	<b>APÉNDICE 2. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS .....</b>	<b>70</b>
<b>7.</b>	<b>APÉNDICE 3. PLANOS .....</b>	<b>74</b>

## 1. ANTECEDENTES Y OBJETO

El objeto de este estudio radica en la evaluación de las emisiones de CO<sub>2</sub>e y de la calidad química del aire de las actuaciones previstas en el proyecto “Actuaciones asociadas a la pista 06R-24L en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona - El Prat” así como de un aumento del número de las operaciones y pasajeros desde la situación actual hasta el año de puesta en servicio de las actuaciones del mencionado proyecto.

## 2. HORIZONTES DE CÁLCULO

Es necesario definir unos horizontes de evaluación que permitan valorar la variación en las emisiones de CO<sub>2</sub>e y la afectación sobre la calidad del aire derivada de los cambios operacionales y de infraestructuras en el aeropuerto. Para ello se han definido dos horizontes de cálculo:

- ✓ **Situación Actual:** Coincide con las infraestructuras aeroportuarias que se encuentran en operación y conforman el subsistema de movimiento de aeronaves (campo de vuelos y plataformas de estacionamiento de aeronaves) así como el volumen y mezcla de flota presentes en la actualidad, coincidente con el año 2023.
- ✓ **Horizonte de puesta en funcionamiento de las actuaciones:** Se corresponde con el horizonte en el que las infraestructuras previstas en el proyecto “Actuaciones asociadas a la pista 06R-24L en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona - El Prat” se encuentran en funcionamiento, previsiblemente en el año 2030, con el volumen de tráfico y pasajeros previsto en dicho horizonte

**Tabla A3.1. Número de pasajeros y operaciones por horizonte**

HORIZONTE	PASAJEROS	OPERACIONES
<b>Situación Actual</b>	49.910.900	318.959
<b>Puesta en Funcionamiento</b>	62.200.100	382.330

Fuente: AENA

### 3. EMISIONES DE CO<sub>2</sub>e

#### 3.1. HUELLA DE CARBONO. SITUACIÓN ACTUAL

Para el cálculo de las emisiones se emplean indicadores cuantitativos de la actividad de cada una de las fuentes y sus respectivos factores de emisión. Estos últimos se extraen de fuentes reconocidas, con el criterio de aplicar aquellos más específicos del ámbito geográfico de análisis y, en el caso de la electricidad, según el criterio de mercado en caso de disponer de varios comercializadores de la misma.

La transformación de emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O a CO<sub>2</sub>-equivalente se realiza por medio de los potenciales de calentamiento global (PCG) especificados en el sexto informe (AR6) del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) conforme al documento “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024 (Versión 23) del MITECO.

El cálculo de emisiones de Alcance 3 se describe en función de las fuentes a considerar, ya que en muchos casos es necesario la modelización u otras formas de cuantificación, debido a las características de las emisiones de este alcance del sector aeroportuario.

En los siguientes puntos, se procede a la descripción de las diferentes fuentes de emisión de CO<sub>2</sub>e agrupadas por alcances.

##### 3.1.1. Alcance 1

##### 3.1.1.1 Combustión estacionaria

Las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) procedentes de fuentes estacionarias se calculan multiplicando el consumo de combustible de estas fuentes por el factor de emisión correspondiente, reflejado en el APÉNDICE 2: FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS.

El Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat ha registrado consumos de 23 grupos electrógenos en el año de estudio 2023. Además, se han tenido en cuenta los consumos de las calderas del aeropuerto, así como el combustible utilizado en las prácticas del servicio de extinción de incendios (SEI) y en los grupos electrógenos auxiliares.

**Tabla A3.2. Consumos por combustión estacionaria**

Fuente de emisión	Tipo de combustible	Consumo anual (l)
Grupos electrógenos	Gasóleo B	79.981
Calderas	Gas Natural	2.772.116
Prácticas SEI	Gasóleo B7	3.206
Otras fuentes	Gasóleo B7	15.832
	Gasolina E5	150

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.1.1.2 Combustión móvil

Corresponden a las emisiones de CO<sub>2</sub>e generadas por el consumo de combustibles fósiles procedente de las distintas fuentes móviles que son propiedad del aeropuerto. Para la cuantificación de estas emisiones se emplean varios factores de emisión; todos ellos se encuentran en el APÉNDICE 2: FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS del presente documento.

A continuación, se muestran los consumos registrados por el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat en 2023:

**Tabla A3.3. Consumos por combustión móvil**

Fuente de emisión	Tipo de combustible	Consumo anual (l)
Turismos	Gasóleo B7	29.345
	Gasolina E5	15.856
Furgonetas y furgones	Gasóleo B7	14.947
	Gasolina E5	5
Camiones y autobuses	Gasóleo B7	37.061
	Gasolina E5	30
Maquinaria	Gasóleo B7	283

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.1.1.3 Procesos

Corresponden a las emisiones de CO<sub>2</sub>e generadas por los procesos del aeropuerto, que en el caso del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat se corresponde con las fugas de gases fluorados de los gases refrigerantes de las máquinas de climatización de las instalaciones aeroportuarias.

Para la cuantificación de estas emisiones se detallan las recargas de gases realizadas en los mantenimientos de los equipos de climatización y se han multiplicado por sus correspondientes potenciales de calentamiento global (PCG), indicados en el documento “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024 (Versión 23) del MITECO y conforme el sexto informe (AR6) del IPCC, según el tipo de refrigerante que se especifique para la correspondiente máquina enfriadora.

**Tabla A3.4. Consumos por procesos. Fugas de refrigerantes en climatización**

Tipo de gas fluorado	Cantidad (kg)
HFC-134a	645
SF6	11
R-407C	115
R-410A	248

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.1.2. Alcance 2

#### 3.1.2.1 Electricidad

A partir de los datos de consumo eléctrico (kWh) de todas las instalaciones del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat pertenecientes a Aena SME, S.A. se han estimado las emisiones de CO<sub>2</sub>e mediante el producto del consumo de electricidad por el factor de emisión correspondiente.

Las emisiones de CO<sub>2</sub>e resultantes del consumo de energía eléctrica (Alcance 2) pueden estimarse mediante el criterio de localización ("Location-based") y mediante el criterio de mercado ("Market-based"). La diferencia entre estos dos métodos es el factor de emisión (kg CO<sub>2</sub>e/kWh) empleado para realizar los cálculos.

La estimación basada en la localización emplea un factor de emisión medio específico del país o región donde se emplaza el aeropuerto. Este factor de emisión, calculado en función del mix energético español, es publicado por Red Eléctrica de España (REE)<sup>1</sup>, la cual especifica que el factor de emisión medio en España es de 0,100 kg CO<sub>2</sub>e/kWh.

Por otro lado, la estimación basada en el criterio de mercado refleja las emisiones de las fuentes y productos eléctricos que han sido contratados entre varias opciones y con las que, bajo condiciones estrictas, puede emplearse un factor de emisión específico asociado al tipo de electricidad contratada.

A continuación, se muestran los consumos eléctricos debidos a las actividades exclusivas de Aena SME, S.A. en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat. En el caso del criterio de mercado la mayor parte de la electricidad consumida en el aeropuerto proviene de la comercializadora Endesa Energía S.A.U., con factor de emisión de 0,259 kg CO<sub>2</sub>e/kWh, mientras que una parte marginal corresponde a Iberdrola Clientes, S.A.U., con factor de emisión de 0,241 kg CO<sub>2</sub>e/kWh<sup>2</sup>.

La guía de reporte del Alcance 2 de *GHG Protocol*<sup>3</sup> especifica que debe realizarse el reporte doble (*location-based* y *market-based*) cuando el consumo de red esté acompañado de información específica por parte de la comercializadora con respecto al producto adquirido en forma de certificados, contratos para electricidad de origen específico, etiquetado de electricidad, tarifas verdes y demás instrumentos contractuales.

En el caso de Aena SME, S.A., la electricidad consumida por alta y baja tensión viene acompañada de certificados de garantía de origen (GdO), los cuales garantizan que el 100% de la energía proviene de fuentes renovables. Esto implica que el factor de emisión empleado en el cálculo del Alcance 2 con criterio de mercado pase a ser de 0 kg CO<sub>2</sub>e/kWh para el 100% del consumo.

<sup>1</sup> 0,100 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (Fuente: Red Eléctrica de España 2023. REE).

<sup>2</sup> Fuente: *Mezcla de comercialización año 2023 publicada por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)*.

<sup>3</sup> *GHG Protocol Scope 2 Guidance. An amendment to the GHG Protocol Corporate Standard*

**Tabla A3.5. Consumo eléctrico**

Consumo eléctrico	Consumo anual (kWh)	Proveedor	Consumo (kWh)	%
Aeropuerto	155.802.737	ENDESA ENERGÍA S.A.U.	155.636.374	99,9
		IBERDROLA CLIENTES, S.A.U.	166.363	0,1

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Alcance 3

El cálculo de emisiones de Alcance 3 se describe en función de las fuentes a considerar.

#### 3.1.3.1 Ciclo LTO

El cálculo de las emisiones de CO<sub>2e</sub> del Ciclo LTO del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat se ha realizado mediante la simulación de la actividad aeroportuaria, utilizando el programa AEDT en su última versión 3g, del 28 de agosto del 2024. El modelo AEDT "Aviation Environmental Design Tool" se ha desarrollado por la FAA-AEE "Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy". Es una de las pocas herramientas de evaluación de la calidad del aire concebida específicamente para aeropuertos. Dispone de módulos de cálculo, tanto de emisiones, como de dispersiones, de una base de datos de factores de emisión de aeronaves, así como de una base de datos de equipos de apoyo en tierra y unidades auxiliares de energía.

Para la simulación de la situación actual se ha tenido en cuenta la distribución actual de las pistas, calles de rodaje y plataformas del aeropuerto.

Las operaciones de las aeronaves, en función de los diferentes regímenes de actividad de sus motores, se encuentran divididas de manera estándar en cinco periodos:

- ✓ Modo 1 - Aproximación: incluye el periodo medido desde el momento en el que la aeronave entra en la zona de mezcla de contaminantes hasta el aterrizaje. El inventario de emisiones del AEDT utiliza por defecto una altura de capa de mezcla de 3.000 pies.
- ✓ Modo 2- Aterrizaje: comprende el periodo final del descenso de la aeronave hasta la cabecera de la pista.
- ✓ Modo 3 - Ascenso: incluye el periodo inmediatamente posterior al despegue, que finaliza cuando la aeronave abandona la capa de mezcla, a 3.000 pies de altura.
- ✓ Modo 4 - Despegue: comprende el periodo de aceleración de la aeronave desde la cabecera de pista hasta que despegue.
- ✓ Modo 5 - Rodadura: incluye el periodo de funcionamiento de los motores durante la rodadura asociado a las maniobras de despegue y aterrizaje, así como el tiempo de espera en cabecera previo al despegue.

El conjunto de estas actividades se conoce como ciclo LTO (aterrizaje - despegue).

Para cada uno de los cinco modos que forman el ciclo LTO, la potencia correspondiente al motor es distinta y es la que determina la relación de combustible quemado y, por tanto, la cantidad y naturaleza de los diferentes contaminantes emitidos a la atmósfera.

El tiempo que una aeronave invierte en cada uno de los modos de aproximación, ascenso y despegue es fijo para cada combinación aeronave - motor, peso en despegue y ángulo de aproximación. El quinto modo, el de rodadura, incluye tanto operaciones de movimiento de aeronaves por calles de rodaje, como las esperas en cabecera de pista previas al despegue. Es, por tanto, el modo más variable en lo que a tiempo de operación se refiere. El tiempo de circulación por las calles de rodaje es calculado por el programa a partir de la longitud de los recorridos por las mismas.

Uno de los principales datos de partida para realizar el inventario de emisiones en el aeropuerto será la flota de aeronaves del aeropuerto y el número de operaciones anuales para cada combinación aeronave – motor.

Las aeronaves se han modelado en función de la información registrada de cada operación por el aeropuerto en la base de datos ESTOP, en la que se indican los siguientes datos relevantes:

- Modelo de aeronave.
- Operación de Llegada/Salida.
- Cabecera por la que se realiza la operación.
- Fecha y hora de operación.
- Tipo de puesto (Remoto/Pasarela).
- Puesto (stand) de salida o llegada.

Las operaciones totales del aeropuerto para el año de situación actual ascienden a 318.959. La composición de flota durante el año 2023, así como el número de operaciones acontecido en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat se recoge en el APÉNDICE 1. A continuación, se presenta un desglose del reparto de operaciones por familias.

**Tabla A3.6. Desglose de modelos comerciales en Situación Actual**

MODELO AERONAVE	%
<b>Familia A320</b>	64,10%
<b>Familia B737</b>	22,46%
<b>Familia B787</b>	2,37%
<b>Familia A330</b>	1,57%
<b>Familia A350</b>	0,35%
<b>Resto</b>	9,16%

*Fuente: ESTOP*

No se han tenido en cuenta aquellas operaciones correspondientes a vuelos con carácter de estado o naturaleza militar, las cuales se han sustituido por los modelos de avión más representativos del aeropuerto durante el año de estudio.



Aquellos modelos de aeronave que operan en el aeropuerto, pero no figuran en la base de datos de AEDT, han sido representados en el estudio por otros de características similares. Los criterios para establecer equivalencia entre aeronaves reales y las recogidas en la base de datos del AEDT han sido el número de motores, el tipo de motor y el peso de la aeronave.

### **3.1.3.2 Emisiones de las unidades de suministro auxiliar de energía (APU) y pruebas de motores**

Ambas fuentes son calculadas utilizando el modelo AEDT 3g (Aviation Environmental Design Tool), desarrollado por la FAA-AEE (Administración Federal de Aviación, Oficina de Energía y Medio Ambiente).

Las unidades de suministro auxiliar de energía, APU (Auxiliary Power Unit), proporcionan energía eléctrica a la aeronave una vez que ésta se encuentra con los motores apagados. Generalmente, estas unidades de suministro son pequeñas turbinas de características similares al resto de motores del avión.

Las APU, a pesar de estar integradas en la aeronave, se consideran como fuentes distintas, debido a que sólo se utilizan durante el periodo de estacionamiento para dar energía a procesos característicos de esta fase, como por ejemplo la aportación de aire acondicionado. El AEDT dispone de una base de datos de las APU asociadas a cada modelo de aeronave. Las que se han empleado para el cálculo de emisiones son las que el modelo asigna por defecto a cada aeronave.

Las emisiones de las pruebas de motores, realizadas para garantizar el correcto funcionamiento de los motores y los sistemas de una aeronave, se calculan como fuentes estacionarias, de manera similar a lo que ocurre con las prácticas contraincendios de alcance 1.

La información de partida se obtiene de los registros de pruebas proporcionados por el aeropuerto, en los que se dan los datos de entrada requeridos por AEDT: número de pruebas, modelo de aeronave, tiempo y régimen de motor. Esta información se puede consultar en detalle en el APÉNDICE 1.

En el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat se realizaron un total de 101 pruebas de motores en el año 2023, a un régimen de máxima potencia (que se considerará equivalente a un 100% del empuje máximo del motor).

### **3.1.3.3 Emisiones de equipos de apoyo en tierra (GSE y GAV)**

En esta categoría se encuentran incluidos todos los vehículos de servicio destinados a carga y descarga de equipajes, aprovisionamiento de suministros, limpieza de cabina y aseos, repostaje de combustible y remolque de aeronaves.

Las emisiones producidas por los GSE (Ground Support Equipment) y los GAV (Ground Access Vehicles) han sido proporcionadas directamente por las compañías handling que operan en el aeropuerto, basándose en la plantilla proporcionada por Aena, preparada según la metodología de la EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023.

Los datos disponibles corresponden al 90% de los agentes handling que operan en el aeropuerto, por lo que las emisiones del 10% restante se han calculado extrapolando las emisiones del 90% del que sí se tienen datos.

### 3.1.3.4 Emisiones por desplazamientos en superficie de empleados y pasajeros

Dentro de las emisiones de alcance 3 se incluyen las de los trayectos realizados por pasajeros y empleados hacia el aeropuerto. Para el cálculo de estas emisiones se ha utilizado la calculadora de GEI de la Oficina Catalana del Cambio Climático, diferenciando entre tipos de vehículos y combustible utilizado.

Se considera el recorrido total del trayecto por carretera, que se obtiene a partir de las encuestas de movilidad en modo aéreo (EMMA) realizadas por Aena a los pasajeros. Estos informes proporcionan información acerca del modo de transporte utilizado para acceder al aeropuerto y la procedencia. El número de pasajeros anuales en 2023 es de 49.910.900 pasajeros, y se ha calculado una distancia media recorrida por cada vehículo de 31,5 km por trayecto en función de la procedencia aproximada de los pasajeros y de la ruta recomendada para llegar al aeropuerto. Según las encuestas realizadas en el aeropuerto, un 94,1% de los pasajeros acceden al aeropuerto por vía terrestre, lo que corresponde a 46.966.157 pasajeros para el año 2023. Además de los accesos rodados, el aeropuerto dispone de servicio de metro a través de la línea L9 con sendas estaciones en las dos Terminales T1 y T2 y de Cercanías a través de la línea R2 de Rodalies, con parada en la Terminal T2. Los pasajeros que acceden al aeropuerto en Cercanías y deseen ir a la T1, pueden utilizar el servicio de autobús lanzadera entre Terminales.

Los diferentes datos de entrada que se han considerado para el cálculo son los siguientes:

- ✓ Tipología de vehículos a considerar y número total de vehículos por cada tipología: turismos y buses. Número de vehículos obtenidos a partir del informe de seguimiento del Estudio de Movilidad del Modo Aéreo (en adelante EMMA), correspondiente al año 2023.
- ✓ Tipos de combustible: Para los vehículos ligeros se ha considerado que un 58,47 % de ellos utilizan gasolina, el 40,00% combustible diésel, 0,63% GLP y el 0,90% restante son vehículos eléctricos de acuerdo con la información proporcionada por la Dirección General de Tráfico para la provincia de Barcelona a fecha de diciembre de 2023. Todos los autobuses de cortesía se han considerado diésel, mientras que para los autobuses públicos se ha utilizado un factor de emisión que tiene en cuenta la diversidad de tipos de vehículos que componen una flota de autobuses urbanos.

Una vez procesada la información contenida en las encuestas, se obtiene el siguiente reparto modal de acceso al aeropuerto para los pasajeros:

**Tabla A3.7. Modos de acceso al aeropuerto de pasajeros**

Modo de acceso	Número pasajeros
Coche privado conducido por pasajero	2.817.969
Coche privado acompañante	8.453.908
Coche de alquiler	1.408.985

Modo de acceso	Número pasajeros
Taxi / VTC	19.256.124
Autobús de cortesía	469.662
Autobús público	7.044.924
Metro/Cercanías	7.514.585
<b>TOTAL</b>	<b>46.966.157</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se han calculado las emisiones de los empleados del aeropuerto que se desplazan diariamente al mismo. Se emplean las encuestas de los trabajadores realizadas por el aeropuerto para la elaboración de su Plan de Movilidad de Empleados en el aeropuerto (PdME), para obtener el número de empleados del aeropuerto y estimar el número de vehículos anuales por tipo y la distancia media recorrida.

Una vez procesada la información contenida en las encuestas, se obtiene la siguiente distribución por modo de acceso:

**Tabla A3.8. Modos de acceso al aeropuerto de empleados**

Modo de acceso	Número empleados
Coche	20.821
Moto	1.054
Bus	1.615
Metro/Tren	2.866
<b>TOTAL</b>	<b>26.356</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula que cada uno recorrerá una distancia media de 43,3 km cada día para ir y volver del aeropuerto.

Se considera que los empleados del aeropuerto trabajan 21 días al mes durante 11 meses al año. En cuanto al uso de combustibles, se ha considerado la misma distribución que para los vehículos de pasajeros.

### 3.1.3.5 Electricidad arrendatarios

La guía de reporte del Alcance 2 de *GHG Protocol*<sup>4</sup> especifica que debe realizarse el reporte doble (*location-based* y *market-based*) cuando el consumo de red esté acompañado de información específica por parte de la comercializadora con respecto al producto adquirido en forma de certificados, contratos para electricidad de origen específico, etiquetado de electricidad, tarifas verdes y demás instrumentos contractuales.

<sup>4</sup> GHG Protocol Scope 2 Guidance. An amendment to the GHG Protocol Corporate Standard

Las emisiones por consumo eléctrico de terceros se calculan empleando esta metodología. En este caso los kWh consumidos corresponden a la energía revendida por el aeropuerto o directamente comprada por los arrendatarios.

**Tabla A3.9. Consumo eléctrico de arrendatarios**

Consumo eléctrico	Consumo anual (kWh)	Proveedor	Consumo (kWh)	%
Arrendatarios	22.793.253	Endesa Energía S.A.U.	22.768.915	99,89
		Iberdrola Clientes S.A.U.	24.338	0,11

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.3.6 Calderas de arrendatarios

Las emisiones de GEI procedentes del funcionamiento de las calderas de arrendatarios se calculan multiplicando el consumo de combustible de estas fuentes por el factor de emisión correspondiente.

**Tabla A3.10. Consumo de calderas de arrendatarios**

Combustible	Consumo (m³)
Gasóleo-B7	4,82
Gas natural	116.267

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.3.7 Viajes de negocio

Se realiza el cálculo de los viajes de negocio realizados por los empleados del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat. Para ello se dispone de la relación de viajes realizados, con información sobre el origen y destino de los mismos, así como del medio de transporte usado. Los viajes se clasifican en tres modos de transporte: avión, coche y tren.

Para los viajes en coche y tren se han tenido en cuenta las distancias recorridas reflejadas en el APÉNDICE 1 y se han calculado las emisiones de CO<sub>2</sub>e, empleando los factores de emisión de DEFRA para el año 2023, presentados en el APÉNDICE 2 de este documento.

Para el caso de los viajes en avión se han empleado las calculadoras de OACI e IATA teniendo en cuenta el origen y destino de los viajes.

### 3.1.4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la huella de carbono del horizonte de situación actual:

**Tabla A3.11. Huella de carbono del horizonte de situación actual<sup>5</sup>**

ALCANCE	EMISIONES (t CO <sub>2</sub> e)	
	Situación actual	
<b>Alcance 1 (A1)</b>	<b>8.392</b>	
Combustión estacionaria	6.122	
Combustión móvil	241	
Procesos	2.029	
<b>Alcance 2 (A2)</b>	<b>Criterio de Localización</b>	<b>Criterio de Mercado</b>
Electricidad	15.580	0
<b>A1+A2</b>	<b>23.972</b>	<b>8.392</b>
<b>Alcance 3 (A3)</b>	<b>574.677</b>	<b>572.398</b>
Ciclo LTO	374.884	
APU y pruebas de motores	11.038	
GSE/GAV	5.594	
Desplazamientos en superficie	180.539	
	<b>Criterio de Localización</b>	<b>Criterio de Mercado</b>
Electricidad arrendatarios	2.279	0
Calderas de arrendatarios	258	
Viajes de negocios	85	
<b>A1+A2+A3</b>	<b>598.649</b>	<b>580.790</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. HUELLA DE CARBONO. HORIZONTE DE PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

Para cada fuente se ha seguido una metodología específica, que se explica detalladamente en cada apartado correspondiente. En los siguientes puntos, se procede a la descripción de las diferentes fuentes de emisión de CO<sub>2</sub>e agrupadas por alcances.

<sup>5</sup> La huella de carbono de situación actual (2023) no coincide exactamente con la reportada en el Programa ACA del mismo año puesto que se han actualizado los factores de emisión a la última versión del documento de factores de emisión del MITECO de junio de 2024, los PCG del sexto informe del IPCC, los de la Oficina catalana del CC y las emisiones del ciclo LTO se han obtenido mediante la modelizado con AEDT, que es la misma metodología empleada para la huella correspondiente al escenario de puesta en funcionamiento.

### 3.2.1. Alcance 1

#### 3.2.1.1 Combustión estacionaria

Se espera que, a partir de 2030, las emisiones de CO<sub>2e</sub> asociadas a la combustión estacionaria en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat correspondientes a grupos electrógenos, calderas y prácticas SEI, serán nulas.

Esto se logrará mediante la utilización de combustibles de bajas emisiones para los grupos electrógenos y las prácticas SEI (Aceite Vegetal Hidrotratado), mientras que la estrategia para la calefacción (calderas) será su electrificación. Sin embargo, aún se quedarán instaladas algunas calderas de gas para puntas en caso de que haga mucho frío. Las calderas se utilizarán solo si es necesario y si entran en servicio utilizarán biometano, combustible neutro en emisiones de GEI.

#### 3.2.1.2 Combustión móvil

En el Plan de Acción Climática de Aena se establece que para 2026 habrá un 26% de vehículos que serán eléctricos y el 74% restante utilizará combustibles sostenibles, por lo que el 100% de la flota propia de vehículos de Aena será de emisiones nulas para el horizonte de puesta en funcionamiento.

#### 3.2.1.3 Procesos

A falta de información específica y adoptando un enfoque conservador, para el cálculo de las emisiones correspondientes al horizonte de puesta en funcionamiento se ha considerado que las recargas de gases refrigerantes serán equivalentes a las registradas en el año de situación actual:

**Tabla A3.12. Consumos por procesos. Fugas de refrigerantes en climatización**

Tipo de gas fluorado	Cantidad (kg)
R-410A	248,2
R-407C	115,4
HFC-134a	645
SF6	10,8

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2.2. Alcance 2

#### 3.2.2.1 Electricidad

Para el horizonte de puesta en funcionamiento el consumo eléctrico previsto del aeropuerto es de 206 GWh, de los cuales 25GWh serán procedentes de la planta fotovoltaica de autoconsumo. Estos datos se han tenido en cuenta para el cálculo de emisiones con criterio de localización, mientras que las emisiones correspondientes a la electricidad consumida por el aeropuerto serán

nulas teniendo en cuenta el criterio de mercado, debido a la compra de energía con garantía de origen renovable.

### 3.2.3. Alcance 3

El cálculo de emisiones de Alcance 3 se describe en función de las fuentes a considerar.

#### 3.2.3.1 Ciclo LTO

El cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub>e del Ciclo LTO del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat se ha realizado mediante la simulación de la actividad aeroportuaria, utilizando el programa AEDT en su última versión 3g. El modelo AEDT “Aviation Environmental Design Tool” se ha desarrollado por la FAA-AEE “Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy”. Es una de las pocas herramientas de evaluación de la calidad del aire concebida específicamente para aeropuertos. Dispone de módulos de cálculo tanto de emisiones como de dispersiones, de una base de datos de factores de emisión de aeronaves, así como de una base de datos de equipos de apoyo en tierra y unidades auxiliares de energía.

La previsión del número de operaciones anuales para el horizonte de puesta en funcionamiento es de 382.330.

En cuanto a la caracterización de la flota en el horizonte de puesta en funcionamiento, se ha tenido en cuenta la sustitución de las aeronaves comerciales más comunes por los nuevos modelos de aeronaves que se prevé operen en ese horizonte, teniendo en cuenta las políticas de adquisición y objetivos estratégicos por parte de las compañías, así como los pedidos recibidos por los principales fabricantes del sector. Se prevé que en escenarios futuros se habrá producido una renovación de la flota actual por aeronaves de última generación. Estas aeronaves, que ya se encuentran operativas o cuya puesta en servicio está prevista, cuentan con mejoras aerodinámicas y mayor eficiencia de los motores, lo que implica reducciones notables en emisiones atmosféricas.

La composición de flota definida para el horizonte de puesta en funcionamiento es la siguiente:

**Tabla A3.13. Desglose de modelos comerciales previstos**

MODELO AERONAVE	%
<b>Familia A320</b>	63,21%
<b>Familia B737</b>	22,56%
<b>Familia B787</b>	2,94%
<b>Familia A330</b>	0,85%
<b>Familia A350</b>	1,46%
<b>Familia A380</b>	0,21%
<b>Resto</b>	8,79%

Fuente: AENA

Tras la renovación de la flota actual por aeronaves de última generación y teniendo en cuenta la composición de flota definida, el conjunto de aeronaves consideradas en la simulación del horizonte de puesta en funcionamiento se presenta en el APÉNDICE 1.

Para la distribución de las operaciones del escenario de puesta en funcionamiento, también se ha tenido en cuenta la segmentación de tráfico nacional, EEE y no EEE prevista en este horizonte.

Por último, se ha tenido en cuenta lo establecido en la iniciativa ReFuelEU Aviation sobre combustibles sostenibles en la aviación. Esta iniciativa está incluida dentro del paquete de medidas “Fit for 55”, cuyo objetivo principal es adaptar la normativa comunitaria en materia de energía y cambio climático al nuevo objetivo de la UE para 2030: reducir al menos en un 62% la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 2005.

La iniciativa ReFuelEU Aviation establece unos objetivos de porcentaje de uso de SAF (Sustainable aviation fuel) que se deberán cumplir a partir del 1 de enero de 2025 y que se irán incrementado hasta alcanzar un porcentaje uso de SAF del 70% en 2050. Para la simulación del horizonte de puesta en funcionamiento se ha considerado el objetivo de 2030 de cumplir con un porcentaje mínimo del 6 % de SAF, con un porcentaje mínimo del 1,2 % de combustibles de aviación sintéticos.

### **3.2.3.2 Emisiones de las unidades de suministro auxiliar de energía (APU) y pruebas de motores**

Dentro del paquete normativo “Fit for 55” se incluye el Reglamento del Parlamento europeo y del Consejo relativo a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos, en el cual se especifica que a partir del año 2030 todos los puestos de estacionamiento, tanto fijos como remotos, deberán garantizar el suministro de electricidad a las aeronaves estacionadas.

Aplicando esta directiva, tanto las APU utilizadas en pasarela como en remoto, pasan a estar conectadas durante 3,5 minutos por operación, según los tiempos de uso de las APU establecidos en el AIP del aeropuerto, para el horizonte de puesta en funcionamiento.

Además, se han tenido en cuenta los objetivos establecidos en la iniciativa ReFuelEU Aviation de cumplir en 2030 con un porcentaje mínimo del 6 % de SAF, con un porcentaje mínimo del 1,2 % de combustibles de aviación sintéticos.

En cuanto a las pruebas de motores, para la simulación del horizonte de puesta en funcionamiento las consideraciones se han mantenido igual que las del año de situación actual, teniendo en cuenta los objetivos establecidos en la iniciativa ReFuelEU Aviation para el año 2030.

### **3.2.3.3 Emisiones de equipos de apoyo en tierra (GSE y GAV)**

Para el cálculo de las emisiones en el horizonte de puesta en funcionamiento se ha considerado un aumento del uso de los equipos de apoyo en tierra teniendo en cuenta la relación entre las operaciones de aeronaves del año de situación actual y del año del horizonte futuro. Además, se ha considerado que el 85% de los equipos serán eléctricos o de bajas emisiones, en consonancia con los objetivos del aeropuerto de handling sostenible a partir del año 2030.



### 3.2.3.4 Emisiones por desplazamientos en superficie de empleados y pasajeros

Dentro de las emisiones de alcance 3 se incluyen las de los trayectos realizados por pasajeros y empleados hacia el aeropuerto. Para el cálculo de estas emisiones se ha utilizado la calculadora de GEI de la Oficina Catalana del Cambio Climático, diferenciando entre tipos de vehículos y combustible utilizado.

Se considera el mismo recorrido total del trayecto por carretera que en situación actual, que se obtiene a partir de las encuestas de movilidad realizadas en el aeropuerto.

La previsión del número de pasajeros anuales para el horizonte de puesta en funcionamiento es de 62.200.100 pasajeros. En 2026 está prevista la entrada en servicio de la nueva conexión ferroviaria al aeropuerto a través de un servicio de lanzadera con frecuencias cada 15 minutos, que conectará el centro de Barcelona con la Terminal T1 en un tiempo estimado de 19 minutos con parada intermedia en la Terminal T2. Esto hará que se incremente la cuota modal del transporte público al aeropuerto en detrimento del transporte privado. Para estimar el reparto modal en el horizonte de puesta en funcionamiento, se han considerado los porcentajes de reparto del Borrador de la Estrategia de Movilidad del aeropuerto 2023-2032 de la ATM (Autoridad de Transporte Metropolitana) de Barcelona, que incluye, además, otras medidas para el fomento de la movilidad sostenible. Estas medidas producirán una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>e asociados al transporte terrestre.

Una vez procesada la información, se obtiene la siguiente distribución de modos de acceso para pasajeros:

**Tabla A3.14. Modos de acceso al aeropuerto – Pasajeros (Puesta en funcionamiento)**

Modo de acceso	Número pasajeros
Coche privado conducido por pasajero	<b>2.341.212</b>
Coche privado acompañante	<b>7.023.635</b>
Coche de alquiler	<b>1.755.909</b>
Taxi/VTC	<b>23.997.421</b>
Autobús de cortesía	<b>585.303</b>
Autobús público	<b>10.535.453</b>
Tren/Metro	<b>11.706.059</b>
Movilidad activa	<b>585.303</b>
<b>TOTAL</b>	<b>58.530.294</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Para el cálculo de las emisiones previstas en el horizonte de puesta en funcionamiento se han considerado los siguientes avances:

- Para las emisiones por **viajes en coche** se considera que un 30% de los turismos serán eléctricos. Este porcentaje se sustrae del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, en donde se especifica que en 2030 un 30% de los turismos serán eléctricos.

- Para las emisiones por viajes en **autobús público** se considera que todos los buses metropolitanos serán de cero emisiones, por estar adherido el ayuntamiento de Barcelona a la C40 Fossil-Fuel-Free Streets Declaration<sup>6</sup>. Para los autobuses de largo recorrido y los **buses de cortesía** se ha tomado un escenario conservador y se ha considerado que serán de combustión diésel.

Por otro lado, se han calculado las emisiones de los empleados del aeropuerto que se desplazan diariamente al mismo. Se considera el recorrido de ida y vuelta de cada empleado desde su domicilio a partir de los datos de las encuestas de movilidad del aeropuerto del año de situación actual. El número de empleados para el horizonte de puesta en funcionamiento se ha estimado en 32.845, tal y como se indica en la Tabla 3.13. Cada uno recorre una distancia media de 43,3 km cada día para ir y volver del aeropuerto.

Se ha considerado el reparto modal recogido en el Borrador de la Estrategia de Movilidad 2023-2032 de la ATM.

Para el caso de los desplazamientos de empleados se han considerado las mismas hipótesis de uso de vehículos eléctricos y buses de cero emisiones que en el caso de los pasajeros.

Se considera que los empleados del aeropuerto trabajan 21 días al mes durante 11 meses al año.

Una vez procesada la información, se obtiene la siguiente distribución de modos de acceso para empleados:

**Tabla A3.15. Modos de acceso al aeropuerto – Empleados (Puesta en funcionamiento)**

Modo de acceso	Empleados
Coche	17.570
Coche compartido	1.187
Moto	950
VTC + discrecional	1.971
Cercanías/Metro	6.241
Bus	4.106
Movilidad activa	821
<b>TOTAL</b>	<b>32.845</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2.3.5 Electricidad arrendatarios

Al igual que la electricidad consumida por Aena, los arrendatarios se podrán beneficiar de la energía renovable que se generará in-situ gracias a la instalación de placas fotovoltaicas en el aeropuerto, lo que se tendrá en cuenta para el cálculo de emisiones con criterio de localización

<sup>6</sup> Las ciudades adheridas a la C40 Fossil-Fuel-Free Streets Declaration se comprometen a realizar la transición a calles libres de combustibles fósiles mediante la adquisición solo de autobuses de cero emisiones a partir de 2025.

Las emisiones correspondientes a la electricidad consumida por los arrendatarios serán nulas para el horizonte de puesta en funcionamiento, con criterio de mercado.

### 3.2.3.6 Viajes de negocio

Para el cálculo de los viajes de negocio realizados por los empleados del aeropuerto se dispone de la relación de viajes realizados durante el año de situación actual, con información sobre el origen y destino de los mismos, así como el medio de transporte utilizado. Los viajes se clasifican en tres modos de transporte: avión, coche y tren.

Para el cálculo de las emisiones previstas en el horizonte de puesta en funcionamiento se ha considerado el mismo número de viajes de negocio que en el horizonte de situación actual por cada medio de transporte, teniendo en cuenta los siguientes avances:

- Para las emisiones por **viaje en avión** se ha considerado el objetivo de 2030 de cumplir con un porcentaje mínimo del 6 % de SAF, con un porcentaje mínimo del 1,2 % de combustibles de aviación sintéticos.
- Para las emisiones por **viajes en coche** se considera que un 30% de los turismos serán eléctricos, de acuerdo con el objetivo establecido en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

### 3.2.3.7 Calderas de arrendatarios

Al igual que para las calderas propias de Aena, los arrendatarios se podrán beneficiar de la electrificación de sus calderas, estrategia con la que se eliminará cualquier consumo de combustible fósil para calderas, en línea con los objetivos de sostenibilidad.

Por ello, las emisiones de CO<sub>2</sub>e asociadas a las calderas de arrendatarios en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat serán nulas para el horizonte de puesta en funcionamiento.

### 3.2.4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la huella de carbono del horizonte de puesta en funcionamiento:

**Tabla A3.16. Huella de carbono del horizonte de puesta en funcionamiento**

ALCANCE	EMISIONES (t CO <sub>2</sub> )	
	Puesta en Funcionamiento	
<b>Alcance 1 (A1)</b>	<b>2.029</b>	
Combustión estacionaria	0	
Combustión móvil	0	
Procesos	2.029	
<b>Alcance 2 (A2)</b>	<b>Criterio de Localización</b>	<b>Criterio de Mercado</b>

ALCANCE	EMISIONES (t CO <sub>2</sub> )	
	Puesta en Funcionamiento	
Electricidad	7.752	0
<b>A1+A2</b>	<b>9.781</b>	<b>2.029</b>
<b>Alcance 3 (A3)</b>	<b>530.511</b>	<b>529.377</b>
Ciclo LTO	386.493	
APU y pruebas de motores	9.582	
GSE/GAV	2.486	
Desplazamientos en superficie	130.789	
Electricidad arrendatarios	1.134	0
Calderas de arrendatarios	0	
Viajes de negocios	27	
<b>A1+A2+A3</b>	<b>540.292</b>	<b>531.406</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. REDUCCIÓN DE EMISIONES

#### 3.3.1. Emisiones totales

A continuación, se realiza una comparación entre las emisiones registradas en la huella de carbono del horizonte de situación actual y las calculadas para el horizonte de puesta en funcionamiento:

Tabla A3.17. Reducción de emisiones

ALCANCE	EMISIONES (t CO <sub>2</sub> e)				REDUCCIÓN (%)	
	SITUACIÓN ACTUAL		P. FUNC.			
Alcance 1 (A1)	8.392		2.029		76%	
Combustión estacionaria	6.122		0		100%	
Combustión móvil	241		0		100%	
Procesos	2.029		2.029		0%	
Alcance 2 (A2)	Criterio de Localización	Criterio de Mercado	Criterio de Localización	Criterio de Mercado	Criterio de Localización	Criterio de Mercado

ALCANCE	EMISIONES (t CO <sub>2</sub> e)				REDUCCIÓN (%)	
	SITUACIÓN ACTUAL		P. FUNC.			
Electricidad	15.580	0	7.752	0	50%	0%
A1+A2	23.972	8.392	9.781	2.029	59%	76%
Alcance 3 (A3)	574.677	572.398	530.511	529.377	8%	8%
Ciclo LTO	374.884		386.493		-3%	
APU y pruebas de motores	11.038		9.582		13%	
GSE/GAV	5.594		2.486		56%	
Desplazamientos en superficie	180.539		130.789		28%	
Electricidad arrendatarios	Criterio de Localización	Criterio de Mercado	Criterio de Localización	Criterio de Mercado	Criterio de Localización	Criterio de Mercado
	2.279	0	1.134	0	50%	0%
Calderas de arrendatarios	258		0		100%	
Viajes de negocios	85		27		68%	
A1+A2+A3	598.649	580.790	540.292	531.406	10%	9%

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2. Emisiones relativas

En la siguiente tabla se comparan las huellas de carbono por pasajero de los horizontes de situación actual y de puesta en funcionamiento, teniendo en cuenta únicamente las emisiones correspondientes a Aena (alcances 1 y 2).

**Tabla A3.18. Comparativa de emisiones relativas. Alcances 1 y 2**

PASAJEROS		EMISIONES POR PASAJERO (KG CO <sub>2</sub> /PAX)			
Situación actual	Puesta en funcionamiento	Situación actual		Puesta en funcionamiento	
		Localización	Mercado	Localización	Mercado
49.910.900	62.200.100	0,48	0,17	0,16	0,03

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar el gran descenso de la intensidad en carbono que se alcanzaría en el horizonte de puesta en funcionamiento al adoptar los diferentes objetivos de sostenibilidad establecidos en el Plan de Acción Climática y las estrategias de Aena, así como las iniciativas del paquete de medidas "Fit for 55" entre otros.

A la vista de los resultados obtenidos en la evaluación de la huella de carbono para el horizonte de puesta en funcionamiento, se ha identificado que las emisiones de alcance 1 y 2 con criterio

de huella de mercado de CO<sub>2</sub> en el aeropuerto se verían reducidas en un 76% respecto a las calculadas para el escenario de situación actual con criterio de mercado.

Por último, hay que señalar que la huella de Alcance 1, 2 y 3 atribuible al Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat en el horizonte de situación actual es de 598.649 toneladas de CO<sub>2</sub> con criterio de localización y de 580.790 toneladas de CO<sub>2</sub> con criterio de mercado, estos datos representan menos del 0,22% sobre total de emisiones de GEI reportadas en el Inventario Nacional de Emisiones del MITECO correspondientes al año 2023<sup>7</sup>. Por tanto, la contribución de la huella de Alcance 1, 2 y 3 atribuible al aeropuerto no se considera significativo en el total de emisiones. En el caso del año de puesta en funcionamiento, las emisiones bajan a 540.292 toneladas de CO<sub>2</sub>, con criterio de localización y de 531.406 toneladas de CO<sub>2</sub> con criterio de mercado, que representan menos del 0,2% sobre total de emisiones de GEI reportadas en el Inventario Nacional de Emisiones del MITECO correspondientes al año 2023.

---

<sup>7</sup> Dato correspondiente al último año publicado en el Inventario Nacional de Gases de efecto invernadero del MITECO (avance 2023). 275.700 kt brutas de GEI a nivel nacional.

## 4. ESTUDIO DE CALIDAD DEL AIRE

Para caracterizar la calidad química del aire en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat en la situación actual y horizonte de puesta en funcionamiento, se ha realizado un análisis de las concentraciones obtenidas en la simulación para cada contaminante y se ha comparado con los límites legales vigentes.

### 4.1. MARCO NORMATIVO

La legislación española sobre calidad del aire en vigor viene representada por las siguientes normas:

- ✓ Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- ✓ Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, donde se establecen límites para determinados contaminantes:

- **NO<sub>2</sub>**. El valor límite anual del dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) para la protección de la salud está establecido en 40 µg/m<sup>3</sup>.

En cuanto al valor límite horario para la protección de la salud, la legislación vigente lo establece en 200 µg/m<sup>3</sup> que no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil.

- **CO**. El valor límite para la protección de la salud 10 mg/m<sup>3</sup> para el valor máximo diario de las medias octohorarias.
- **SO<sub>x</sub>**. No existe un valor límite anual para protección de la salud referido a dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). El nivel crítico anual definido para dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se refiere a la protección de la vegetación. No obstante, para la protección de la salud la legislación vigente establece valores límite horario y diario, relativos a SO<sub>2</sub>.<sup>8</sup>

El valor límite diario marcado por la legislación vigente para el SO<sub>x</sub> se establece en 125 µg/m<sup>3</sup>, límite que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil, mientras que el valor límite horario es 350 µg/m<sup>3</sup>, no superable más de 24 veces por año civil.

- **PM<sub>10</sub>**. El valor límite anual para la protección de la salud está establecido en 40 µg/m<sup>3</sup>.

El valor límite diario para la protección de la salud es de 50 µg/m<sup>3</sup>. Dicho límite no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año.

- **PM<sub>2,5</sub>**. El valor límite anual para la protección de la salud es de 25 µg/m<sup>3</sup>.
- **Benceno**. El valor límite anual para la protección de la salud humana está establecido en 5 µg/m<sup>3</sup>.

<sup>8</sup> Los límites legales se refieren a SO<sub>2</sub>, pero los resultados de la simulación representan SO<sub>x</sub>, así que se considerará que todos los SO<sub>x</sub> se encuentran como dióxido de azufre para poder evaluar los resultados obtenidos para el escenario de estudio.

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN

---

Para la elaboración de este estudio se han tenido en cuenta aeronaves (ciclo LTO), vehículos de apoyo en tierra (GSE/GAV), unidades auxiliares de energía (APU), grupos electrógenos, calderas, prácticas del SEI, y vehículos en aparcamientos y accesos al aeropuerto.

### 4.2.1. Aeronaves

Las operaciones de las aeronaves en el aeropuerto, en función de los diferentes regímenes de actividad de sus motores, se encuentran divididas de manera estándar en cinco periodos:

- ✓ Modo 1 - Aproximación: incluye el periodo medido desde el momento en el que la aeronave entra en la zona de mezcla de contaminantes hasta el aterrizaje. El inventario de emisiones del AEDT utiliza por defecto una altura de capa de mezcla de 3.000 pies.
- ✓ Modo 2- Aterrizaje: comprende el periodo final del descenso de la aeronave hasta la cabecera de la pista.
- ✓ Modo 3 - Ascenso: incluye el periodo inmediatamente posterior al despegue, que finaliza cuando la aeronave abandona la zona de mezcla de contaminantes.
- ✓ Modo 4 - Despegue: comprende el periodo de aceleración de la aeronave desde la cabecera de pista hasta que alcanza una altura de 3.000 pies.
- ✓ Modo 5 - Rodadura: incluye el periodo de funcionamiento de los motores durante la rodadura asociado a las maniobras de despegue y aterrizaje, así como el tiempo de espera en cabecera previo al despegue.

El conjunto de estas actividades se conoce como ciclo LTO (aterrizaje - despegue).

El programa *AEDT* trata cada tipo de aeronave como una combinación de una estructura más un motor.

Para cada uno de los cinco modos que forman el ciclo LTO, la potencia correspondiente al motor es distinta y es la que determina la relación de combustible quemado y, por tanto, la cantidad y naturaleza de los diferentes contaminantes emitidos a la atmósfera.

El tiempo que una aeronave invierte en cada uno de los modos de aproximación, ascenso y despegue es fijo para cada combinación aeronave - motor, peso en despegue y ángulo de aproximación. El quinto modo, el de rodadura, incluye tanto operaciones de movimiento de aeronaves por calles de rodaje como las esperas en cabecera de pista previas al despegue. Es, por tanto, el modo más variable en lo que a tiempo de operación se refiere.

El tiempo de circulación por las calles de rodaje es calculado por el programa a partir de la longitud de los recorridos por las mismas.

Uno de los principales datos de partida para realizar el inventario de emisiones en el aeropuerto será la flota de aeronaves del aeropuerto y el número de operaciones anuales para cada combinación aeronave – motor.



El número de operaciones y la composición de la flota de aeronaves para el año de situación actual se ha obtenido a partir de la base de datos ESTOP que recoge todas las operaciones que tuvieron lugar en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat para el escenario actual considerado, especificando para cada operación, entre otros, los siguientes datos:

- Modelo de aeronave.
- Llegada/Salida.
- Extremo de pista por el que se realiza la operación.
- Fecha y hora.
- Tipo de puesto (Remoto/Pasarela).
- Puesto (stand) de salida o llegada.

El número de operaciones anuales considerado para la situación actual es de 318.959. La previsión del número de operaciones anuales para el horizonte de puesta en funcionamiento es de 382.330 operaciones.

La tipología de las aeronaves y la contribución de cada modelo al volumen total del tráfico que se ha utilizado en las simulaciones también se han obtenido a partir de la base de datos ESTOP en la que figura el tráfico registrado a lo largo del año de situación actual.

Tras el análisis de la flota actual, teniendo en cuenta los nuevos modelos de aeronaves, las políticas de adquisición y objetivos estratégicos por parte de las compañías, así como los pedidos recibidos por los principales fabricantes del sector, se prevé que en el horizonte de puesta en funcionamiento producirá una renovación de la flota actual por aeronaves de última generación. Estas aeronaves, que ya se encuentran operativas o que su puesta en servicio está prevista de forma inminente, cuentan con mejoras aerodinámicas y mayor eficiencia de los motores, lo que implica reducciones notables en emisiones atmosféricas y acústicas.

Además, para la caracterización de la flota de aeronaves utilizada en el horizonte de puesta en funcionamiento se han considerado los modelos que se prevé operarán en este horizonte, tal y como se recoge en la tabla que se incluye a continuación.

**Tabla A3.19. Flota prevista**

MODELO DE AERONAVE	%
<b>Familia A320</b>	63,21%
<b>Familia B737</b>	22,56%
<b>Familia B787</b>	2,94%
<b>Familia A330</b>	0,85%
<b>Familia A350</b>	1,46%
<b>A380</b>	0,21%
<b>Resto</b>	8,79%

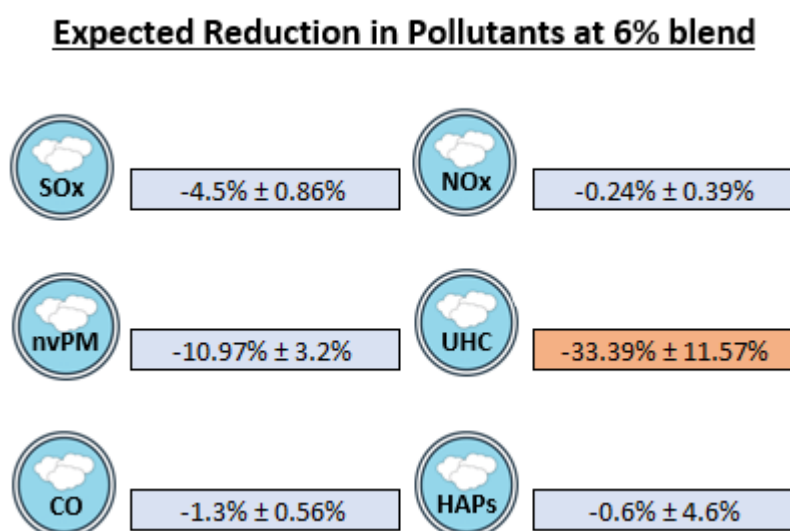
Fuente: AENA

Para la distribución de las operaciones del escenario de puesta en funcionamiento, también se ha tenido en cuenta la segmentación de tráfico nacional, EEE y no EEE prevista en este horizonte.

Asimismo, se ha tenido en cuenta lo establecido en la iniciativa ReFuelEU Aviation sobre combustibles sostenibles en la aviación. Para la simulación del horizonte de puesta en funcionamiento se ha considerado el objetivo de 2030 de cumplir con un porcentaje mínimo del 6 % de SAF, con un porcentaje mínimo del 1,2 % de combustibles de aviación sintéticos.

Para conocer en qué porcentaje se ven reducidas las emisiones de los diferentes contaminantes objeto del estudio se ha seguido la metodología establecida en el documento “Alternative Jet Fuels Emissions: Quantification Methods Creation and Validation Report”<sup>9</sup> del Airport Cooperative Research Program (ACRP) en conjunto con la herramienta desarrollada como resultado de dicho estudio<sup>10</sup>. Los porcentajes de reducción que se obtienen en la herramienta para cada contaminante por el uso de un 6% de SAF son los siguientes:

**Tabla A3.20. Porcentaje de reducción de emisiones por contaminante**



Fuente: Alternative Jet Fuel Assessment Tool

A raíz de los resultados obtenidos en la herramienta, los porcentajes considerados para cada contaminante objeto de estudio han sido los siguientes:

**Tabla A3.21. Porcentaje de reducción de emisiones por contaminante**

Contaminante	Puesta en Funcionamiento
CO	1,3%
NO <sub>x</sub>	0,24%
SO <sub>x</sub>	4,5%
PM <sub>10</sub>	10,97%

<sup>9</sup> ACRP Web-Only Document 41: Alternative Jet Fuels Emissions: Quantification Methods Creation and Validation Report | Blurbs New | Blurbs | Main (trb.org)

<sup>10</sup> acrp\_wod\_41Tool.xls (live.com)

Contaminante	Puesta en Funcionamiento
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	10,97%
<b>Benceno</b>	0,6%

*Fuente: Alternative Jet Fuel Assessment Tool. Elaboración propia*

En la simulación no se han tenido en cuenta aquellas operaciones correspondientes a vuelos con carácter de estado o naturaleza militar.

El número y tipo de motores de la aeronave que opera es un dato fundamental para la determinación de los factores de emisión de cada aeronave, dado que existen diferencias apreciables entre los factores de emisión de las distintas motorizaciones que el AEDT permite asociar a un modelo concreto de aeronave. A falta de datos más concretos, se ha asignado el motor que el AEDT da por defecto a cada tipo de avión.

Aquellos modelos de aeronave que operan en el aeropuerto, pero no figuran en la base de datos del AEDT han sido representados en el estudio por otros de características similares. Los criterios para establecer equivalencia entre aeronaves reales y las recogidas en la base de datos del AEDT han sido el número de motores, el tipo de motor y el peso de la aeronave. El conjunto de los modelos de aeronaves considerados en la simulación del escenario de situación actual y del horizonte de puesta en funcionamiento ha sido el mismo que para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2e</sub> y se presenta en las tablas del APÉNDICE 1.

#### 4.2.2. Vehículos de apoyo en tierra (GSE/GAV) y unidades auxiliares de energía (APU)

En la categoría GSE “Ground Support Equipment” y GAV “Ground Auxiliary Vehicle” se encuentran incluidos todos los vehículos de servicio destinados a carga y descarga de equipajes, aprovisionamiento de suministros, limpieza de cabina y aseos, repostaje de combustible y remolque de aeronaves.

Para el cálculo de las emisiones producidas por los GSE y GAV se han tomado los datos de situación actual proporcionados por los propios agentes de Handling del aeropuerto, representando estos el 90% de los equipos, por lo que posteriormente se extrapolan los resultados obtenidos hasta el 100%.

Para la simulación se han agregado al programa los equipos GSE y GAV que se utilizan en el aeropuerto, asignándoles los correspondientes factores de emisión para cada contaminante, así como el número de horas de uso de cada equipo. Para el escenario de puesta en funcionamiento se ha considerado que el 85% de los equipos serán eléctricos o de bajas emisiones, en consonancia con los objetivos del aeropuerto de handling sostenible a partir del año 2030. De ese 85% el porcentaje de vehículos eléctricos será del 62%, por lo que estos no emitirán ningún tipo de contaminante, mientras que el 23% restante consumirá HVO (aceite vegetal hidrotratado). A falta de datos de factores de emisión oficiales por el uso de HVO, se han extraído los porcentajes de reducción para cada contaminante de información reportada por Johnston Oils<sup>11</sup>. Según estos datos el uso de HVO permite una reducción de emisiones del 30% en partículas e

<sup>11</sup> <https://johnston-oils.co.uk/wp-content/uploads/2021/03/HVOdownload.pdf>

hidrocarburos, del 25% para el CO y del 10% para el NO<sub>x</sub>, respecto a las emisiones por el consumo de diésel.

Por otro lado, las unidades de suministro auxiliar de energía, APU “Auxiliary Power Unit”, proporcionan energía eléctrica a la aeronave una vez que ésta se encuentra con los motores apagados. Generalmente se trata de pequeñas turbinas de características similares al resto de motores del avión.

Los factores de emisión contenidos en la base de datos del AEDT para los APU han sido obtenidos del documento “Technical Data to Support FAA’s Advisory Circular on Reducing Emissions from Commercial Aviation”<sup>12</sup> y se basan en factores tales como potencia, tipo de motor o tipo de refrigerante empleado. Para la simulación de los escenarios de estudio se ha asignado a cada aeronave – motor, el conjunto de APU que el programa asigna por defecto.

Dentro del paquete normativo “Fit for 55” se incluye el Reglamento del Parlamento europeo y del Consejo relativo a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos, en el cual se especifica que a partir del año 2030 todos los puestos de estacionamiento, tanto fijos como remotos, deberán garantizar el suministro de electricidad a las aeronaves estacionadas.

Aplicando esta directiva para el horizonte de puesta en funcionamiento, tanto las APU utilizadas en pasarela como en remoto, pasan a estar conectadas durante 3,5 minutos por operación, según los tiempos de uso de APU establecidos en el AIP del aeropuerto.

Por último, se han tenido en cuenta los objetivos establecidos en la iniciativa ReFuelEU Aviation, teniendo en cuenta para la simulación del horizonte de puesta en funcionamiento el objetivo de 2030 de cumplir con un porcentaje mínimo del 6 % de SAF, con un porcentaje mínimo del 1,2 % de combustibles de aviación sintéticos.

#### 4.2.3. Vehículos de transporte en accesos y estacionamientos del aeropuerto

En este apartado se estiman las emisiones producidas por los vehículos de transporte terrestre, tanto públicos como privados, que circulan por los accesos y estacionan en el aparcamiento del aeropuerto.

Los accesos considerados en el desarrollo del inventario de emisiones son:

- ✓ Carreteras que dan acceso al aeropuerto que se encuentran dentro de la zona de servicio del mismo.

<sup>12</sup> Los FE de las APU que no aparecen en el documento: EPA/EEA/FAA: “Technical Data to Support FAA’s Advisory Circular on Reducing Emissions from Commercial Aviation” se han obtenido de las siguientes fuentes de datos:

APU 131-9: Airbus “Getting to grips with fuel economy”  
[[https://www.smartcockpit.com/docs/Getting\\_To\\_Grips\\_With\\_Fuel\\_Economy.pdf](https://www.smartcockpit.com/docs/Getting_To_Grips_With_Fuel_Economy.pdf)].

APU GTCP 331-350, APU GTCP 36-100, APU GTCP 36-150[], APU GTCP 36-150[RR]: Aircraft APU Emissions at Zurich Airport  
[[https://www.flughafen-zuerich.ch/~media/flughafenzh/dokumente/das\\_unternehmen/laerm\\_politik\\_und\\_umwelt/luft/2005\\_zrh\\_apu-emiscalcsmeth.pdf](https://www.flughafen-zuerich.ch/~media/flughafenzh/dokumente/das_unternehmen/laerm_politik_und_umwelt/luft/2005_zrh_apu-emiscalcsmeth.pdf)].

- ✓ Viario interior del aeropuerto.
- ✓ Carriles de incorporación a los distintos aparcamientos simulados.

Las emisiones totales derivadas de los accesos al aeropuerto varían en función del número de vehículos anuales que circulan por cada vía, de la velocidad media de los mismos, de sus emisiones unitarias y de la longitud de las vías de acceso. Se han definido un total de 25 tramos de carretera para definir el recorrido de los vehículos tanto en el escenario actual como en el horizonte de puesta en funcionamiento.

Para estimar el número de vehículos anuales que circulan por los viales de acceso al aeropuerto, se ha llevado a cabo un cálculo a partir de diversas hipótesis que se detallan a continuación, considerando unos factores de ocupación (ratios de pasajeros por vehículo) y un factor de ajuste.

Además, se han contabilizado los autobuses públicos que circulan a diario en el aeropuerto. La frecuencia de paso de dichos autobuses se ha obtenido de la página web de Aena, en la cual se facilita información sobre el transporte público al aeropuerto<sup>13</sup>.

#### Vehículos utilizados por los pasajeros

El número de pasajeros para los dos escenarios se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla A3.22. Número de pasajeros en cada escenario**

NÚMERO DE PASAJEROS	
SIT. ACTUAL	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO
49.910.900	62.200.100

*Fuente: AENA*

Los porcentajes de utilización de los distintos modos de transporte que dan acceso al Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat se han obtenido del informe de seguimiento del Estudio de Movilidad del Modo Aéreo (en adelante EMMA) para el escenario de situación actual.

En 2026 está prevista la entrada en servicio de la nueva conexión ferroviaria al aeropuerto a través de un servicio de lanzadera con frecuencias cada 15 minutos, que conectará el centro de Barcelona con la Terminal T1 en un tiempo estimado de 19 minutos con parada intermedia en la Terminal T2. Esto hará que se incremente la cuota modal del transporte público al aeropuerto en detrimento del transporte privado. Para estimar el reparto modal en el horizonte de puesta en funcionamiento, se han considerado los porcentajes de reparto del Borrador de la Estrategia de Movilidad del aeropuerto 2023-2032 de la ATM (Autoridad de Transporte Metropolitana) de Barcelona, que incluye, además, otras medidas para el fomento de la movilidad sostenible.

Además, se ha tenido en cuenta un factor de ajuste, que representa si un mismo vehículo puede ser utilizado por los pasajeros tanto en la ida como en la vuelta del viaje. Por ejemplo: en un vuelo de ida y vuelta un pasajero cuenta como dos personas porque tiene dos billetes diferentes,

<sup>13</sup> <https://www.aena.es/es/josep-tarradellas-barcelona-el-prat/como-llegar/autobus.html#autobusesmetropolitanos>

sin embargo, sólo usa un vehículo. Con los taxis y coches de alquiler ocurre algo similar. En todos estos casos el factor de ajuste es igual a 2.

También se ha considerado el porcentaje de pasajeros que acceden vía terrestre al aeropuerto, que según las encuestas EMMA es un 94%, por lo que el número de pasajeros que acceden vía terrestre es 46.966.157 en el escenario actual y 58.530.294 para el horizonte de puesta en funcionamiento, manteniendo el mismo porcentaje de accesos terrestres.

A partir de esta información y del número de pasajeros es posible determinar el número de vehículos anuales por modo de transporte para cada uno de los escenarios.

**Tabla A3.23. Pasajeros anuales por modo de transporte**

TIPO DE TRANSPORTE	% DE USO		FACTOR DE OCUPACIÓN	FACTOR DE AJUSTE	PASAJEROS ANUALES	
	ACTUAL	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO			ACTUAL	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO
Coche privado pasajero	6	4	1	2	2.817.969	2.341.212
Coche privado acompañante	18	12	1,5	1	8.453.908	7.023.635
Coche de alquiler	3	3	1,5	2	1.408.985	1.755.909
Taxi/VTC	41	41	1	2	19.256.124	23.997.421
Autobús línea regular	15	18	-	-	7.044.924	585.303
Autobús de cortesía	1	1	50	1	469.662	10.535.453
Tren/Metro	16	20	-	-	7.514.585	11.706.059
Movilidad activa	-	1	-	-	-	585.303
<b>TOTAL</b>					<b>46.966.157</b>	<b>58.530.294</b>

*Fuente: EMMA del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat 2023 – Aena – Elaboración propia.*

Existen varias líneas regulares de autobuses con parada en el aeropuerto. Una vez tenidas en cuenta las frecuencias de paso de estas líneas, el resultado es de 184.272 autobuses públicos que circulan a lo largo del año por los viales del aeropuerto.

#### Vehículos del personal empleado

El número de empleados del aeropuerto ha sido facilitado por Aena y es de 26.356 trabajadores para el escenario de situación actual. Además, se ha asumido la hipótesis de que los empleados del aeropuerto acuden a su puesto de trabajo una media de 11 meses al año y 21 días al mes.

Los porcentajes de utilización de los distintos modos de transporte que dan acceso al Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat para los empleados se han obtenido de las encuestas de movilidad del aeropuerto. Se ha considerado el reparto modal del Borrador de la Estrategia de Movilidad 2023-2032 de la ATM.

De este modo se estima el número de vehículos utilizados por los empleados para cada horizonte:

**Tabla A3.24. Modos de acceso al aeropuerto – Empleados**

Modo de acceso	Empleados	
	SITUACIÓN ACTUAL	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO
Coche privado	19.503	17.570
Coche compartido	1.318	1.187
Moto	1.054	950
VTC + discrecional	-	1.971
Cercanías/Metro	2.646	6.241
Bus	1.615	4.106
Otros	219	-
Movilidad activa	-	821
<b>TOTAL</b>	<b>26.356</b>	<b>32.845</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Vehículos de transporte de carga

En relación con la carga transportada, se asume que los camiones que transportan la carga (todos ellos diésel) tendrán una capacidad media de carga de 4 toneladas, se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla A3.25. Carga y número de vehículos pesados**

	SITUACIÓN ACTUAL	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO
Carga anual (t)	156.503	238.333
Nº de camiones / año	39.126	59.583

Fuente: AENA

#### Estacionamiento en los aparcamientos del aeropuerto

Se ha tenido en cuenta la información correspondiente al número y tipología de aparcamientos considerados en el estudio para ambos escenarios, así como la distribución de los vehículos en los diferentes aparcamientos existentes en el aeropuerto según su capacidad.

Se ha supuesto que el 50% de los taxis pasará por la parrilla de taxis, mientras que la otra mitad únicamente realizará una parada en la fachada de la terminal.

En cuanto a los vehículos privados, según datos reflejados en el EMMA, se considera que el 8,6% de los pasajeros en coche privado utilizan los aparcamientos de Aena situados en las cercanías de ambas terminales de pasajeros, tanto los de tipología de coche privado conducido por el pasajero como los de coche privado conducidos por el acompañante. Para el escenario futuro, a falta de datos concretos, se considera que el porcentaje de uso de los aparcamientos por parte de los vehículos privados será el mismo que para situación actual.

Por último, se considera que todos los vehículos de alquiler estacionarán en el aparcamiento destinado para dichos vehículos.

Con respecto a la velocidad de circulación se han considerado unas velocidades medias en función de las características del tráfico. En las entradas y salidas del vial interno la velocidad de circulación de los vehículos será de unos 50 km/h mientras que en los propios del vial interno se ha considerado que la velocidad de circulación es de unos 30 km/h, dado que el tráfico será más lento debido a la entrada y salida de vehículos a los aparcamientos y a las paradas frente a la fachada del terminal. En los tramos de entrada y salida directa de los aparcamientos se ha considerado una velocidad de 20 km/h.

Para la modelización de los accesos se han utilizado los factores de emisión obtenidos del programa MOVES4 desarrollado por la EPA "Environmental Protection Agency". Este programa proporciona una estimación precisa de las emisiones de vehículos bajo una amplia gama de condiciones definidas por el usuario. En el proceso de modelado, se especifican los tipos de vehículos, períodos de tiempo, contaminantes, características de operación del vehículo y tipos de carreteras a modelar.

Los datos de entrada que requiere el programa MOVES4 son:

- ✓ Antigüedad de la flota automovilística: ha sido obtenida del anuario de la DGT (Dirección General de Tráfico) para el año 2023 para la provincia de Barcelona, desglosada por tipología de vehículo tanto para accesos como para parkings y extrapolándola a su vez para el horizonte de puesta en funcionamiento.
- ✓ Temperatura y humedad media: se obtienen de los archivos meteorológicos de la estación del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat de los últimos diez años. Los valores obtenidos son de 17,24°C y 70,02% de humedad relativa.
- ✓ Tipos de vehículos y combustibles:
  - Para el escenario de situación actual todos los autobuses y camiones se han considerado diésel, mientras que para los vehículos ligeros se ha considerado que un 58,47% de ellos utilizan gasolina, un 40% diésel, un 0,63% GLP y el 0,90% restante son vehículos eléctricos de acuerdo con la información proporcionada por la Dirección General de Tráfico para la provincia de Barcelona en 2023.
  - Para el horizonte de puesta en funcionamiento se ha aplicado un 30% de turismos eléctricos y se han extrapolado los porcentajes de vehículos de gasolina, diésel y GLP, obteniéndose un 41,30%, un 28,25% y un 0,45% respectivamente. El porcentaje de vehículos eléctricos se ha obtenido del *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (2023-2030)*, de que se sustrae que en 2030 un 30% de los turismos serán eléctricos. Para las emisiones por viajes en autobús público se considera que todos los buses metropolitanos serán de cero emisiones, por estar adherido el ayuntamiento de Barcelona a la C40 Fossil-



Fuel-Free Streets Declaration<sup>14</sup>. Para los autobuses de largo recorrido, los buses de cortesía y los camiones se ha tomado un escenario conservador y se ha considerado que seguirán siendo de combustión diésel.

- ✓ La velocidad media de circulación por la vía y su longitud: La velocidad es la indicada anteriormente en función del tipo de vía.

Para el modelado de los aparcamientos se han vuelto a utilizar los factores de emisión obtenidos del programa MOVES4. Se han hecho las mismas hipótesis que para los accesos suponiendo, además, que la velocidad media dentro de los mismos es de unos 15 km/h.

#### 4.2.4. Fuentes estacionarias

Las fuentes estacionarias del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat, se corresponden con los grupos electrógenos, las calderas de calefacción y las prácticas del SEI.

##### Grupos electrógenos

El consumo de los grupos electrógenos se obtiene a partir de los datos de consumo de combustibles fósiles del año 2023 en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat, para el que se registró un consumo de 79.981 litros de gasóleo B.

Para el horizonte de puesta en funcionamiento se ha considerado que el consumo en grupos electrógenos será igual que en el escenario de situación actual, pero cambiando el combustible por HVO (Aceite Vegetal Hidrotratado). A falta de datos de factores de emisión oficiales por el uso de HVO, se han extraído los porcentajes de reducción para cada contaminante de información reportada por Johnston Oils<sup>15</sup>. Según estos datos el uso de HVO permite una reducción de emisiones del 30% en partículas e hidrocarburos, del 25% para el CO y del 10% para el NO<sub>x</sub>, respecto a las emisiones por el consumo de diésel.

##### Prácticas del SEI

Para el año de situación actual el consumo de combustible quemado para realizar las prácticas del SEI fue de 3.206 litros de gasóleo B7, datos obtenidos a partir de los datos de consumo de combustibles fósiles en 2023 en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat. Esta información se introduce en el programa indicando el lugar exacto donde se sitúa la plataforma en la cual se realizan las prácticas.

Al igual que en el caso de los grupos electrógenos, para el horizonte de puesta en funcionamiento se ha considerado que el consumo de las prácticas del SEI será igual que en el escenario de situación actual, pero cambiando el combustible por HVO (Aceite Vegetal Hidrotratado). A falta de datos de factores de emisión oficiales por el uso de HVO, se han extraído los porcentajes de reducción para cada contaminante de información reportada por Johnston Oils, al igual que en el caso de los grupos electrógenos.

<sup>14</sup> Las ciudades adheridas a la C40 Fossil-Fuel-Free Streets Declaration se comprometen a realizar la transición a calles libres de combustibles fósiles mediante la adquisición solo de autobuses de cero emisiones a partir de 2025.

<sup>15</sup> <https://johnston-oils.co.uk/wp-content/uploads/2021/03/HVOdownload.pdf>.

## Calderas

Para el año de situación actual el consumo de combustible quemado para su uso en calderas fue de 2.772.116 m<sup>3</sup> de gas natural, datos obtenidos a partir de los datos de consumo de combustibles fósiles en 2023 en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat. Esta información se introduce en el programa indicando el lugar exacto donde se sitúan las terminales de pasajeros.

Para el horizonte de puesta en funcionamiento, la estrategia para la calefacción (calderas) será su electrificación. Sin embargo, aún se quedarán instaladas algunas calderas de gas para puntas en caso de que haga mucho frío. Las calderas se utilizarán solo si es necesario y utilizarán biometano.

## 4.3. OTROS DATOS DE ENTRADA

---

### 4.3.1. Datos meteorológicos

Previo al cálculo del inventario de emisiones, a la dispersión de contaminantes y al análisis del riesgo de afectación a la población, es necesario un procesado de los datos meteorológicos, así como la estimación de los parámetros de capa de mezcla y estabilidad.

Para el tratamiento de los datos meteorológicos se ha empleado el programa de cálculo Aermet. Este modelo necesita como datos de entrada dos archivos meteorológicos representativos de la zona: un archivo de superficie, en formato SAMSON, en el que se registran las principales variables meteorológicas a la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentra el aeropuerto de estudio; y un archivo de sondeos (*upper air*), en formato TD-6201, en el que se proporcionan las variaciones de los parámetros meteorológicos en función de la altura, y que contiene información de presión, temperatura, humedad, y velocidad y dirección del viento. Estos dos archivos se han adquirido para el estudio, y provienen del modelo meteorológico *World Research and Forecasting* (WRF), el más utilizado en este campo, y considerado por la EPA como el sistema que refleja el estado del arte de la modelización meteorológica.

Además, el modelo también necesita conocer las características superficiales de la zona de influencia del aeropuerto, definidas a través de tres parámetros:

- ✓ Rugosidad superficial (m), expresada como la altura a la que la velocidad horizontal del viento se anula como consecuencia de los obstáculos que encuentra a su paso.
- ✓ Ratio de Bowen, da la relación entre el flujo de calor sensible y el flujo de calor latente. Es un indicador de la humedad superficial.
- ✓ Albedo, definido como la fracción de radiación total incidente que es reflejada por la superficie al espacio sin ser absorbida.

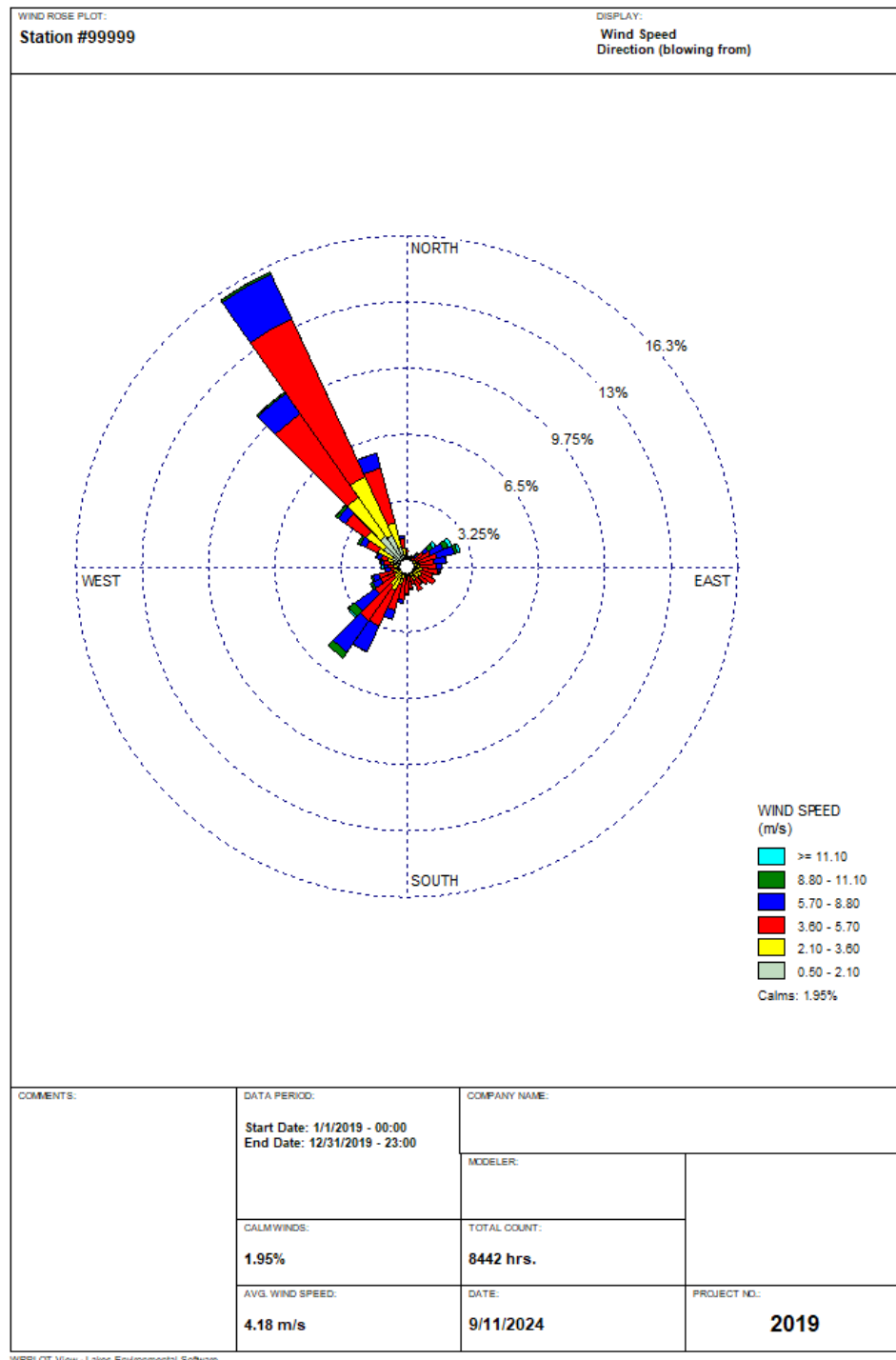
El modelo Aermet procesa los archivos en tres fases:

1. Extracción y procesado de los registros meteorológicos de superficie y sondeos.

2. Fusión de la información meteorológica obtenida en el paso anterior.
3. Lectura del archivo combinado y estimación de los parámetros de capa de mezcla.

Como resultado de este proceso se obtienen dos archivos, uno de los cuales, denominado “fichero de superficie” o SFC, contiene estimaciones hora a hora de parámetros de la capa de mezcla. El otro fichero, llamado PFL, contiene el perfil de velocidad y dirección de viento, temperatura y desviación de las componentes fluctuantes del viento, para una o más alturas.

**Ilustración A3.1. Rosa de vientos del año tipo (2019)**



Fuente: WRPLOT View.

#### 4.3.2. Perfiles operacionales

Con el fin de adecuar la actividad diaria del aeropuerto a las condiciones atmosféricas reinantes durante ese mismo periodo, se aplica a cada fuente de emisión considerada unos perfiles operacionales que permiten asignar a cada hora del periodo de estudio la proporción de emisiones que le corresponde.

Los perfiles operacionales se basan en el concepto de “pico de actividad” que se representa por una ratio comprendido entre 1 y 0, donde el 1 indica la máxima actividad.

Los perfiles operacionales pueden ser de tres tipos, atendiendo al periodo de tiempo sobre el que se definen.

- ✓ **Perfil operacional mensual.** Permite distribuir la actividad total anual de cada fuente entre los doce meses del año.
- ✓ **Perfil operacional semanal.** Permite distribuir la actividad total anual de cada fuente a lo largo de los días de la semana.
- ✓ **Perfil operacional diario.** Distribuye la actividad de cada fuente a lo largo de las 24 horas del día.

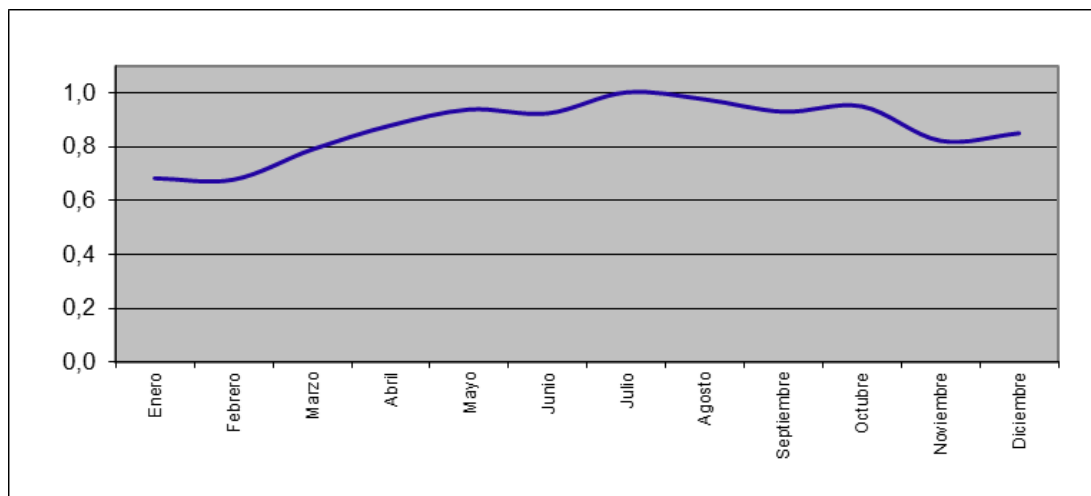
Se han utilizado perfiles operacionales para la distribución de las operaciones de las aeronaves, flujo de vehículos en accesos y aparcamientos del aeropuerto. Los perfiles definidos para las aeronaves son aplicados por el programa a vehículos de apoyo en tierra y unidades auxiliares de energía.

Los perfiles de caracterización de la actividad de aeronaves han sido calculados a partir de la base de datos ESTOP del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat correspondiente a la situación actual. En ella aparece registrada la fecha y hora exacta en la que se produjo cada operación del año completo.

Los perfiles operacionales relativos a los accesos y al aparcamiento se han considerado iguales, dado el paralelismo entre la actividad de ambas fuentes. Éstos han sido obtenidos a partir de los perfiles de las aeronaves. Los perfiles mensual y diario se han mantenido exactamente iguales al de operación de las aeronaves. En el caso del perfil horario, se ha supuesto que los pasajeros en salidas acceden al aeropuerto aproximadamente dos horas antes del despegue de la aeronave mientras que, en las llegadas, la salida del aeropuerto no se suele demorar más de una hora respecto al de la llegada de la aeronave.

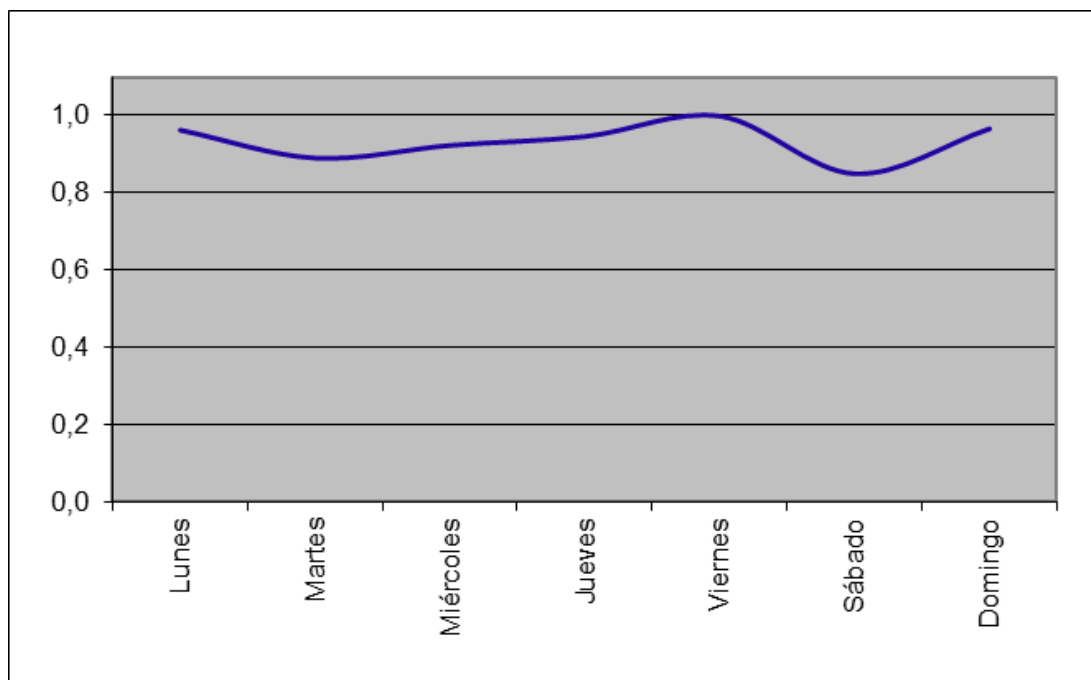
En las siguientes ilustraciones aparecen representados los perfiles mensual, semanal y diario para las aeronaves, vehículos auxiliares en plataforma, accesos y aparcamientos. Tal y como se aprecia en ellas, el mes punta es julio y el día de la semana con mayor número de operaciones es el viernes.

**Ilustración A3.2. Perfil operacional mensual**



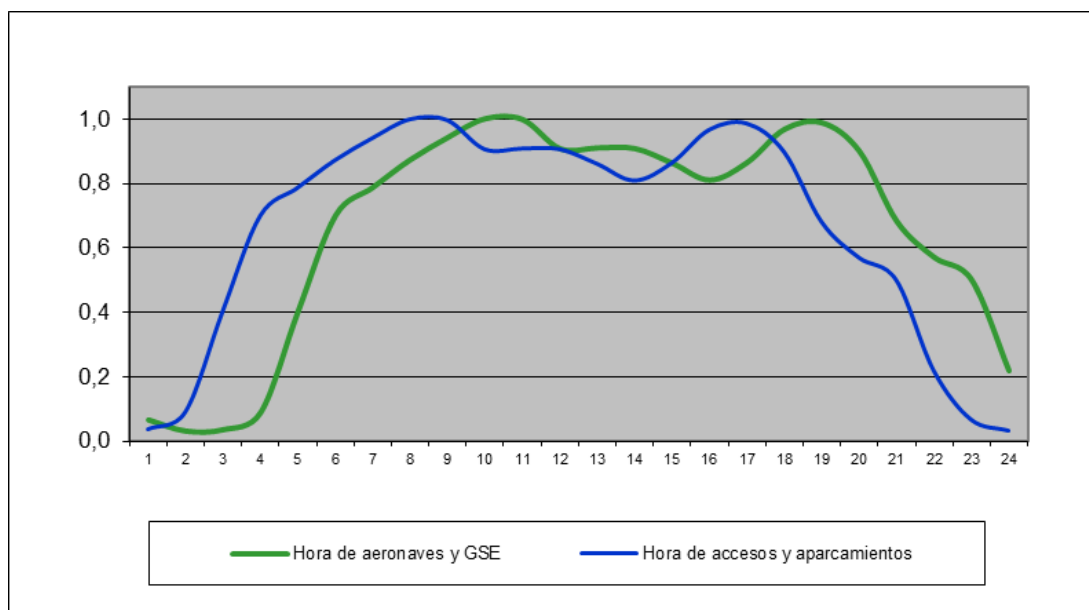
*Fuente: Elaboración propia.*

**Ilustración A3.3. Perfil operacional semanal**



*Fuente: Elaboración propia.*

#### Ilustración A3.4. Perfil operacional diario



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.3. Configuración de pistas y calles de rodaje

La asignación de pista, calles de rodaje y puestos de estacionamiento a cada aeronave es fundamental a la hora de situar las emisiones debidas a las aeronaves en sus diferentes modos de operación y las correspondientes a los vehículos de apoyo en plataforma.

El reparto de utilización de cabeceras se ha obtenido a partir de la base de datos ESTOP que recoge todas las operaciones que tuvieron lugar en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat para el escenario actual considerado y la cabecera de pista por la que se realizan. Para el horizonte de puesta en funcionamiento se mantiene la misma distribución porcentual:

**Tabla A3.26. Utilización porcentual de cabeceras**

CABECERA	% DE ATERRIZAJES	% DE DESPEGUES
02	14,80%	-
20	-	0,19%
06L	11,09%	0,39%
06R	-	21,99%
24L	4,18%	76,62%
24R	69,93%	0,81%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: ESTOP. Elaboración propia.

Respecto a las calles de rodaje, se ha definido un total de 33 tramos tanto para el escenario de situación actual como para el horizonte de puesta en funcionamiento, para poder describir, de la manera más parecida posible a como ocurre en la realidad, los movimientos de las aeronaves desde la pista a la zona de estacionamiento que le sea asignada en operaciones de aterrizaje y

los movimientos de las aeronaves desde la zona de estacionamiento hasta la cabecera de despegue en operaciones de salida.

#### 4.3.4. Zonas de estacionamiento

En el cálculo de la dispersión de contaminantes en la atmósfera, el modelo considera que las emisiones correspondientes a los vehículos de apoyo en tierra a aeronaves (GSE) se producen en las zonas de estacionamiento de aeronaves.

El aeropuerto cuenta con dos terminales de pasajeros, cada una de estas con puestos de estacionamiento en contacto con la terminal. Asimismo, el aeropuerto dispone de puestos de estacionamiento en remoto repartidos entre todas sus terminales de pasajeros y de la plataforma de aviación general y corporativa.

La asignación de los puestos de estacionamiento para las aeronaves se ha realizado a partir de los datos del ESTOP del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat.

#### 4.3.5. Receptores

Con el fin de obtener los niveles de inmisión sobre periodos de tiempo acordes a la legislación, ha sido necesario definir dos tipos de receptores en función del periodo de análisis.

Para conocer la distribución espacial de los niveles de inmisión medios anuales, se han simulado los niveles de concentración existentes en cada uno de los puntos de un mallado que cubre el aeropuerto y su zona de afectación, formado por puntos separados 150 metros horizontalmente y 150 metros verticalmente entre sí y situados a una altura de 1,8 metros. En total se obtiene una malla formada por 1.517 puntos tanto para el escenario de situación actual como para el horizonte de puesta en funcionamiento.

Los resultados así obtenidos han sido representados mediante curvas de isoconcentración de NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> y Benceno para los escenarios de estudio.

Para el análisis de los máximos diarios, octohorarios y horarios en el entorno del aeropuerto se han tomado 9 puntos situados sobre las zonas urbanizadas en el entorno del aeropuerto y en puntos en los que se localizan estaciones de medición de calidad del aire cercanas a una altura de 1,8 metros. La situación exacta de estos receptores se presenta en la ilustración 4.5. Los resultados obtenidos por la simulación se recogen en el siguiente apartado.



### Ilustración A3.5. Receptores puntuales



*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.4. RESULTADOS

#### 4.4.1. Inventario de emisiones

En las siguientes tablas se recogen los inventarios de emisiones de la situación actual y el horizonte de puesta en funcionamiento.

**Tabla A3.27. Resumen de emisiones. Situación actual**

FUENTE	CO	BENCENO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	tn /AÑO					
Ciclo LTO	1.827,00	3,56	1.589,00	138,10	13,49	13,49
GSE/GAV	10,75	-	11,60	-	0,39	0,39
APU	13,02	-	22,08	2,71	2,32	2,32
Accesos y aparcamientos	545,08	0,25	12,54	0,55	6,60	1,12
Calderas	3,73	0,01	4,44	0,03	0,08	0,08
Grupos electrógenos	1,25	0,01	5,79	0,11	0,31	0,31
Prácticas SEI	1,45	0,00	0,01	0,00	0,37	0,36
<b>Total</b>	<b>2.402,28</b>	<b>3,83</b>	<b>1.645,46</b>	<b>141,50</b>	<b>23,56</b>	<b>18,07</b>

Fuente: AEDT 3g – MOVES4 - *Elaboración propia.*



**Tabla A3.28. Resumen de emisiones. Horizonte de Puesta en Funcionamiento**

FUENTE	CO	BENCENO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	tn / AÑO					
Ciclo LTO	1.577,23	2,37	1.925,37	144,97	9,43	9,43
GSE/GAV	7,06	-	8,10	-	0,25	0,25
APU	14,38	-	19,14	2,52	2,23	2,23
Accesos y aparcamientos	228,21	0,12	4,78	0,34	7,02	1,14
Calderas	0,19	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00
Grupos electrógenos	0,93	0,01	5,21	0,11	0,21	0,21
Prácticas SEI	1,09	0,00	0,01	0,00	0,26	0,25
<b>Total</b>	<b>1.829,09</b>	<b>2,50</b>	<b>1.962,84</b>	<b>147,94</b>	<b>19,41</b>	<b>13,52</b>

Fuente: AEDT 3g – MOVES4 - *Elaboración propia.*

#### 4.4.1.1 Análisis de emisiones entre escenarios

A continuación, a la vista de los resultados obtenidos, se realiza un análisis comparativo entre escenarios para cada fuente emisora:

- Ciclo LTO: es de esperar que las emisiones correspondientes a esta fuente aumenten significativamente para el horizonte de puesta en funcionamiento debido al incremento de operaciones entre escenarios. Sin embargo, teniendo en cuenta el objetivo de uso de SAF establecido en la iniciativa ReFuelEU Aviation y los porcentajes de reducción de emisiones por contaminante reflejados en la Tabla 4.4., se puede observar como en el horizonte de puesta en funcionamiento las emisiones anuales de CO, Benceno, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> se reducen respecto a la situación actual, mientras que para el NO<sub>x</sub> y el SO<sub>x</sub> se produce un incremento de emisiones, si bien es inferior al aumento de operaciones.
- GSE: a pesar del aumento de operaciones entre escenarios, las emisiones correspondientes a los GSE se reducen ligeramente, debido a que se ha considerado que el 85% de los equipos serán de bajas emisiones para el horizonte de puesta en funcionamiento (eléctricos y HVO).
- APU: Al igual que las aeronaves, es de esperar que las emisiones correspondientes a esta fuente aumenten para el horizonte de puesta en funcionamiento debido al incremento de operaciones entre escenarios. Sin embargo, se produce una disminución de emisiones de la mayoría de los contaminantes debido a que esta fuente también se ve influenciada por el uso de SAF establecido en la iniciativa ReFuelEU Aviation y, por lo tanto, por los porcentajes de reducción de emisiones por contaminante reflejados en la Tabla 4.4. Por otra parte, el cambio en la distribución de la flota de aeronaves respecto a la situación actual (sustitución de modelos más antiguos por otros de última generación) deriva en una redistribución de la flota de las APU ya que a cada modelo de aeronave se le asigna un modelo diferente de APU. Esto, a su vez, deriva en unos

factores de emisión diferentes para cada contaminante en cada escenario, lo que explica los distintos comportamientos entre contaminantes en cada escenario. Por último, también influye que a partir del año 2030 todos los puestos de estacionamiento, tanto fijos como remotos, deberán garantizar el suministro de electricidad a las aeronaves estacionadas, lo que reduce significativamente el tiempo de uso de las APU.

- Accesos y aparcamientos: las emisiones correspondientes a esta fuente se ven influenciadas principalmente por el número de pasajeros y de empleados que acceden al aeropuerto. Estos aumentan en un 25% para el horizonte de puesta en funcionamiento, pero sin embargo las emisiones atmosféricas disminuyen considerablemente (exceptuando las emisiones de partículas). Esta bajada en las emisiones se justifica por:
  - El cambio en el reparto modal a futuro, en el que aumenta el porcentaje de pasajeros y empleados que acceden en transporte público al aeropuerto en detrimento del transporte privado (Borrador de la Estrategia de Movilidad del aeropuerto 2023-2032 de la ATM).
  - El uso de turismos eléctricos, que supondrá un 30% del total de turismos en el horizonte de puesta en funcionamiento, como se ha explicado en el apartado 4.2.3.
  - Para las emisiones por viajes en autobús de línea regular se ha considerado que los buses metropolitanos son de cero emisiones para el horizonte futuro, tal y como se ha explicado en el apartado 4.2.3.
  - Los factores de emisión de todos los contaminantes disminuyen en el horizonte de puesta en funcionamiento, sufriendo una mayor reducción los correspondientes al CO, Benceno y NO<sub>x</sub> en comparación con los de SO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>.
- Calderas: las emisiones correspondientes a esta fuente se reducen hasta ser prácticamente nulas para varios contaminantes debido a su electrificación, funcionando solo algunas calderas de biometano para puntas en caso de que haga mucho frío, como se especifica en el apartado 4.2.4.
- Grupos electrógenos: las emisiones correspondientes se ven reducidas gracias al cambio de combustible de esta fuente a HVO.
- Prácticas SEI: las emisiones correspondientes se ven gracias al cambio de combustible de esta fuente a HVO.

En cuanto al global de emisiones se refiere, a excepción del NO<sub>x</sub> y del SO<sub>x</sub> que aumentan ligeramente (un 19% y 5% respectivamente frente al aumento del 20% de operaciones), el resto de los contaminantes disminuye entre un 18% (PM<sub>10</sub>) y un 35% (Benceno) para el horizonte de puesta en funcionamiento.

#### 4.4.1.2 Contextualización de las emisiones obtenidas

El Sistema Español de Inventario proporciona cada año el flujo anual de emisiones de los principales contaminantes atmosféricos, siendo su última versión la publicada en abril de 2024 correspondiente a la serie 1990-2022.

Con el fin de contextualizar las emisiones obtenidas derivadas del funcionamiento del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat, se realiza una comparativa de las emisiones de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y PM<sub>2,5</sub> con las reportadas para la comunidad autónoma de Cataluña en el año 2022 en el Inventario nacional de emisiones a la atmósfera<sup>16</sup>.

**Tabla A3.29. Inventario de emisiones de NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y PM<sub>2,5</sub>. Modelización vs Inventario Nacional de Emisiones (Cataluña 2022)**

	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	KILOTONELADAS		
Modelización situación actual	1,65	0,14	0,02
Modelización puesta en funcionamiento	1,96	0,15	0,01
Inventario nacional de emisiones a la atmósfera (Cataluña)	67,3	9,2	13,5

*Fuente: Inventario nacional de emisiones a la atmósfera - Elaboración propia.*

En cuanto al NO<sub>x</sub> se observa como las emisiones obtenidas para los dos escenarios representan aproximadamente un 2,7% de las emisiones reportadas para Cataluña en el Inventario Nacional de Emisiones del MITECO correspondientes al año 2022. Respecto al SO<sub>x</sub>, las emisiones obtenidas no superan el 1,6% de las del Inventario Nacional en ninguno de los escenarios, mientras que, para las PM<sub>2,5</sub> no suben del 0,12% de las reportadas.

A la vista de estos resultados, se puede concluir que las emisiones de los contaminantes estudiados atribuibles al funcionamiento del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat para el horizonte de puesta en funcionamiento no repercutirán en un aumento significativo del total de emisiones de la comunidad autónoma ni, por lo tanto, del conjunto del país.

#### 4.4.2. Análisis de concentraciones

Para la modelización de la calidad del aire, el programa asigna las emisiones horarias de cada fuente a distintas áreas o puntos en función de si la fuente es móvil o fija respectivamente. El modelo Aermod calcula las concentraciones de cada contaminante en los receptores indicados a partir de dicha información de emisiones.

En las ilustraciones 4.7., 4.8., 4.9. y 4.10. aparecen representadas las curvas de isoconcentración anuales para los dos escenarios estudiados de los contaminantes dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> y benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), respectivamente.

<sup>16</sup> <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/EMISIONES%20DE%20CONT.%20ATM.%20POR%20COMUNIDADES%20AUT%C3%93NOMAS%20Ed.%202024.pdf>

#### 4.4.2.1 Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Según el Real Decreto 102/2011, el valor límite anual para la protección de la salud humana del NO<sub>2</sub> actualmente está establecido en 40 µg/m<sup>3</sup>.

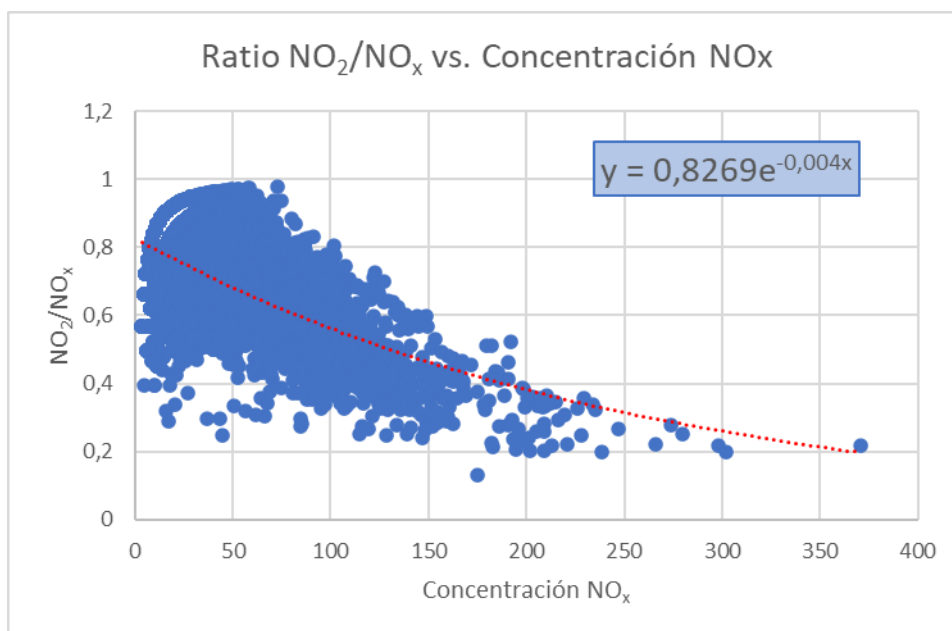
Los valores límite de los óxidos de nitrógeno para protección de la salud humana marcados por el Real Decreto 102/2011 están referidos a dióxido de nitrógeno. Los resultados de la simulación se refieren a óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) que integra al monóxido de nitrógeno (NO) y al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). En la normativa no existe límite legal para la protección de la población referido a NO<sub>x</sub>, sino a NO<sub>2</sub>, por lo que es necesario realizar una conversión de las concentraciones obtenidas en el modelo. En el Apéndice W de la Guía de Modelos de Calidad del Aire de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), se recomiendan tres tipos de enfoque para estimar la concentración de NO<sub>2</sub>:

- ✓ Tier 1: Asumir una conversión completa de todo el NO emitido a NO<sub>2</sub>, es decir, la concentración de NO<sub>x</sub> es igual a la concentración de NO<sub>2</sub>
- ✓ Tier 2: Multiplicar los resultados de NO<sub>x</sub> obtenidos por una ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> representativa.
- ✓ Tier 3: Desarrollar un análisis detallado de cada concentración horaria con ayuda de información complementaria.

Se considera que el enfoque más adecuado para el alcance del proyecto es el Tier 2, dado que se dispone de datos reales de mediciones de NO<sub>2</sub> y NO de una estación de calidad del aire cercana al aeropuerto, la de El Prat de Llobregat (Polideportivo Sagnier), a 3,5 kilómetros al norte de este. Estos datos proporcionan una ratio representativa del equilibrio entre las concentraciones de ambos compuestos en la zona.

Tras realizar un análisis de las concentraciones horarias, se obtiene una curva de tendencia exponencial representativa del equilibrio químico de los óxidos de nitrógeno:

**Ilustración A3.6. Relación entre la ratio NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> y la concentración de NO<sub>x</sub>**



Fuente: Red catalana de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica (XVPCA) – Elaboración propia.

La ecuación que define la curva de tendencia exponencial se emplea para ajustar las concentraciones de  $\text{NO}_x$  obtenidas en el modelo, tanto en receptores puntuales (medias horarias), como en el mallado situado en el entorno del aeropuerto (media anual).

Tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración, el valor límite anual para el  $\text{NO}_2$  ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) no se supera en las zonas habitadas del entorno del aeropuerto, pero sí en el interior de la zona de servicio del mismo. Los valores más altos que superan el valor límite se alcanzan en la cabecera de pista 24L, llegando a un máximo de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el escenario de situación actual y de  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el de puesta en funcionamiento<sup>17</sup>.

**Ilustración A3.7. Curvas de isoconcentración anuales de  $\text{NO}_2$  del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat**



<sup>17</sup> La superación del valor límite para la protección de la salud no puede evaluarse en el interior del aeropuerto porque en el Anexo III del RD 102/2011 se establece que "El cumplimiento de los valores límite para la protección de la salud humana no se evaluará en las ubicaciones situadas en zonas a las que el público no tenga acceso y no existan viviendas permanentes".





Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al valor límite horario para la protección de la salud humana, la legislación actual lo establece en  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil. El valor del percentil 99,8 en una serie de 8760 datos horarios (año no bisiesto) representa el 19º valor más alto del año, de forma que si éste es inferior o igual a los  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , indica que se está cumpliendo con las directrices del Real Decreto 102/2011. Los resultados obtenidos de la simulación en el conjunto de receptores considerado se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla A3.30. Concentraciones horarias de  $\text{NO}_2$  (Situación actual)**

Receptor	Concentraciones horarias de $\text{NO}_2$ obtenidas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Situación actual			
	Percentil 99,8	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	76,04	16,60	24,13	0
Almeda Mercader	71,49	0,91	5,97	0
Castelldefels	68,40	0,76	5,08	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	74,21	1,96	8,02	0
Fontsanta	70,94	0,77	5,45	0
Gavà (Parc del Mil·lenni)	56,60	0,68	4,49	0
L'Hospitalet de Llobregat	62,11	0,75	4,97	0
Sant Boi de Llobregat	72,10	0,79	5,41	0

Receptor	Concentraciones horarias de NO <sub>2</sub> obtenidas (µg/m <sup>3</sup> )			
	Situación actual			
	Percentil 99,8	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Viladecans (polideportivo Atrium)	70,16	0,85	5,55	0
<b>Valor límite</b>	<b>200 µg/m<sup>3</sup> – Nº de superaciones permitidas: 18</b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

**Tabla A3.31. Concentraciones horarias de NO<sub>2</sub> (Puesta en funcionamiento)**

Receptor	Concentraciones horarias de NO <sub>2</sub> obtenidas (µg/m <sup>3</sup> )			
	Puesta en funcionamiento			
	Percentil 99,8	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	76,03	19,05	24,98	0
Almeda Mercader	73,96	1,03	6,57	0
Castelldefels	65,86	0,84	5,45	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	74,43	2,11	8,49	0
Fontsanta	74,03	0,86	6,02	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	63,14	0,78	5,10	0
L'Hospitalet de Llobregat	71,11	0,90	5,91	0
Sant Boi de Llobregat	70,41	0,85	5,73	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	71,89	0,93	6,04	0
<b>Valor límite</b>	<b>200 µg/m<sup>3</sup> – Nº de superaciones permitidas: 18</b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

Tal y como se puede apreciar en las tablas anteriores, no existen superaciones del valor límite horario establecido por la normativa en ninguno de los receptores analizados. Por otro lado, tampoco se alcanza el umbral de alerta en ninguno de los receptores, ya que no se exceden los 400 µg/m<sup>3</sup> en ningún resultado horario durante tres horas consecutivas en los escenarios analizados.

#### 4.4.2.2 Monóxido de carbono (CO)

En cuanto al monóxido de carbono, no existen valores límites de la media anual. La legislación vigente (Real Decreto 102/2011) establece como valor límite para la protección de la salud humana 10 mg/m<sup>3</sup> en el periodo promedio de las ocho horas máximas de un día.

En las siguientes tablas se puede comprobar cómo los máximos obtenidos en todos los receptores se encuentran muy por debajo del límite legal.

**Tabla A3.32. Concentraciones octohorarias de CO (Situación Actual)**

Receptor	Concentraciones octohorarias de CO obtenidas de la simulación (mg/m <sup>3</sup> )			
	Situación actual			
	Máximo	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	0,95	0,06	0,08	0
Almeda Mercader	0,43	0,01	0,04	0
Castelldefels	0,51	0,01	0,04	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	1,11	0,02	0,08	0
Fontsanta	0,40	0,01	0,03	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	0,66	0,01	0,04	0
L'Hospitalet de Llobregat	0,44	0,01	0,03	0
Sant Boi de Llobregat	0,51	0,01	0,04	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	0,78	0,01	0,05	0
<b>Valor límite</b>	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

**Tabla A3.33. Concentraciones octohorarias de CO (Puesta en funcionamiento)**

Receptor	Concentraciones octohorarias de CO obtenidas de la simulación (mg/m <sup>3</sup> )			
	Puesta en funcionamiento			
	Máximo	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	0,59	0,04	0,05	0
Almeda Mercader	0,34	0,01	0,02	0
Castelldefels	0,26	0,01	0,02	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	0,94	0,02	0,06	0
Fontsanta	0,37	0,00	0,03	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	0,53	0,01	0,03	0
L'Hospitalet de Llobregat	0,25	0,00	0,02	0
Sant Boi de Llobregat	0,61	0,01	0,03	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	0,38	0,01	0,03	0
<b>Valor límite</b>	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

#### 4.4.2.3 Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)

No existe un valor límite anual para protección de la salud humana referido a dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). El nivel crítico anual definido para este contaminante se refiere a la protección de la



vegetación. No obstante, para la protección de la salud humana la legislación actual vigente establece valores límite horario y diario relativos a SO<sub>2</sub>.

Los resultados de la simulación hacen referencia a SO<sub>x</sub>. Puesto que los límites legales aluden a SO<sub>2</sub>, se considerará que todos los SO<sub>x</sub> se encuentran como dióxido de azufre para poder evaluar los resultados obtenidos para el escenario de estudio.

El valor límite diario marcado por el Real Decreto 102/2011 se establece en 125 µg/m<sup>3</sup>, que no podrá superarse en más de 3 ocasiones. De manera análoga al caso del NO<sub>2</sub>, se utiliza el percentil 99,18 como indicador, ya que representa el 4º valor más alto en una serie de 365 días. Tal y como se aprecia a continuación este valor no se supera en ninguno de los escenarios considerados.

**Tabla A3.34. Concentraciones diarias de SO<sub>x</sub> (Situación Actual)**

Receptor	Concentraciones diarias de SO <sub>x</sub> obtenidas de la simulación (µg/m <sup>3</sup> )			
	Situación actual			
	Percentil 99,18	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	10,45	3,36	2,65	0
Almeda Mercader	2,95	0,23	0,56	0
Castelldefels	3,24	0,22	0,64	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	3,46	0,42	0,74	0
Fontsanta	3,00	0,18	0,53	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	3,44	0,20	0,64	0
L'Hospitalet de Llobregat	2,57	0,20	0,51	0
Sant Boi de Llobregat	2,48	0,19	0,50	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	3,50	0,24	0,63	0
<b>Valor límite</b>	<b>125 µg/m<sup>3</sup> – Nº de superaciones permitidas: 3</b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

**Tabla A3.35. Concentraciones diarias de SO<sub>x</sub> (Puesta en funcionamiento)**

Receptor	Concentraciones diarias de SO <sub>x</sub> obtenidas de la simulación (µg/m <sup>3</sup> )			
	Puesta en funcionamiento			
	Percentil 99,18	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	8,87	2,94	2,09	0
Almeda Mercader	2,54	0,24	0,55	0
Castelldefels	3,22	0,22	0,61	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	3,44	0,44	0,75	0
Fontsanta	3,46	0,19	0,56	0

Receptor	Concentraciones diarias de SO <sub>x</sub> obtenidas de la simulación (µg/m <sup>3</sup> )			
	Puesta en funcionamiento			
	Percentil 99,18	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Gavá (Parc del Mil·lenni)	4,26	0,22	0,73	0
L'Hospitalet de Llobregat	2,54	0,21	0,49	0
Sant Boi de Llobregat	2,80	0,20	0,55	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	3,09	0,25	0,69	0
<b>Valor límite</b>	<b>125 µg/m<sup>3</sup> – Nº de superaciones permitidas: 3</b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

El valor límite horario marcado por el Real Decreto 102/2011 vigente se establece en 350 µg/m<sup>3</sup> con fecha de cumplimiento el 1 de enero de 2005, valor que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil. Se utiliza la concentración correspondiente al percentil 99,73 de la serie horaria del año, que representa el 25º valor más alto. Además, el umbral de alerta del dióxido de azufre se establece en 500 µg/m<sup>3</sup>, y se considerará superado cuando se alcance dicha concentración durante tres horas consecutivas. En las siguientes tablas se recogen los resultados obtenidos de la simulación, donde se observa que no se superan los límites de referencia en ninguno de los escenarios de estudio.

**Tabla A3.36. Concentraciones horarias de SO<sub>x</sub> (Situación Actual)**

Receptor	Concentraciones horarias de SO <sub>x</sub> obtenidas de la simulación (µg/m <sup>3</sup> )			
	Situación actual			
	Percentil 99,73	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	42,85	3,33	6,57	0
Almeda Mercader	22,05	0,22	2,15	0
Castelldefels	18,62	0,22	2,69	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	22,63	0,41	2,47	0
Fontsanta	18,22	0,18	1,79	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	13,92	0,20	2,82	0
L'Hospitalet de Llobregat	17,12	0,20	2,21	0
Sant Boi de Llobregat	17,39	0,19	2,00	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	24,70	0,23	2,57	0
<b>Valor límite</b>	<b>350 µg/m<sup>3</sup> – Nº de superaciones permitidas: 24</b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

**Tabla A3.37. Concentraciones horarias de SO<sub>x</sub> (Puesta en funcionamiento)**

Receptor	Concentraciones horarias de SO <sub>x</sub> obtenidas de la simulación (µg/m <sup>3</sup> )			
	Puesta en funcionamiento			
	Percentil 99,73	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	28,92	2,91	5,44	0
Almeda Mercader	18,58	0,23	2,17	0
Castelldefels	17,93	0,22	2,45	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	22,80	0,43	2,52	0
Fontsanta	19,53	0,19	1,89	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	15,40	0,21	3,28	0
L'Hospitalet de Llobregat	18,40	0,21	2,07	0
Sant Boi de Llobregat	17,75	0,20	2,09	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	21,67	0,24	2,94	0
<b>Valor límite</b>	<b>350 µg/m<sup>3</sup> – Nº de superaciones permitidas: 24</b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

#### 4.4.2.4 Partículas en suspensión (PM<sub>10</sub>)

El Real Decreto 102/2011 establece límites anuales y diarios de partículas en suspensión (PM<sub>10</sub>) para la protección de la salud humana.

El valor límite anual para la protección de la salud humana está establecido en 40 µg/m<sup>3</sup>. Tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración, dicho límite no se supera en ningún punto exterior al aeropuerto ni en el interior de la zona de servicio del mismo. De hecho, el máximo registrado por la simulación es de 5,4 µg/m<sup>3</sup> en la situación actual, y 5,9 µg/m<sup>3</sup> para el de puesta en funcionamiento. Estos valores se encuentran muy alejados del límite legal.



**Ilustración A3.8. Curvas de isoconcentración anuales de  $PM_{10}$  del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat**



Fuente: Elaboración propia.

El valor límite diario para la protección de la salud humana es de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dicho límite no podrá superarse en más de 35 ocasiones por año civil. Para realizar dicha comprobación se emplea el percentil 90,4 que representa la 36ª concentración más alta en una serie diaria de 365 valores.

En las siguientes tablas quedan reflejados los máximos valores obtenidos en cada uno de los receptores analizados en cada uno de los escenarios. Todos los resultados obtenidos de la simulación se encuentran muy por debajo del límite legal.

**Tabla A3.38. Concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> (Situación Actual)**

Receptor	Concentraciones diarias de PM <sub>10</sub> obtenidas de la simulación ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Situación actual			
	Percentil 90,4	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	0,58	0,29	0,24	0
Almeda Mercader	0,28	0,09	0,22	0
Castelldefels	0,25	0,08	0,24	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	0,99	0,29	0,53	0
Fontsanta	0,20	0,07	0,21	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	0,22	0,08	0,24	0
L'Hospitalet de Llobregat	0,17	0,06	0,16	0
Sant Boi de Llobregat	0,26	0,08	0,22	0
Viladecans (polideportivo Atrium)	0,37	0,12	0,33	0
<b>Valor límite</b>	<b><math>50 \mu\text{g}/\text{m}^3</math> – Nº de superaciones permitidas: 35</b>			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

**Tabla A3.39. Concentraciones diarias de PM<sub>10</sub> (Puesta en funcionamiento)**

Receptor	Concentraciones diarias de PM <sub>10</sub> obtenidas de la simulación ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Puesta en funcionamiento			
	Percentil 90,4	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Aeropuerto	0,42	0,23	0,18	0
Almeda Mercader	0,26	0,09	0,25	0
Castelldefels	0,22	0,09	0,28	0
El Prat (polideportivo Sagnier)	1,03	0,39	0,91	0
Fontsanta	0,24	0,09	0,31	0
Gavá (Parc del Mil·lenni)	0,21	0,09	0,27	0
L'Hospitalet de Llobregat	0,20	0,07	0,19	0
Sant Boi de Llobregat	0,20	0,10	0,39	0



Receptor	Concentraciones diarias de PM <sub>10</sub> obtenidas de la simulación (µg/m <sup>3</sup> )			
	Puesta en funcionamiento			
	Percentil 90,4	Valor promedio	Desviación típica	Nº superaciones
Viladecans (polideportivo Atrium)	0,37	0,13	0,39	0
Valor límite	50 µg/m <sup>3</sup> – Nº de superaciones permitidas: 35			

Fuente: AEDT 3g . Elaboración propia.

#### 4.4.2.5 Partículas en suspensión (PM<sub>2,5</sub>)

El Real Decreto 102/2011 recoge los valores límite anuales de las partículas en suspensión de diámetro menor a 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) para la protección de la salud humana. El objetivo con fecha de cumplimiento a partir del 1 de enero de 2020 es de 25 µg/m<sup>3</sup>.

Tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración, dicho límite no se supera en ningún punto exterior al aeropuerto ni en el interior de la zona de servicio del mismo. De hecho, el máximo registrado por la simulación es de 5 µg/m<sup>3</sup> en la situación actual, y 4,7 µg/m<sup>3</sup> para el de puesta en funcionamiento. Estos valores se encuentran por debajo del límite legal.

**Ilustración A3.9. Curvas de isoconcentración anuales de PM<sub>2,5</sub> del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat**





Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2.6 Benceno ( $C_6H_6$ )

Según la legislación vigente, el valor límite anual para la protección de la salud humana está establecido en  $5 \mu g/m^3$ .

Dado que AEDT no dispone de una manera de calcular este compuesto, se ha empleado como guía el documento “*Recommended Best Practice for Quantifying Speciated Organic Gas Emissions from Aircraft Equipped with Turbofan, Turbojet, and Turboprop Engines - Version 1.0*” publicado por la EPA para su cálculo. En este documento se indica que la fracción másica del total de compuestos orgánicos gaseosos (TOG) emitidos por motores de aeronaves de tipo turbofán, turborreactor y turbohélice que es benceno es del 1,681%. Teniendo esto en cuenta se ha aplicado este factor a las emisiones de TOG calculadas a partir de AEDT para obtener una aproximación de la concentración de benceno.

Tal y como se puede apreciar en la siguiente ilustración, dicho límite no se supera en ningún punto del sistema aeroportuario. En zonas puntuales de las plataformas con gran tránsito de aeronaves se obtienen unas concentraciones máximas de  $0,32 \mu g/m^3$  para la situación actual, y  $0,16 \mu g/m^3$  para el de puesta en funcionamiento.



**Ilustración A3.10. Curvas de isoconcentración anuales de Benceno del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat**



Fuente: Elaboración propia.



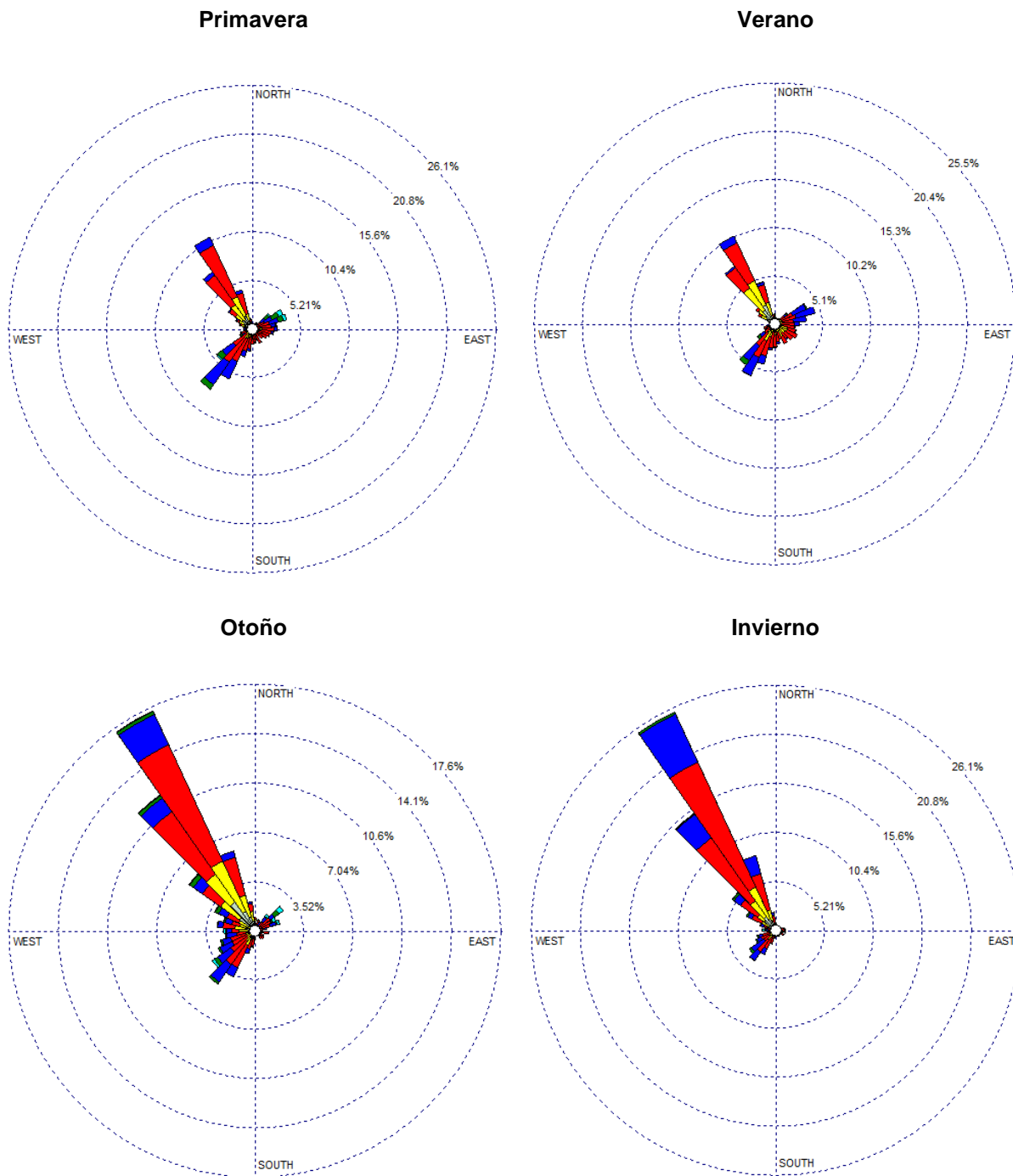
#### 4.4.3. Análisis del riesgo de afectación a la población

La distribución de concentración de contaminantes guarda una relación directa con las direcciones y velocidades de viento reinantes en el aeropuerto.

La rosa anual de vientos del año tipo para el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat se muestra en el apartado 4.3.1 del presente documento. En ella se observa cómo los vientos predominantes son de componente noroeste.

Analizando las rosas de viento por estaciones, representadas en la siguiente ilustración es importante destacar que durante casi todo el año la velocidad media de los vientos es en torno a 4 m/s y los períodos de calma se mantienen entre el 1,02% y el 2,49%.

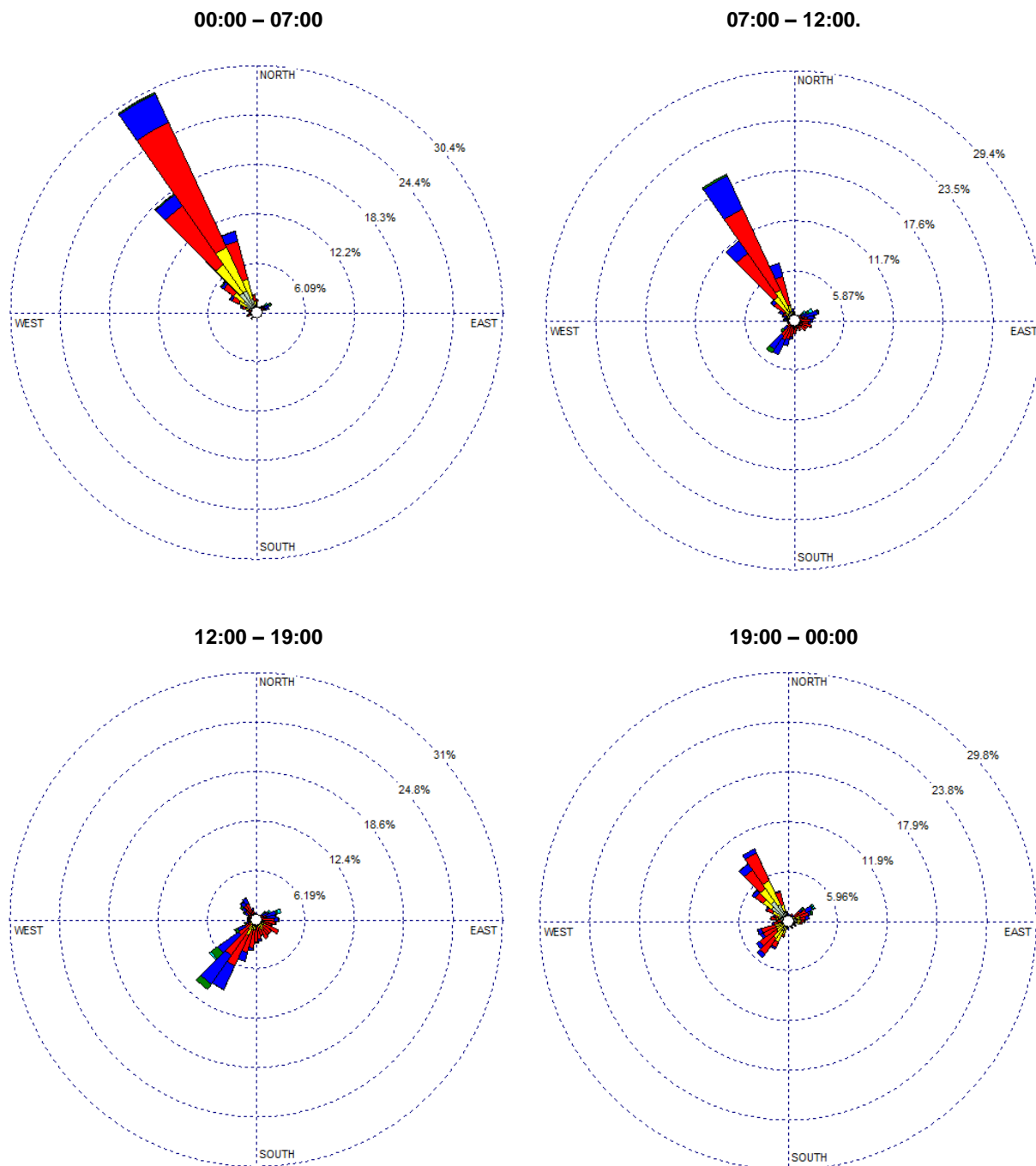
**Ilustración A3.11. Rosas de vientos de primavera, verano, otoño e invierno**



*Fuente: WRPlot View - Elaboración propia.*

En la siguiente ilustración se recogen las rosas de vientos para los distintos periodos del día. Las velocidades medias son ligeramente superiores durante los periodos diurnos que durante el nocturno. El periodo con menor porcentaje de calma es el de 07:00 a 12:00, con el 0,59%.

**Ilustración A3.12. Rosas de vientos en los periodos de noche, mañana y tarde**



*Fuente: WRPlot View - Elaboración propia.*

Puesto que los resultados obtenidos de la simulación pueden presentar discontinuidades para los valores horarios y octohorarios, resulta conveniente realizar una comprobación mediante el análisis cualitativo del riesgo de superaciones.

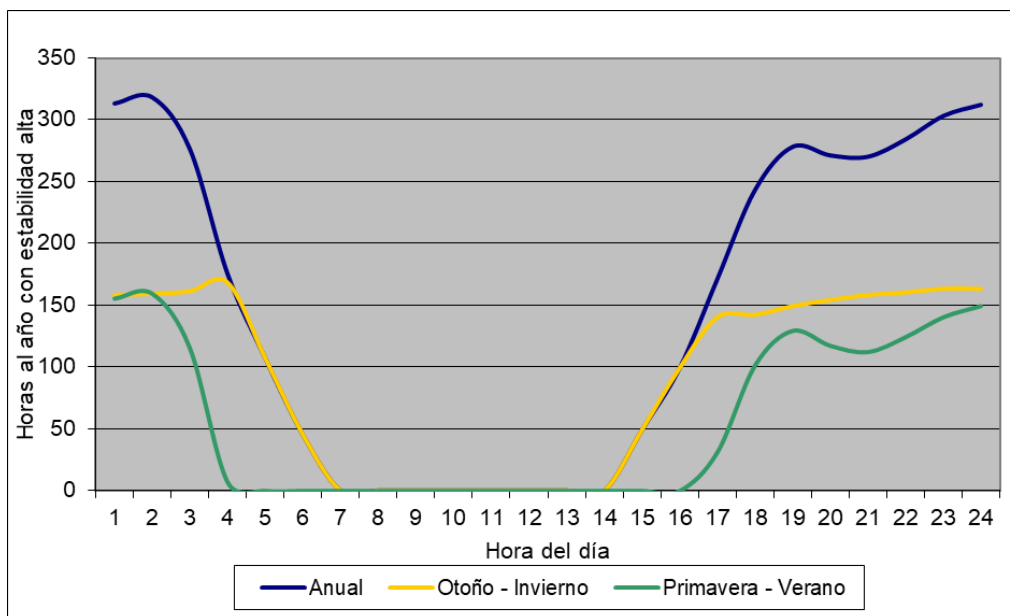
El análisis del riesgo de superaciones horarias puede hacerse cualitativamente por medio del análisis de horas al año en que se da concurrencia de los factores que dificultan la dispersión de los contaminantes. Estos factores son los siguientes:

- ✓ Estabilidad atmosférica persistente, factor que dificulta la mezcla de contaminantes en la atmósfera. Se ha considerado que la estabilidad atmosférica empieza a suponer un riesgo para las superaciones horarias cuando su duración es de tres o más horas consecutivas.
- ✓ Direcciones de viento desfavorables, entendiéndose por desfavorables aquellas que tienden a arrastrar los contaminantes generados por la actividad hacia los núcleos de población cercanos al aeropuerto.
- ✓ Actividad aeroportuaria importante, o lo que es lo mismo, emisiones relativamente altas de contaminantes de origen aeroportuario.

Asignando a cada hora del año una estabilidad atmosférica de entre cinco categorías en función de la Longitud de Monin-Obukhov (L), definida ésta como la altura sobre la superficie a la que la producción de turbulencia debida a fuerzas mecánicas se iguala a la producción debida a las fuerzas de sustentación, se observa que los periodos del día más propicios a presentar tres o más horas consecutivas de alta estabilidad atmosférica son de 4 PM a 4 AM en primavera-verano, y de 2 PM a 6 AM en otoño-invierno. Esta diferencia horaria se debe a que en primavera-verano amanece antes y anochece más tarde.

En la siguiente gráfica se representa la distribución horaria de situaciones de alta estabilidad atmosférica en los periodos de primavera-verano y otoño-invierno.

**Ilustración A3.13. Distribución del número de horas con estabilidad atmosférica persistente**

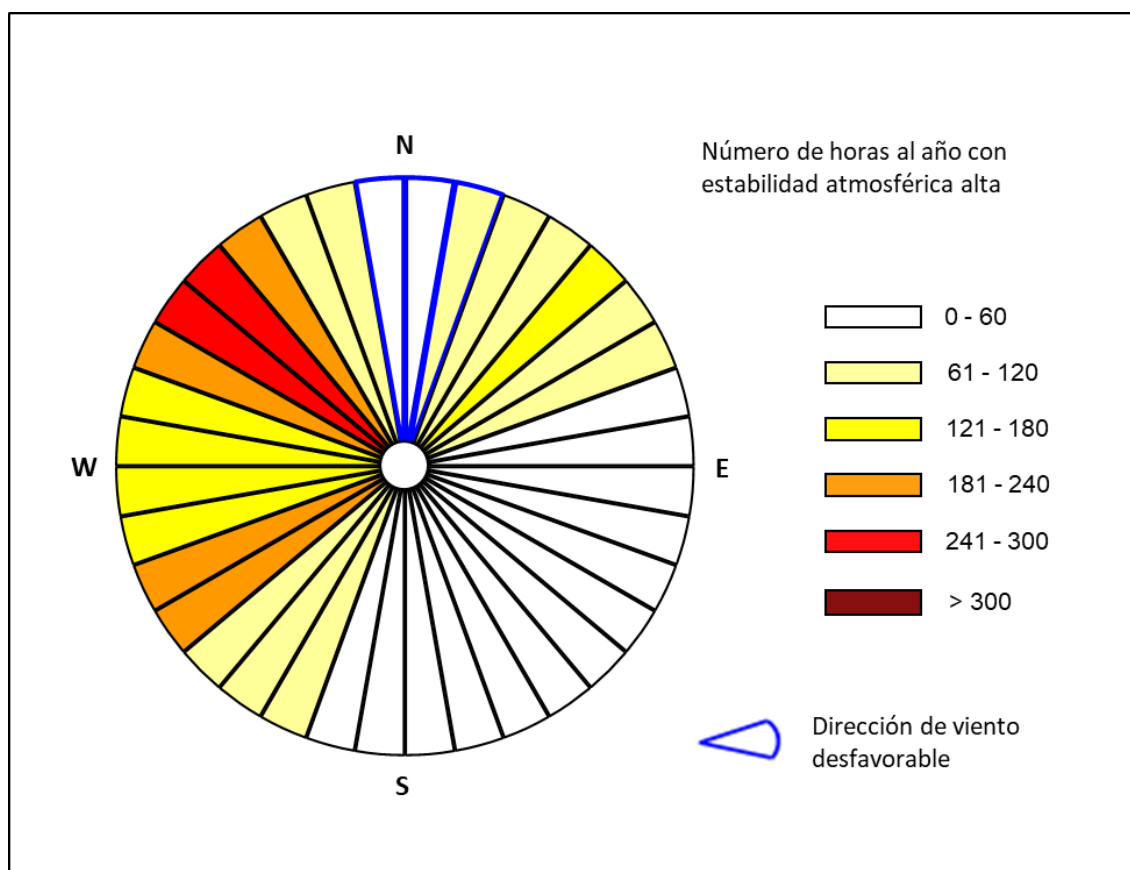


Fuente: Elaboración propia.

Los vientos desfavorables, desde el punto de vista del análisis del riesgo de superaciones, son aquellos que arrastran los contaminantes hacia la población. Para el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat éstos son los provenientes del norte, que soplan en dirección hacia el núcleo más cercano: El Prat de Llobregat.

Analizando conjuntamente la estabilidad atmosférica alta y la dirección del viento para el año tipo, se ha obtenido la siguiente ilustración en la que se muestra para cada sector de procedencia del viento el número de horas con estabilidad atmosférica alta, en la cual se observa cómo las zonas con las direcciones del viento desfavorables cuentan con menos de 120 horas al año de alta estabilidad atmosférica, lo que no supone un riesgo para las poblaciones cercanas.

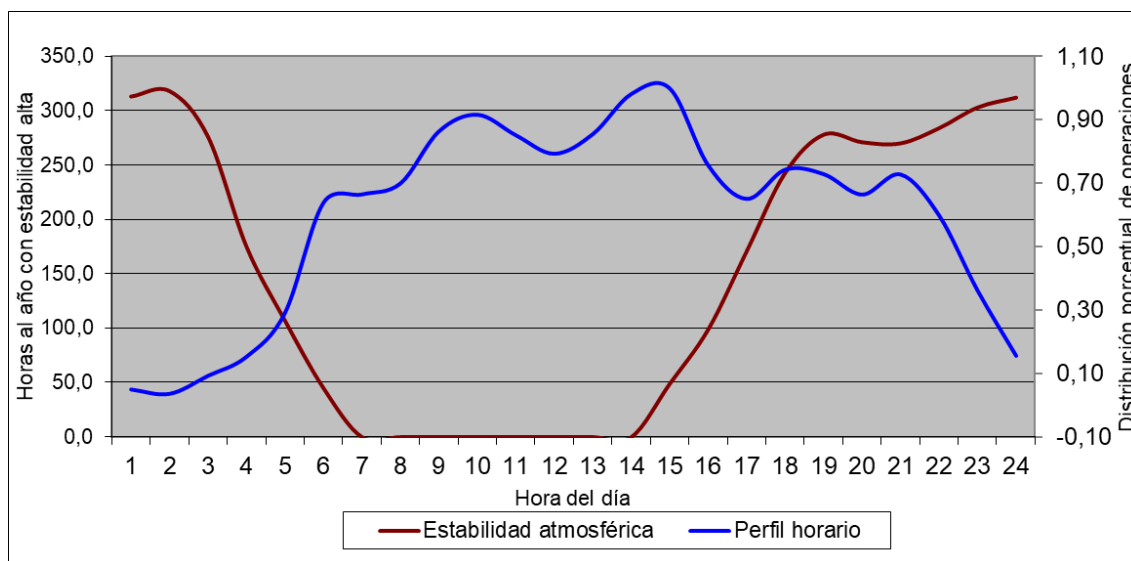
**Ilustración A3.14. Estabilidad atmosférica alta en relación con la dirección de viento**



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente ilustración se representan conjuntamente el perfil operacional horario y la distribución horaria de estabilidad atmosférica alta. La actividad aeroportuaria en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat es variable, con mayor actividad desde las 5 AM. hasta las 23 PM. En la gráfica se puede observar cómo los periodos de alta estabilidad atmosférica de 2 PM. a 7 AM. coinciden con las últimas horas de alta actividad aeroportuaria, de 2 PM a 23 PM., donde comienza un periodo de descenso de actividad durante el resto del periodo de estabilidad.

**Ilustración A3.15. Estabilidad atmosférica alta frente a perfil operacional de las aeronaves**



*Fuente: Elaboración propia.*

Por todo lo anterior, se puede concluir que el riesgo de exceder el número de superaciones de las concentraciones establecidas por la legislación en las zonas urbanas cercanas al Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona – El Prat es bajo para el horizonte de puesta en funcionamiento.

## 5. APÉNDICE 1. DATOS DE ENTRADA. HUELLA DE CARBONO SITUACIÓN ACTUAL Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

### CICLO LTO (OPERACIONES TOTALES DE AERONAVES MODELIZADAS EN AEDT)

#### Situación actual

MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
Airbus A320-100 Series	3CM021	105.691
Boeing 737-800 Series	8CM051	63.319
Airbus A321-100 Series	2CM016	34.466
Airbus A320-NEO	01P18PW153	30.709
Airbus A319-100 Series	01P08CM108	21.503
Airbus A321-NEO	01P20CM132	12.092
Boeing 737-8	01P20CM136	5.632
Airbus A330-200 Series	4GE080	4.910
Boeing 787-8 Dreamliner	02P23RR126	3.722
Boeing 787-9 Dreamliner	02P23RR126	3.034
Embraer EMB110 Bandeirante	PT6A34	2.468
Bombardier CRJ-1000	01P08GE191	1.718
Airbus A220-300	04P20PW196	1.698
Boeing 757-200 Series	3RR028	1.668
Boeing 777-300 ER	01P21GE217	1.504
Boeing 777 Freighter	01P21GE217	1.478
Boeing 777-200-ER	2RR027	1.332
Boeing 767-300 ER	12PW101	1.324
Airbus A350-900 series	01P18RR124	1.100
Cessna 560 Citation XLS	PW530	1.049
Boeing 737-900-ER	01P11CM123	888
Embraer ERJ195-E2	04P20PW201	872
Boeing 787-10 Dreamliner	01P17GE211	796
Boeing 737-700 Series	8CM066	740
Boeing 737-400 Series	1CM007	736
Boeing 767-300 ER Freighter	2GE046	708
Embraer EMB120 Brasilia	PW118	695
Cessna 680-A Citation Latitude	7PW078	668
Embraer Phenom 300 (EMB-505)	PW530	664
CESSNA CITATION 510	PW530	661
Dassault Falcon 2000	03P14PW194	641
Cessna 550 Citation II	1PW036	617
Bombardier Global 6000	01P04BR013	556
Cessna CitationJet CJ/CJ1 (Cessna 525)	1PW035	523
Cessna 172 Skyhawk	IO320	471
Bombardier (Canadair) Challenger 800	01P05GE189	460

MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
Bombardier Challenger 300	01P14HN011	412
ATR 42-300	PW120	403
Embraer ERJ135 Legacy Business	01P06AL032	387
Pilatus PC-24	1PW038	354
Boeing 767-400	3GE058	350
Bombardier de Havilland Dash 8 Q400	PW150A	324
Gulfstream V-SP	3BR001	288
ATR 72-600	PW127	282
Raytheon Super King Air 200	PT6A42	271
Gulfstream G200	7PW077	270
Gulfstream G650	01P11BR016	268
Boeing 737-300 Series	1CM007	230
Bombardier (Canadair) CRJ200 328 Designs	01P05GE189	228
Falcon 7X	03P16PW192	204
Bombardier Learjet 40	1AS001	199
Embraer Phenom 100 (EMB-500)	PW530	182
Raytheon Beechjet 400	1PW037	180
Cessna CitationJet CJ4 (Cessna 525C)	1PW038	173
Cessna 208 Caravan	P6114A	169
Embraer Legacy 500 (EMB-550)	01P14HN015	162
Bombardier Global 7500	21GE185	154
Cessna 680 Citation Sovereign	03P14PW194	134
Airbus A300F4-600 Series	1PW048	124
Cessna CitationJet CJ3 (Cessna 525B)	1PW038	124
Pilatus PC-12	PT67B	124
Dassault Falcon 20-C	1AS002	123
Hawker 900XP	1AS002	120
Bombardier Global Express	01P04BR013	98
Cessna 650 Citation III	1AS002	92
Airbus A330-900N Series (Neo)	02P23RR141	90
Airbus A310-300 Series	2GE040	88
Bombardier Learjet 70	1AS002	85
Gulfstream IV-SP	1RR019	84
Gulfstream G600	01P22PW142	71
Bombardier Learjet 60	7PW077	64
Honda HA-420 Hondajet	1PW036	64
Boeing 737-500 Series	1CM007	61
ATR 72-500	PW127	52
Airbus A340-200 Series	1CM011	44
Embraer ERJ190-E2	04P20PW200	44
Cessna 560 Citation V	1PW037	42
Piaggio P.180 Avanti	PT6A66	42



MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
Airbus A318-100 Series	7CM048	40
Dassault Falcon 50	1AS002	36
Raytheon Premier I	1PW036	32
Embraer ERJ170	01P08GE197	30
Gulfstream G280	01P11HN012	28
Bombardier Learjet 28	CJ6106	26
Airbus A220-100	04P20PW196	24
Cessna 550 Citation Bravo	PW530	24
Dassault Falcon 10	1AS001	24
Cessna 750 Citation X	6AL024	22
Saab 340-A	CT75A2	22
Boeing 767-200 Series Freighter	1GE010	20
Embraer ERJ145	4AL003	20
Fairchild SA-226-TC Metro II	TPE11U	18
Cirrus Vision SF50 (FAS)	1PW035	16
Embraer Legacy 650	01P10AL033	16
Cessna 551 Citation IISP	1PW036	14
Embraer Legacy 450 (EMB-545)	01P14HN014	10
Gulfstream G100	1AS002	10
Raytheon King Air 90	PT6A60	10
Boeing 747-8	11GE139	9
Airbus A350-1000 Series	01P21RR124	8
Boeing 737-600 Series	3CM030	8
Boeing 737-9	01P20CM136	8
Dornier 328 Jet	7PW078	8
Embraer ERJ175	01P08GE197	8
Bell 407 / Rolls-Royce 250-C47B	250B17	6
Boeing 737-100 Series	1PW013	6
Boeing 747-100 Series Freighter	8PW086	6
Boeing 757-300 Series	5RR039	6
Cessna 700 Citation Longitude	11HN003	6
Raytheon Hawker 4000 Horizon	01P07PW145	6
Airbus A319-NEO	01P20CM129	4
Bombardier Learjet 55	1AS002	4
Cessna 501 Citation ISP	1PW035	4
Fokker F100	1RR021	4
Piper PA-42 Cheyenne Series	PT6A61	4
Sikorsky S-76 Spirit	T70070	4
Vulcanair P.68	IO360	4
Cessna 500 Citation I	1PW035	3
Airbus A340-500 Series	6RR041	2
Airbus A380-800 Series	01P18RR103	2

MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
Antonov 26 Curl	AI24VT	2
Bombardier CRJ-100	1GE035	2
Cessna 150 Series	O200	2
Diamond DA62	IO360	2
Dornier 328-100 Series	PW119B	2
Eclipse 500 / PW610F	PW610F	2
Gulfstream III (FAS)	1RR016	2
Israel IAI-1124 Westwind I	1AS002	2
Piper PA-28 Cherokee Series	IO320	2
Raytheon Beech 1900-C	PT67D	2
Robin DR 400	IO360	2
Sikorsky S-92	T70041	2

#### Puesta en funcionamiento

MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
Airbus A320-NEO	01P18PW153	95.367
Airbus A320-100 Series	3CM021	61.600
Boeing 737-8	01P20CM136	44.720
Airbus A321-NEO	01P20CM132	38.864
Boeing 737-800 Series	8CM051	38.167
Airbus A321-100 Series	2CM016	20.160
Airbus A319-100 Series	01P08CM108	12.839
Airbus A319-NEO	01P20CM129	12.839
Boeing 787-8 Dreamliner	02P23RR126	5.998
Boeing 787-9 Dreamliner	02P23RR126	5.058
Airbus A350-900 series	01P18RR124	3.852
Embraer EMB110 Bandeirante	PT6A34	3.558
Airbus A330-200 Series	4GE080	2.769
Airbus A220-300	04P20PW196	2.629
Bombardier CRJ-1000	01P08GE191	1.974
Airbus A350-1000 Series	01P21RR124	1.730
Cessna 560 Citation XLS	PW530	1.450
Embraer ERJ195-E2	04P20PW201	1.351
Boeing 757-200 Series	3RR028	1.331
Boeing 737-900-ER	01P11CM123	1.303
Boeing 767-300 ER Freighter	2GE046	960
Embraer Phenom 300 (EMB-505)	PW530	955
Boeing 777-300 ER	01P21GE217	942
Boeing 777 Freighter	01P21GE217	938
Cessna 680-A Citation Latitude	7PW078	924
Boeing 777-200-ER	2RR027	854
Boeing 737-400 Series	1CM007	839

MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
CESSNA CITATION 510	PW530	817
Dassault Falcon 2000	03P14PW194	812
Airbus A380-800 Series	01P18RR103	804
Boeing 767-300 ER	12PW101	781
Embraer EMB120 Brasilia	PW118	767
Cessna 550 Citation II	1PW036	747
Cessna CitationJet CJ/CJ1 (Cessna 525)	1PW035	715
Cessna 172 Skyhawk	IO320	675
Bombardier (Canadair) Challenger 800	01P05GE189	600
Bombardier Global 6000	01P04BR013	579
Bombardier Challenger 300	01P14HN011	567
Boeing 737-7	01P20CM135	558
Bombardier de Havilland Dash 8 Q400	PW150A	518
Embraer ERJ135 Legacy Business	01P06AL032	504
Pilatus PC-24	1PW038	495
Airbus A330-900N Series (Neo)	02P23RR141	481
ATR 42-300	PW120	449
Boeing 737-700 Series	8CM066	431
Gulfstream G200	7PW077	341
ATR 72-600	PW127	330
Raytheon Super King Air 200	PT6A42	312
Bombardier (Canadair) CRJ200 328 Designs	01P05GE189	301
Bombardier Learjet 40	1AS001	292
Gulfstream V-SP	3BR001	288
Embraer Phenom 100 (EMB-500)	PW530	276
Raytheon Beechjet 400	1PW037	264
Falcon 7X	03P16PW192	262
Embraer Legacy 500 (EMB-550)	01P14HN015	235
Gulfstream G650	01P11BR016	234
Cessna CitationJet CJ4 (Cessna 525C)	1PW038	229
Airbus A300F4-600 Series	1PW048	199
Cessna 680 Citation Sovereign	03P14PW194	190
Cessna 208 Caravan	P6114A	188
Boeing 787-10 Dreamliner	01P17GE211	185
Cessna CitationJet CJ3 (Cessna 525B)	1PW038	180
Pilatus PC-12	PT67B	176
Bombardier Global 7500	21GE185	165
Hawker 900XP	1AS002	157
Dassault Falcon 20-C	1AS002	142
Boeing 737-300 Series	1CM007	130
Bombardier Learjet 70	1AS002	129
Cessna 650 Citation III	1AS002	126
Boeing 767-400	3GE058	114

MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
Bombardier Global Express	01P04BR013	105
Honda HA-420 Hondajet	1PW036	102
Gulfstream IV-SP	1RR019	94
Bombardier Learjet 60	7PW077	90
Embraer ERJ190-E2	04P20PW200	74
Boeing 737-500 Series	1CM007	72
Gulfstream G600	01P22PW142	58
Piaggio P.180 Avanti	PT6A66	58
ATR 72-500	PW127	57
Airbus A318-100 Series	7CM048	55
Cessna 560 Citation V	1PW037	54
Embraer ERJ170	01P08GE197	48
Raytheon Premier I	1PW036	46
Dassault Falcon 50	1AS002	41
Gulfstream G280	01P11HN012	41
Bombardier Learjet 28	CJ6106	39
Airbus A220-100	04P20PW196	37
Airbus A310-300 Series	2GE040	34
Boeing 767-200 Series Freighter	1GE010	32
Cessna 550 Citation Bravo	PW530	32
Embraer ERJ145	4AL003	32
Cessna 750 Citation X	6AL024	28
Airbus A340-200 Series	1CM011	25
Dassault Falcon 10	1AS001	25
Embraer Legacy 650	01P10AL033	25
Saab 340-A	CT75A2	24
Cirrus Vision SF50 (FAS)	1PW035	23
Fairchild SA-226-TC Metro II	TPE11U	22
Gulfstream G100	1AS002	17
Cessna 551 Citation IISP	1PW036	16
Embraer Legacy 450 (EMB-545)	01P14HN014	16
Boeing 737-600 Series	3CM030	14
Embraer ERJ175	01P08GE197	13
Raytheon King Air 90	PT6A60	13
Boeing 737-9	01P20CM136	12
Dornier 328 Jet	7PW078	12
Boeing 747-8	11GE139	11
Boeing 757-300 Series	5RR039	10
Cessna 700 Citation Longitude	11HN003	9
Boeing 737-100 Series	1PW013	8
Cessna 501 Citation ISP	1PW035	8
Raytheon Hawker 4000 Horizon	01P07PW145	8
Vulcanair P.68	IO360	8

MODELO	MOTOR AEDT	OPERACIONES
Bombardier Learjet 55	1AS002	7
Piper PA-42 Cheyenne Series	PT6A61	6
Cessna 500 Citation I	1PW035	5
Boeing 747-100 Series Freighter	8PW086	4
Bombardier CRJ-100	1GE035	4
Cessna 150 Series	O200	4
Diamond DA62	IO360	4
Eclipse 500 / PW610F	PW610F	4
Fokker F100	1RR021	4
Piper PA-28 Cherokee Series	IO320	4
Raytheon Beech 1900-C	PT67D	4
Robin DR 400	IO360	4
Bell 407 / Rolls-Royce 250-C47B	250B17	3
Dornier 328-100 Series	PW119B	3
Airbus A340-500 Series	6RR041	2
Antonov 26 Curl	AI24VT	2
Gulfstream III (FAS)	1RR016	2

#### DESPLAZAMIENTOS DE PASAJEROS EN SUPERFICIE

TIPO DE TRANSPORTE PASAJEROS	SITUACIÓN ACTUAL	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO
C. Privado Conducido PAX	6,0%	4,0%
C. Privado Acompañante	18,0%	12,0%
C. Alquiler	3,0%	3,0%
Taxi/VTC	41,0%	41,0%
Autobús Cortesía	1,0%	1,0%
Autobús público	15,0%	18,0%
Tren/Metro	16,0%	20,0%
Movilidad activa	-	1,0%

#### DESPLAZAMIENTOS DE EMPLEADOS EN SUPERFICIE

TIPO DE TRANSPORTE EMPLEADOS	SITUACIÓN ACTUAL	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO
Coche	74,0%	53,5%
Coche compartido	5,0%	3,6%
Moto	4,0%	2,9%
Metro/Tren	10,0%	19,0%
Bus	6,1%	12,5%
Otros	0,8%	-
Movilidad activa	-	2,5%

## 6. APÉNDICE 2. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS

Alcance	Fuente de emisión	Combustible	Fuente de datos / Referencia	FE CO <sub>2</sub>	FE CH <sub>4</sub>	FE N <sub>2</sub> O	Comentarios
	<b>Factores generales</b>						
	Potencial de Calentamiento Global (PCG)		Sexto Informe de Evaluación del IPCC	1	27,9	273	Conversión a CO <sub>2</sub> e
	<b>Fuentes estacionarias</b>						
A1	Grupos electrógenos	Gasóleo B	MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024	2,705 kg/l	0,365 g/l	0,022 g/l	
A1, A3	Calderas	Gas Natural	MITECO, "Informe Inventario Nacional de Emisiones de GEI 1990-2022 (ed. 2024)" Anexo 7. GHG Protocol, “Emission Factors from Cross-Sector Tools March 2017” Natural Gas	2,107 kg/m <sup>3</sup>	0,168 g/m <sup>3</sup>	0,003 g/m <sup>3</sup>	
		Gasóleo B7	MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024	2,501 kg/l	0,362 g/l	0,022 g/l	
A1	Prácticas SEI	Gasóleo B7	MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024	2,501 kg/l	0,362 g/l	0,022 g/l	Numero de prácticas al año 10
A1	Otras fuentes	Gasóleo B7	MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024	2,501 kg/l	0,362 g/l	0,022 g/l	
		Gasolina E5	MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024	2,065 kg/l	0,314 g/l	0,019 g/l	
<b>Fuentes móviles</b>							
A1	Turismos	Gasóleo B7	MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024	2,487 kg/l	0,004 g/l	0,106 g/l	
		Gasolina E5		2,237 kg/l	0,224g/l	0,021 g/l	
	Furgonetas y furgones	Gasóleo B7		2,486 kg/l	0,003 g/l	0,071 g/l	
		Gasolina E5		2,235 kg/l	0,183 g/l	0,021 g/l	
	Camiones y autobuses	Gasóleo B7		2,482 kg/l	0,049 g/l	0,134 g/l	

Alcance	Fuente de emisión	Combustible	Fuente de datos / Referencia	FE CO <sub>2</sub>	FE CH <sub>4</sub>	FE N <sub>2</sub> O	Comentarios
		Gasolina E5		2,235 kg/l	0,472 g/l	0,02 g/l	
	Maquinaria	Gasóleo B7		2,469 kg/l	0,022 g/l	0,114 g/l	
<b>Procesos</b>							
A1	Recarga de gases refrigerantes en equipos de climatización	HFC-134a	MITECO, "Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono" de mayo 2024	1.530 kg/kg*			* El factor de emisión es el correspondiente al CO <sub>2</sub> e
		SF6		24.300 kg/kg*			
		R-407C		1.908 kg/kg*			
		R-410A		2.256 kg/kg*			

Alcance	Fuente de emisión	Combustible	Fuente de datos / Referencia	FE CO <sub>2</sub>	FE CH <sub>4</sub>	FE N <sub>2</sub> O	Comentarios
Electricidad							
A2, A3	Criterio de localización		Red Eléctrica de España (REE)	0,100 kg/kWh*			Se toma el dato de generación de electricidad “Península” * El factor de emisión es el correspondiente al CO <sub>2</sub> e
A2, A3	Criterio de mercado (ENDESA ENERGÍA, S.A.)		Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). Mezcla de comercialización año 2023	0,259 kg/kWh*			Garantía de Origen 100% fuentes renovables * Los factores de emisión son los correspondientes al CO <sub>2</sub> e
	Criterio de mercado (IBERDROLA CLIENTES, S.A.U.)			0,241 kg/kWh*			
Aeronaves (ciclo LTO)							
A3	Aeronaves en aproximación, rodadura hacia puestos, rodadura hacia pista, despegue y ascenso.	Queroseno	FAA-AEE AEDT (Aviation Environmental Design Tool)	*	-	-	* El CO <sub>2</sub> se calcula directamente por el software AEDT
			MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024	-	0,036 g/l	0,068 g/l	-

Alcance	Fuente de emisión	Combustible	Fuente de datos / Referencia	FE CO <sub>2</sub>	FE CH <sub>4</sub>	FE N <sub>2</sub> O	Comentarios
<b>APU y pruebas de motores</b>							
A3	Auxiliary power units y pruebas de motores	Queroseno	FAA-AEE AEDT (Aviation Environmental Design Tool) <sup>18</sup>	*			* Los factores de emisión específicos dependen de la tipología de APU
			MITECO, "Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono" de mayo 2024		0,036 g/l	0,068 g/l	

Alcance	Fuente de emisión	Combustible	Fuente de datos / Referencia	FE CO <sub>2</sub>	FE CH <sub>4</sub>	FE N <sub>2</sub> O	Comentarios
GSE/GAV							
A3	Handling: Equipos GSE y GAV		EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 MITECO, “Factores de emisión: Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono” de mayo 2024				Los factores de emisión específicos dependen de la tipología de maquinaria/vehículo
Desplazamientos en superficie							
A3	Turismos	Gasolina	Guia de càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH), 2024	157,47 g/km	0,67 gCO <sub>2</sub> e/km	0,87 gCO <sub>2</sub> e/km	
		Diésel		126,55 g/km	0,11 gCO <sub>2</sub> e/km	0,95 gCO <sub>2</sub> e/km	
		GLP		133,74 g/km	0,33 gCO <sub>2</sub> e/km	0,77 gCO <sub>2</sub> e/km	

<sup>18</sup> Los FE de las APU que no aparecen en el documento: EPA/EEA/FAA: "Technical Data to Support FAA's Advisory Circular on Reducing Emissions from Commercial Aviation" se han obtenido de las siguientes fuentes de datos:

APU 131-9: Airbus "Getting to grips with fuel economy" [[https://www.smartcockpit.com/docs/Getting\\_To\\_Grips\\_With\\_Fuel\\_Economy.pdf](https://www.smartcockpit.com/docs/Getting_To_Grips_With_Fuel_Economy.pdf)].

APU GTCP 331-350, APU GTCP 36-100, APU GTCP 36-150[J], APU GTCP 36-150[RR]: Aircraft APU Emissions at Zurich Airport [[https://www.flughafen-zuerich.ch/~media/flughafenzh/dokumente/das\\_unternehmen/laerm\\_politik\\_und\\_umwelt/luft/2005\\_zrh\\_apu-emiscalcsmeth.pdf](https://www.flughafen-zuerich.ch/~media/flughafenzh/dokumente/das_unternehmen/laerm_politik_und_umwelt/luft/2005_zrh_apu-emiscalcsmeth.pdf)]



Alcance	Fuente de emisión	Combustible	Fuente de datos / Referencia	FE CO <sub>2</sub>	FE CH <sub>4</sub>	FE N <sub>2</sub> O	Comentarios
	Motos	Gasolina		110,6 g/km	3,75 gCO <sub>2</sub> e/km	0,53 gCO <sub>2</sub> e/km	
	Autobús cortesía	Diésel		645,95 g/km	1,27 gCO <sub>2</sub> e/km	5,53 gCO <sub>2</sub> e/km	
	Autobús público			74,75 g/PAX·km			* Los factores de emisión son los correspondientes al CO <sub>2</sub> e
<b>Viajes de negocio</b>							
	Avión		Calculadora IATA, Calculadora OACI				Los factores de emisión específicos dependen de cada trayecto individual
A3	Tren		DEFRA 2023, Business travel-land, Rail, National rail	0,0355 kgCO <sub>2</sub> e/km*			* Los factores de emisión son los correspondientes al CO <sub>2</sub> e
	Coche		Guia de càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH), 2023	0,14319 kgCO <sub>2</sub> e/km*			* Los factores de emisión son los correspondientes al CO <sub>2</sub> e

## 7. APÉNDICE 3. PLANOS

### ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1. Curvas de isoconcentración anual de NO<sub>2</sub>. Situación actual.

Plano 2. Curvas de isoconcentración anual de PM<sub>10</sub>. Situación actual.

Plano 3. Curvas de isoconcentración anual de PM<sub>2,5</sub>. Situación actual.

Plano 4. Curvas de isoconcentración anual de Benceno. Situación actual.

Plano 5. Curvas de isoconcentración anual de NO<sub>2</sub>. Puesta en funcionamiento.

Plano 6. Curvas de isoconcentración anual de PM<sub>10</sub>. Puesta en funcionamiento.

Plano 7. Curvas de isoconcentración anual de PM<sub>2,5</sub>. Puesta en funcionamiento.

Plano 8. Curvas de isoconcentración anual de Benceno. Puesta en funcionamiento.

Plano 9. Receptores.