

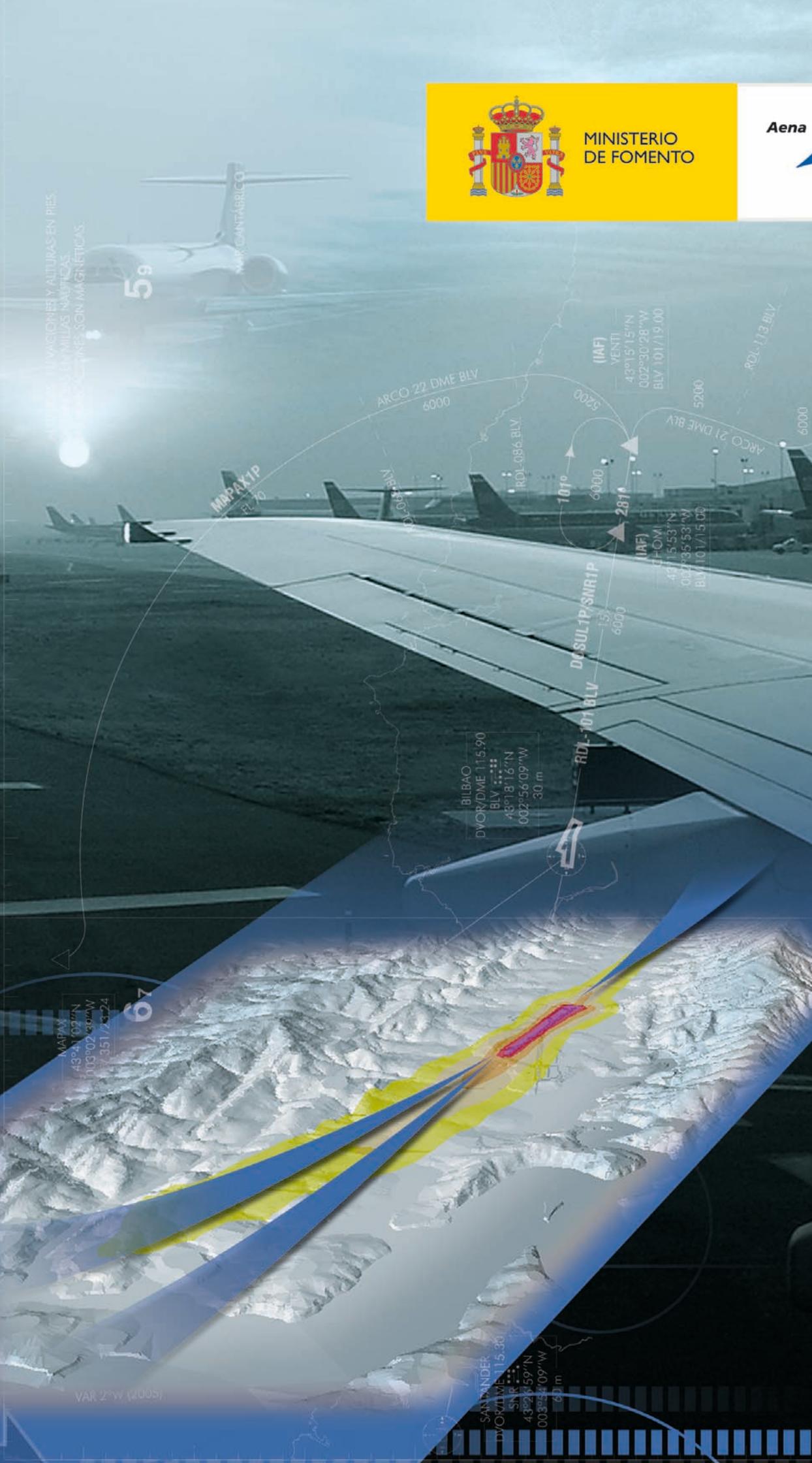


MINISTERIO DE FOMENTO

Aena



Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea



Mapas estratégicos de ruido de los grandes aeropuertos

Aeropuerto de **Palma de Mallorca**

Septiembre 2007

MEMORIA

INDICE

MEMORIA

1. Introducción y objeto de estudio	1
2. Descripción general del ámbito de estudio	2
2.1. Descripción del aeropuerto	2
2.2. Delimitación de la zona de estudio	4
2.3. Descripción del entorno territorial	5
3. Medidas desarrolladas en la lucha contra el ruido	10
3.1. Introducción del enfoque equilibrado. Medidas generales.....	10
3.2. Descripción de las medidas específicas existentes en el aeropuerto de Palma de Mallorca	11
4. Metodología de evaluación de niveles sonoros.....	16
4.1. Modelo informático de simulación.....	16
4.2. Escenario de simulación y parámetros de entrada.....	17
4.3. Métricas consideradas	19
5. Metodología de obtención de los mapas	20
5.1. Mapas de niveles sonoros	21
5.2. Mapas de exposición	21
5.3. Mapas de zonas de afección	21
6. Valoración de los niveles de inmisión y exposición	22
6.1. Principales resultados obtenidos	22
6.2. Valoración de viviendas con algún grado de aislamiento acústico.....	24

PLANOS

Plano NR.1. Mapa de Niveles Sonoros $L_{\text{día}}$

Plano NR.2. Mapa de Niveles Sonoros L_{tarde}

Plano NR.3. Mapa de Niveles Sonoros L_{noche}

Plano NR.4. Mapa de Niveles Sonoros L_{den}

Plano NE.1. Mapa de Exposición al Ruido $L_{\text{día}}$

Plano NE.2. Mapa de Exposición al Ruido L_{tarde}

Plano NE.3. Mapa de Exposición al Ruido L_{noche}

Plano NE.4. Mapa de Exposición al Ruido L_{den}

Plano NA Mapa de Zonas de Afección

1. Introducción y objeto de estudio

El presente documento constituye la memoria resumen del estudio “*Mapa Estratégico de Ruido de los Grandes Aeropuertos. Aeropuerto de Palma de Mallorca*”, en cumplimiento de lo establecido en la Directiva 2002/49/CE, de 27 de junio de 2002, y su transposición al ordenamiento jurídico español, mediante la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, y el Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre, que la desarrolla.

En los textos legales anteriormente citados se establece la obligatoriedad de realizar mapas estratégicos de ruido de los **grandes aeropuertos**, entendiendo por tales aquellos aeropuertos civiles que exceden los 50.000 movimientos anuales (contabilizando tanto los despegues como los aterrizajes), con exclusión de los que se efectúen únicamente a efectos de formación en aeronaves ligeras.

Un mapa estratégico responde a la necesidad de evaluar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada o poder realizar predicciones globales sobre la misma. Constan de dos partes diferenciadas:

- Mapas de niveles sonoros: son mapas de líneas isófonas realizados a partir del cálculo de niveles de inmisión en puntos receptores que abarcan toda la zona de estudio.
- Mapas de exposición al ruido: pretenden representar la evaluación de la población expuesta a diferentes niveles de los indicadores sonoros. En este apartado es necesario realizar un análisis diferenciado de la exposición existente sobre equipamientos educativos y sanitarios.

El contenido del documento se encuentra sujeto al anexo VI del Real Decreto 1513/2005, de 17 de diciembre. Por ello, para poder sintetizar tanto el proceso de cálculo realizado como los principales resultados obtenidos cumpliendo las especificaciones contenidas en el citado Real Decreto, se ha seguido la siguiente estructura que coincide con la adoptada en el documento principal:

- Breve descripción general de la zona de estudio en la que se analizan las características principales de la infraestructura a analizar y el entorno territorial en el que ésta se enclava. También se recoge en esta fase la información disponible relativa a ruido ambiental y normativa vigente en el área de estudio.

- A continuación, se desarrollará la metodología seguida para la evaluación de niveles sonoros mediante una descripción del modelo empleado y el escenario de simulación representado.
- Tras éstas, se abordará la descripción del proceso de obtención de los mapas estratégicos de ruido mediante la descripción de los parámetros de entrada, la metodología seguida para obtener las representaciones requeridas y los valores de exposición acústica.

Las fuentes consideradas para la modelización informática, corresponden únicamente a las operaciones de aterrizaje y despegue de aeronaves con origen/destino en el aeropuerto de estudio, de acuerdo con el Documento N°29 de la ECAC.CEAC, versión 1997, procedimiento recomendado para la evaluación del ruido aeroportuario según el Anexo II, punto 2 del Real Decreto 1513/2005.

2. Descripción general del ámbito de estudio

2.1. Descripción del aeropuerto

2.1.1. Repercusión del aeropuerto de Palma de Mallorca en el contexto nacional

El aeropuerto de Palma de Mallorca se encuentra en el municipio de Palma de Mallorca a ocho kilómetros al sureste de la ciudad de Palma, y a menos de un kilómetro de las poblaciones costeras de Coll d'en Rabassa, Can Pastilla y S'Arenal.

En el ámbito nacional, está situado entre los tres primeros con mayor volumen anual de tráfico de pasajeros y alcanza el primer puesto en el ranking de pasajeros internacionales en época estival. A escala europea, se encuentra entre los veinte primeros.

En la siguiente tabla se señalan los tráficos de pasajeros registrados en el periodo comprendido entre los años 2003 y 2005 de la cual se desprende la clara naturaleza comercial de la práctica totalidad de los tráficos.

Demanda de pasajeros. Años 2003-2005

Año	Total pasajeros comerciales	Δ año anterior (%)	Total pasajeros	Δ año anterior (%)
2003	19.136.696	7,69	19.185.919	7,59
2004	20.375.561	6,47	20.416.083	6,41
2005	21.218.621	4.14	21.240.736	4,04

Fuente: Elaboración propia

El tráfico comercial es mayoritariamente internacional (71,72% en el año 2005), representando el tráfico con la UE el 69,83 % y el tráfico no UE el 1,89%. A su vez, el tráfico regular representó el 73,51% del total del tráfico comercial de pasajeros.

Por nacionalidades, Alemania es el país que más movimientos de pasajeros originó, ascendiendo al 34,88% del total de tráfico comercial de pasajeros durante el año 2005, seguido de tráfico comercial nacional (28,28%) y Gran Bretaña (21,45%).

Actualmente, el aeropuerto de Palma de Mallorca se encuentra en fase de ampliación como consecuencia del análisis de necesidades recogidas en el Plan Director (aprobado por Orden Ministerial de 5 de septiembre de 2001) para dar respuesta a una demanda de crecimiento, que puede alcanzar 270.000 operaciones en el año 2020.

Delimitación del Sistema General Aeroportuario



Fuente: Elaboración propia

2.1.2. Configuración física del aeropuerto de Palma de Mallorca

El campo de vuelos existente para el escenario de cálculo, consta de dos pistas paralelas 06L-24R (pista norte) y pista 06R-24L (pista sur), de 3.270 y 3.000 metros de longitud respectivamente y 45 metros de anchura.

La definición de la posición de la pista existente se realiza en base a las coordenadas y altitud de cada uno de los umbrales publicados en el AIP (Publicación de Información Aeronáutica) correspondiente al aeropuerto de Palma de Mallorca.

Coordenadas de los umbrales de la pista, aeropuerto de Palma de Mallorca.

Umbral	Coord. Geográficas ¹		Coord. UTM ²		Altitud
	Longitud	Latitud	X (m)	Y (m)	
06L	39° 32' 49,7299" N	2° 42' 38,6227" W	475.146	4.377.537	4.49
24R ³	39° 33' 43,8312" N	2° 44' 33,0040" W	4.778.80	4.379.196	2.50
06R ⁴	39° 32' 35,4494" N	2° 44' 08,9137" W	4.772.99	4.377.090	6.70
24L	39° 33' 19,2186" N	2° 45' 41,4968" W	4.795.13	4.378.433	2.27

¹ Elipsoide WGS 84

² Elipsoide Internacional. DATUM Europeo ED50, huso 30

³ Desplazamiento de umbral para aterrizajes de 70 m.

⁴ Desplazamiento de umbral para aterrizajes de 410 m.

Fuente: Elaboración propia

2.2. Delimitación de la zona de estudio

El área de estudio en la elaboración de los mapas estratégicos de ruido viene delimitada por la ubicación del aeropuerto, la disposición de sus instalaciones y sus rutas de acceso aéreo y los niveles de tráfico que desarrolla.

De acuerdo con el artículo 9 del Real Decreto 1513/2005, el ámbito territorial que deberá ser analizado en detalle, alcanzará los puntos del entorno de los grandes aeropuertos en los que se alcancen los valores de inmisión de $L_{den} > 55 \text{ dB(A)}$ y $L_{noche} > 50 \text{ dB(A)}$.

En este estudio, además de estos indicadores principales, se han analizado las repercusiones acústicas de $L_{día}$ y L_{tarde} que participan en la definición de L_{den} . Por lo tanto, el nivel sonoro mínimo representado para ambos coincide con el de L_{den} , es decir 55 dB(A).

Así, será la envolvente de todos los indicadores analizados lo que se considerará como ámbito de estudio.

De acuerdo a la delimitación realizada, la zona de estudio se extiende parcialmente sobre los siguientes términos municipales: Palma de Mallorca, Santa Eugenia y Sencelles, situados al noreste del aeropuerto, y Algaida al este.

2.3. Descripción del entorno territorial

La isla de Mallorca forma parte del archipiélago balear (Illes Balears), el cual está situado geográficamente entre los paralelos 38º y 41º al norte del Ecuador, y entre los meridianos 1º y 5º al este del meridiano de Greenwich. El resto de islas que lo conforman son Menorca, Ibiza, Formentera, Cabrera y otras islas menores.

El aeropuerto de Palma de Mallorca se localiza en uno de los extremos de la llanura central de origen sedimentario, conocida como Es Plá de Mallorca. Esta llanura situada entre las sierras de Tramontana y la de Llevant posee una altitud media inferior a los 100 metros y se caracteriza por su carácter plano con cierta inclinación hacia el mar, donde finaliza en una costa baja en la que se alternan tramos rocosos con cantiles inferiores a los seis metros, concretamente entre Coll d'en Rabassa y Can Pastilla.

Este entorno posee un acentuado carácter antrópico dada la orografía del terreno y la proximidad a la costa. Esta circunstancia ha propiciado la aparición de numerosos asentamientos poblacionales atraídos por la riqueza de la industria turística y la dotación de infraestructuras de transporte de alta capacidad. Entre estas últimas destacan las vías de acceso al aeropuerto basadas en la autovía MA-30, que flanquea el aeropuerto por el oeste, la MA-19, que conecta la ciudad de Palma con el aeropuerto y se prolonga posteriormente hacia el sur de la isla, la MA-15 al norte del aeropuerto y la MA-5030 que conecta las dos últimas al norte del aeropuerto.

A continuación, se adjuntan unas fichas que resumen las principales características territoriales de los municipios incluidos en el ámbito de estudio.

Municipio de Algaida



Localización

Algaida, municipio perteneciente a la Mancomunitat Pla de Mallorca, tiene una extensión de 90 km², y está situado 16 km al sureste del aeropuerto de Palma de Mallorca.

Limita con los municipios de Palma, Santa Eugenia, Sencelles, Lloret de Vistalegre, Montuïri y Lluçmajor.

Descripción

Algaida es un municipio de carácter eminentemente rústico, con gran parte de su superficie dedicada al uso agrícola. Parte de ese suelo rústico, corresponde a áreas de suelo rústico protegido.

Se localizan en él tres núcleos poblaciones, Algaida, Pina y Randa, ninguno de los cuales se encuentra dentro del área de estudio. El resto de su territorio está compuesto por viviendas diseminadas.

El eje viario de mayor relevancia que atraviesa el municipio es la carretera C-715 que une Palma de Mallorca con Manacor.



Fuente: Elaboración propia

Municipio de Santa Eugenia



Localización

El municipio de Santa Eugenia se encuentra situado a 14 km al noreste del aeropuerto de Palma de Mallorca. Limita con los términos municipales de Sencelles, Algaida, Palma, Santa María del Camí y Consell.

Descripción

Santa Eugenia, con una superficie de 20,23 km² es un municipio perteneciente a la Mancomunitat de Pla de Mallorca, de carácter eminentemente rústico, con áreas de suelo rústico protegido. Está compuesto mayoritariamente por viviendas en diseminado, y por cuatro núcleos de población, Santa Eugenia, Alqueries, Coves, y Olleries.



El Plan Territorial de Mallorca, propone la construcción de la Vía Parque Aeropuerto Santa Eugenia – Sencelles – Costitx – Llubí - sa Pobla, que supone un acceso alternativo, a los ejes tradicionales que se adentran en la isla, y que sobre todo facilitará el acceso desde el aeropuerto al resto de localidades del nordeste de la isla.

Fuente: Elaboración propia

Municipio de Sencelles	
	<p>Localización</p> <p>Sencelles, con una superficie de 52,52 km², es uno de los municipios que se enmarcan dentro de la Mancomunitat del Pla de Mallorca y limita con los términos municipales de Costitx, Lloret de Vistalegre, Algaída, Santa Eugènia, Consell, Binissalem e Inca.</p> <p>Se localiza a 19 km al noreste del aeropuerto de Palma de Mallorca.</p>
	<p>Descripción</p> <p>Atendiendo a la clasificación del suelo, este municipio es de carácter eminentemente rústico. Gran parte de su superficie está dedicada a la explotación agrícola, y otra parte de ese suelo rústico, corresponde a áreas de suelo rústico protegido.</p> <p>Los núcleos de población que se ubican dentro del término municipal, son cuatro: Sencelles, Biniali, Ca's Cana y Ruberts, no encontrándose ninguno de ellos dentro del área de estudio.</p>

Fuente: Elaboración propia

3. Medidas desarrolladas en la lucha contra el ruido

3.1. Introducción del enfoque equilibrado. Medidas generales

Durante la 33ª Asamblea de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) quedó en evidencia el riesgo implícito en la falta de una política homogénea para abordar el problema del ruido en el entorno de los aeropuertos. El desarrollo de programas nacionales y regionales descoordinados para aliviar los problemas de ruido podría desvincular la relación tan estrecha existente entre el crecimiento del mercado de la aviación civil y el desarrollo económico.

Por esta razón, se definió un compromiso internacional constatado mediante Resolución de la propia Asamblea, que estableciera una política común. De acuerdo a sus conclusiones, se introdujo el concepto de «*enfoque equilibrado*» como instrumento de acción para tratar el problema del ruido en los aeropuertos. Esta herramienta consiste en identificar el problema acústico existente en un determinado aeropuerto para posteriormente describir y valorar la variedad de medidas disponibles para reducir los niveles acústicos.

Las líneas de trabajo fijadas fueron fundamentalmente cuatro: reducción de los niveles de emisión en fuente, gestión y planificación idónea del territorio, establecimiento de procedimientos operativos de atenuación de ruidos y adopción de restricciones operativas.

Las autoridades estatales, junto a Aena como gestor de infraestructuras aeroportuarias, suscriben y apoyan las recomendaciones que desde los organismos internacionales se encaminan hacia paliar y reducir el ruido en el entorno de los aeropuertos.

Por ello, esta línea de innovación a nivel supranacional ha conducido a la adopción de una serie de medidas generales que han afectado a la totalidad de los aeropuertos españoles y en concreto al aeropuerto de Palma de Mallorca.

En especial es necesario destacar una medida basada en el establecimiento de restricciones operativas que ha tenido una gran repercusión muy positiva en la lucha contra el ruido en el entorno de los aeropuertos. Concretamente, a nivel internacional, se observó que la mejor medida para asegurar la reducción de niveles de emisión consistía

en definir una serie de límites de certificación acústica basados en las consideraciones incluidas en diferentes capítulos del Anexo 16, Volumen I, 2ª parte, de la Convención sobre Aviación Civil Internacional (Convención de Chicago).

La OACI consideró la adopción de las primeras restricciones operativas hace 15 años. La sesión extraordinaria de la Asamblea de 1990 estableció una intención de retirada de las aeronaves capítulo 2 de certificación referida a las aeronaves jet subsónicas. En los aeropuertos comunitarios (en cumplimiento de la Directiva 92/14/CEE) esta restricción comenzó a tener validez desde el 1 de abril de 2002, fecha a partir de la cual existe la prohibición a la operación de las aeronaves subsónicas civiles que no tengan el certificado de ruido conforme a las normas capítulo 3.

De forma adicional, a partir del 1 de enero de 2006, existe la obligación de que los nuevos modelos de aeronaves deberán contar con el criterio de certificación según el capítulo 4 del citado Anexo 16.

3.2. Descripción de las medidas específicas existentes en el aeropuerto de Palma de Mallorca

Con objeto de minimizar el impacto acústico sobre las poblaciones vecinas, el aeropuerto de Palma de Mallorca ha llevado a cabo una serie de medidas específicas que se enumeran a continuación:

- Implantación de barreras acústicas
- Puesta en marcha del Plan de Aislamiento Acústico
- Procedimientos operativos de atenuación de ruidos
- Sistema de monitorado de ruido

A continuación se describen cada uno de ellos:

Implantación de barreras acústicas

En el año 1991 se construyó una barrera antirruído en la franja comprendida entre la cabecera 06R y la barriada de Can Pastilla, con el fin de minimizar el ruido producido por los motores de las aeronaves que despegan por dicha cabecera sobre esta zona residencial. Posteriormente se llevó a cabo un tratamiento vegetal sobre el terraplén para integrar la estructura en el entorno.

Barrera acústica en la cabecera 06R



Fuente: Elaboración propia

Siete años más tarde, se realizó una plantación de árboles y arbustos paralelos a la pista 06R/24L, constituyendo una barrera vegetal que sirve para disminuir el impacto acústico y visual en las zonas próximas. Las especies vegetales que forman esta barrera son propias del área mediterránea, lo cual contribuye a la difusión de especies autóctonas, a la par que facilita el desarrollo natural de los distintos ejemplares y reduce a mínimos indispensables los gastos de conservación.

Como continuación a esta medida, en el año 1999 se realizó un tratamiento similar en el entorno de la cabecera 24R.

Ejecución del Plan de Aislamiento Acústico

La Resolución de 20 de julio de 2004 de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente, formuló la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de **“Ampliación del aeropuerto de Palma de Mallorca”** de Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA) llevándose a cabo su publicación en el BOE N°196, de 14 de agosto de 2004.

Entre las actuaciones recogidas en la Declaración de Impacto Ambiental, se incluyó en su condición 5 la necesidad de elaborar un Plan de Aislamiento Acústico (PAA) para las viviendas y edificaciones singulares como colegios, hospitales, residencias de la tercera edad, bibliotecas o cualquier otra edificación de características similares, situadas dentro de las zonas delimitadas por las isófonas $Leq_{día}$ (7-23 h) 65 dB(A) y Leq_{noche} (23-7 h) 55 dB(A) y con fecha de construcción anterior a la publicación de la DIA. El objeto de este plan es conseguir que en su interior se cumplan los niveles equivalentes máximos de

inmisión sonora contenidos en el anexo 5 de la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88, condiciones acústicas de los edificios, actualmente vigente.

Con el fin de coordinar la ejecución de las actuaciones de aislamiento acústico, se constituye la Comisión de Seguimiento y Gestión de los Planes de Aislamiento Acústico (CSEPA) formada por miembros de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, la Dirección General de Aviación Civil del Ministerio de Fomento y Aena.

Esta comisión cuenta con el apoyo técnico y administrativo de la Oficina de Gestión de los Planes de Aislamiento Acústico de Aena. Entre las funciones de ésta, destacan las siguientes:

- Tramitación de las solicitudes de inclusión en el PAA.
- Realización de mediciones acústicas con la finalidad de comprobar que se registran en el interior de las viviendas afectadas niveles superiores a los fijados como umbrales de calidad acústica.
- Supervisión de los proyectos de aislamiento y de las obras que de él se deriven.
- Gestión del pago de las subvenciones.

En la siguiente tabla se recoge el estado de ejecución del citado PAA a fecha de ejecución del presente estudio, una vez que el pasado 20 de febrero de 2007 se celebrara la 17ª reunión de la CSEPA.

Gestión del Plan de Aislamiento Acústico

Estado de la tramitación	Nº viviendas
Censo de viviendas con derecho a solicitud de aislamiento acústico	988
Solicitudes de aislamiento acústico, en huella, recibidas en la Oficina de Gestión de los Planes de Aislamiento Acústico	310
Viviendas en las que se ha aprobado la realización de medidas de aislamiento acústico	226
Proyectos de aislamiento acústico solicitados	20

Fuente: Elaboración propia

Procedimientos operativos de atenuación de ruido

En el horizonte de cálculo considerado (2005), el aeropuerto tenía establecidos los siguientes procedimientos operativos en materia de lucha contra el ruido, los cuales están recogidos en el documento “*Publicación de Información Aeronáutica*” (AIP):

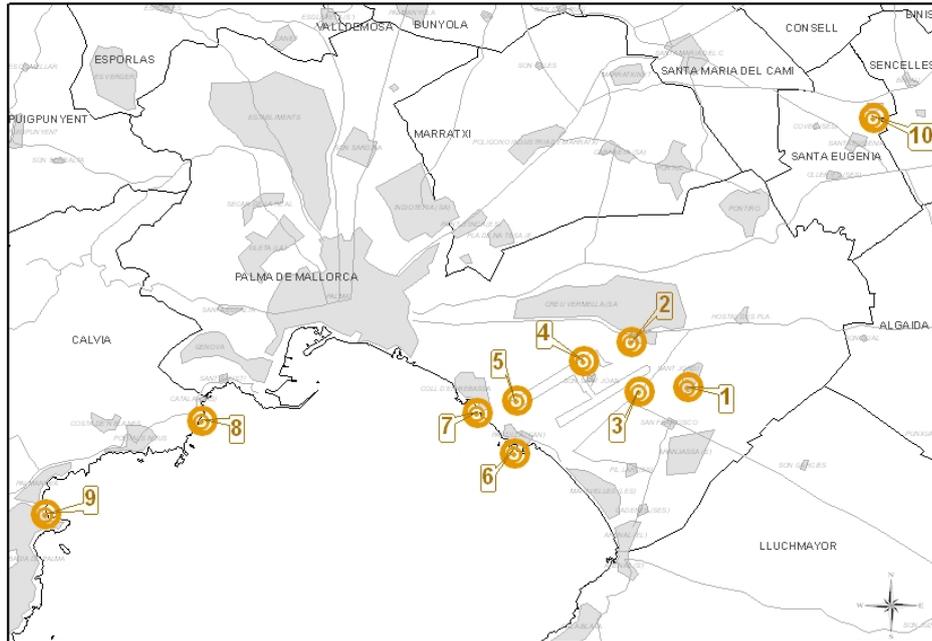
- Podrá ser utilizada la cabecera 06R para llegadas exclusivamente de aeronaves propulsadas por hélice y en horario diurno, salvo contingencia operacional. La cabecera 24L, salvo contingencia operacional, no se utilizará para despegues.
- No se deben solicitar ni autorizar cambios sobre los procedimientos hasta no haber alcanzado Flight Level 60 excepto las aeronaves propulsadas por hélice.
- Quedan prohibidos los vuelos de entrenamiento durante la noche. Además, todos los vuelos de entrenamiento fuera de horario nocturno se deberán realizar por la pista 06L/24R.
- Se aplicarán procedimientos anti-ruido en operaciones de despegue.
- Se prohíbe el uso de la potencia de reversa en aterrizajes en horario nocturno.
- Quedan prohibidas las pruebas de potencia de motores fuera del horario nocturno. Las pruebas de motores fuera del horario nocturno en régimen superior al ralentí, sólo podrán realizarse en la rodadura Sur.

Sistema de monitorado de ruido del aeropuerto de Palma de Mallorca

Desde el año 1997 el aeropuerto de Palma de Mallorca tiene instalado un sistema de seguimiento y control de ruidos y sendas de vuelos (SIRPA). El sistema de monitorado funciona durante las 24 horas de forma automática, disponiendo de los datos radar y de planes de vuelo, así como de la posición de la aeronave en cada instante, al objeto de identificar posibles incumplimientos de los procedimientos antiruido establecidos en el aeropuerto.

El sistema se compone de 10 TMR o receptores del nivel sonoro que envían los datos de registro a un procesador central. A continuación puede verse la localización e identificación de cada uno de ellos.

Localización de medidores de ruido del sistema SIRPA



Fuente: Elaboración propia

Identificación de medidores de ruido del sistema SIRPA

TMR	Localización	Coordenadas UTM (m)		Radio de acción (m)
		X	Y	
1*	Iglesia de Sant Jordi	480999	4378499	2000
2	Colegio de Casa Blanca	479183	4379937	2000
3	Cabecera 24L	479434	4378350	1800
4	Cabecera 24R	477629	4379331	1600
5	Cabecera 06L	475508	4378054	2000
6	Hotel Alexandra de Cala Estancia (Can Pastilla)	475414	4376374	1800
7	Hospital San Juan de Dios de Coll d'en Rabassa (Cala Gamba)	474234	4377660	1250
8	Hotel Sol Melià de Mar de Illetas	465382	4377413	3000
9	Hotel Sta Lucía de Palma Nova	460370	4374409	4000
10**	Móvil: actualmente en "Sa Torre" de Ses Alqueries en Santa Eugenia	486955	4387190	4000

(*) Se tuvo que desinstalar a mediados de junio de 2005, por lo que no se dispone de datos desde 12/06/05. (**) Estuvo desconectado desde día 15/12/05 por lo que no se dispone de datos hasta final del periodo 2005.

Fuente: Elaboración propia

Las mediciones de ruido se registran varias veces por segundo, pudiendo ser transmitidas en tiempo real al ordenador central. Estos datos se contrastan con la información proveniente de un sistema radar que coteja los planes de vuelo emitidos por las compañías y los datos radar registrados.

Estos datos permiten al sistema medir el ruido producido por una aeronave perfectamente identificada así como su posición exacta a lo largo de la ruta en las proximidades del aeropuerto.

Al correlacionar las incidencias y quejas particulares con las variables registradas, se dispone de una potente herramienta tanto de análisis como probatoria para la demostración de incumplimientos y aplicación de normativa sancionadora. La mayoría de estas funciones las presenta el propio sistema integradas, de modo que el análisis de las desviaciones de rutas, ruidos superiores a lo normal o análisis de quejas se realizan de manera automática.

El sistema presenta asimismo la posibilidad de discriminación del ruido provocado por las aeronaves y el no producido por ellas, con lo cual se tiene una valoración muy fiable del ruido de fondo y del impacto acústico real de las operaciones aeroportuarias.

4. Metodología de evaluación de niveles sonoros

4.1. Modelo informático de simulación

La Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental establece en su anexo II los métodos de cálculo provisionales recomendados en función de la fuente sonora. En el caso del ruido de aeronaves, remite al Documento Nº 29 de la ECAC.CEAC “*Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*” (1997), como metodología de referencia.

De entre los modelos de cálculo informático que cumplen con las especificaciones del Documento Nº29 de la ECAC.CEAC, es el ***Integrated Noise Model (INM)*** de la *Federal Aviation Administration* (FAA) el más ampliamente utilizado.

De acuerdo a estos requerimientos, a pesar de existir versiones posteriores que optimizan los algoritmos de cálculo utilizados principalmente en materia de atenuación lateral, **la versión 6.0c del INM** es la que cumple con la recomendación del Documento Nº 29 ECAC.CEAC, versión de 1997, y ha sido el modelo empleado para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido de aeropuertos.

4.2. Escenario de simulación y parámetros de entrada

Los datos que definen un escenario de cálculo pueden agruparse en tres grandes grupos:

- Configuración física del aeropuerto y régimen de utilización de las pistas.
- Definición de las trayectorias de aterrizaje y despegue empleadas así como su régimen de utilización.
- Caracterización de la operación registrada durante el periodo a representar definida a partir del número de operaciones y composición de la flota empleada.

De acuerdo con la Directiva 2002/49/CE, los mapas estratégicos de ruido reflejarán la operativa actual de cada uno de los grandes aeropuertos partiendo de la información anual disponible más reciente.

Asimismo, el propio Real Decreto 1513/2005 establece como premisa en su artículo 13. *Seguimiento*, la necesidad de que los resultados obtenidos en los procesos de evaluación del ruido ambiental sean homogéneos y comparables. Para conseguir este objetivo y, con ello, un diagnóstico global de la situación acústica en el entorno de los grandes aeropuertos en el ámbito estatal, era necesario fijar un horizonte temporal común para los diez aeropuertos que superaban los 50.000 movimientos comerciales anuales. Esta circunstancia fue corroborada por el órgano competente para la recepción de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido y su posterior envío a la Comisión Europea, el Ministerio de Medio Ambiente, y fue así mismo establecida en el documento “Criterios para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido en aeropuertos”, definido conjuntamente por el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Fomento y Aena, con fecha de 26 de julio de 2006.

Ante esta premisa y debido a la multitud de bases de datos de información necesarias para afrontar la caracterización de cada uno de los factores que definen el escenario de cálculo, los trabajos se iniciaron durante el año 2006. De acuerdo a la necesidad de realizar el cartografiado estratégico sobre la situación del año natural anterior, se decidió como escenario homogéneo a representar el año 2005.

Las variables que permitieron la definición del citado escenario, y por tanto fueron introducidas en la simulación, se sintetizan en la ficha siguiente.

Parámetros de entrada. Aeropuerto de Palma de Mallorca

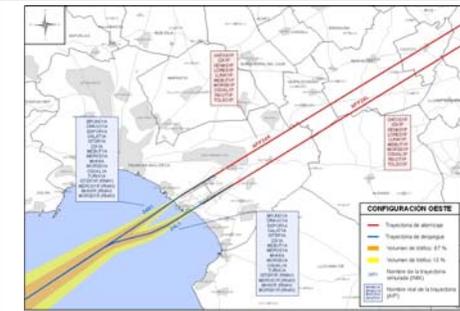
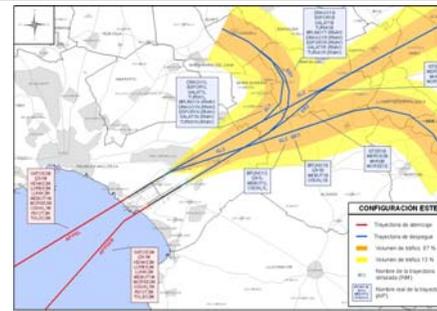
Configuración física del aeropuerto

Pistas	Nombre	Longitud (m)	Anchura
	06L-24R	2.500	45
	06R-24L	3.000	45
Fuente: AIP Aeropuerto de Palma de Mallorca, 7 de julio 2005			
Configuración cabeceras	Cabecera	Aterrizajes	Despegues
	06L	29,35%	4%
	06R	0,33%	24,77%
	24L	55,87%	0,26%
	24R	14,46%	70,96%
Fuente: Aena.			



Definición de trayectorias

Trayectorias	Tipo	Fecha última modificación (2005)
	SID	2 de septiembre de 2004
	STAR	2 de septiembre de 2004
Fuente: AIP Aeropuerto de Palma de Mallorca.		
Dispersiones	Documento Nº 29 de la ECAC.CEAC, recomendado por la Directiva 2002/49/CE.	



Datos operacionales

Operaciones día medio (2005)	498,71	% día (7-19h)	65,76	% tarde (19-23h)	23,16	% noche (23-7h)	11,07
-------------------------------------	--------	----------------------	-------	-------------------------	-------	------------------------	-------

NOTA: La flota empleada corresponde con la mezcla de aeronaves existente durante el año 2005 (Fuente: Aena)

Factores de transmisión sonora

Modelización del terreno	SI	Temperatura de referencia	17,1°C	Media de las temperaturas horarias correspondientes al periodo 1996-2005 (Fuente: Instituto Nacional de Meteorología)
---------------------------------	----	----------------------------------	--------	---

4.3. Métricas consideradas

De acuerdo a la Directiva 2002/49/CE y su transposición al estado español mediante la Ley 37/2003 del Ruido, las métricas unificadas para evaluar el grado de molestia y las alteraciones del sueño son L_{den} y L_{noche} respectivamente, que se definen de la siguiente manera:

- El nivel día-tarde-noche L_{den} en decibelios dB(A) se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \cdot \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{día}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{tarde+5}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noche+10}}{10}} \right)$$

- L_{noche} es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año. Por periodo nocturno se considera el intervalo de 8 horas comprendido entre las 23:00 y las 7:00 horas.

Para completar el análisis, se han añadido las métricas $L_{día}$ y L_{tarde} que participan en la definición del L_{den} . Se definen así:

- $L_{día}$ se define como el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos diurnos de un año. Se corresponde con el nivel continuo equivalente expresado en dB(A) para el periodo de 12 horas comprendido entre las 7:00 y las 19:00 horas para todo un año.
- L_{tarde} se define como el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año. Se corresponde con el nivel continuo equivalente expresado en dB(A) para el periodo de 4 horas comprendido entre las 19:00 y las 23:00 horas para todo un año.

5. Metodología de obtención de los mapas

La metodología de obtención de mapas hasta este momento ha recorrido dos caminos diferenciados:

1. **Cálculo de isófonas:** Se ha realizado el cálculo de las isófonas que servirán de base a los análisis posteriores empleando el software INM.

Se ha reproducido, de acuerdo a los datos de entrada descritos, el modelo operativo del aeropuerto y se han obtenido las curvas de igual nivel de inmisión sonora para las cuatro métricas fijadas: L_{den} , L_{noche} , $L_{día}$ y L_{tarde} .

2. **Caracterización del entorno desde el punto de vista demográfico y de usos del suelo:** El ámbito de estudio ha sido analizado de forma exhaustiva desde el punto de vista demográfico y de usos del suelo autorizados por el planeamiento vigente. Para ello se ha contado con las siguientes fuentes de información:

- **Información cartográfica:** Base cartográfica a escala 1/25.000 proporcionada por el Centro Nacional de Información Geográfica (C.N.I.G.), cartografía catastral urbana y rústica del entorno del aeropuerto proporcionada por la Gerencia Regional del Catastro de Illes Balears y ortoimagen satélite del aeropuerto de Palma de Mallorca (abril de 2006).
- **Información demográfica:** cartografía digitalizada en formato “*shapefile*” y datos alfanuméricos no protegidos facilitados por la Gerencia Regional del Catastro de Illes Balears actualizados a fecha de realización de este Mapa Estratégico de Ruido. Esta información es complementada por la información suministrada por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), correspondiente a los Censos de Población y Viviendas del año 2001 a nivel de secciones censales.
- **Información de planeamiento urbanístico:** Representación de la clasificación y calificación del suelo correspondiente al planeamiento vigente de los municipios incluidos en el ámbito de estudio.

Toda la información manejada se ha volcado en una plataforma SIG que facilita la totalidad de los análisis realizados para la representación de los tres tipos de mapas que se describen a continuación.

5.1. Mapas de niveles sonoros

Son mapas que representan la posición de las líneas isófonas calculadas sobre el ámbito de estudio, delimitando así, cada uno de los sectores del territorio expuestos a unos determinados niveles de inmisión sonora.

Se han obtenido superponiendo los resultados gráficos procedentes del software INM sobre una base cartográfica adecuada basada en los planos 1/25.000 del I.G.N. utilizando un SIG.

5.2. Mapas de exposición

Los mapas de exposición pretenden representar la evaluación de la población expuesta a diferentes valores de los indicadores sonoros. Para ello es necesario relacionar los niveles de ruido por edificio residencial (análisis gráfico) con el número de viviendas y personas que habitan en ellas (análisis cuantitativo). Así mismo se analiza el grado de exposición de equipamientos especialmente sensibles (educativos y hospitalarios) a los niveles de inmisión representados.

5.3. Mapas de zonas de afección

Los mapas de zonas de afección representan de manera conjunta las isófonas del indicador L_{den} por encima de 55, 65 y 75 dB (A), que se debe evaluar y comunicar a la Comisión Europea.

Además de la representación gráfica, el mapa debe incorporar los datos relativos a número de viviendas y personas (estimados en centenas), número de colegios y hospitales (en unidades) y el dato de superficies (en km^2) incluidas en las ciudades isófonas.

6. Valoración de los niveles de inmisión y exposición

6.1. Principales resultados obtenidos

Se incluyen a continuación los resultados de exposición obtenidos para cada uno de los indicadores analizados:

- a). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{den} : 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, >75.

Población expuesta en centenas. Indicador L_{den}

Rango	Municipios				Total
	Algaida	Palma de Mallorca	Santa Eugenia	Sencelles	
55-60	1	96	1	1	97
60-65	-	22	-	-	22
65-70	-	2	-	-	2
70-75	-	1	-	-	1
>75	-	-	-	-	-

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

- b). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de $L_{día}$ 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, >75.

Población expuesta en centenas. Indicador $L_{día}$

Rango	Municipios				Total
	Algaida	Palma de Mallorca	Santa Eugenia	Sencelles	
55-60	-	56	1	1	57
60-65	-	6	-	-	6
65-70	-	1	-	-	1
70-75	-	1	-	-	1
>75	-	-	-	-	-

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

- c). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{tarde} 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, >75.

Población expuesta en centenas. Indicador L_{tarde}

Rango	Municipios				Total
	Algaida	Palma de Mallorca	Santa Eugenia	Sencelles	
55-60	-	59	1	1	59
60-65	-	6	-	-	6
65-70	-	1	-	-	1
70-75	-	1	-	-	1
>75	-	-	-	-	-

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

- d). Número estimado de personas (en centenas) cuya vivienda está expuesta a cada uno de los rangos siguientes de valores de L_{noche} 50-55, 55-60, 60-65, 65-70, >70.

Población expuesta en centenas. Indicador L_{noche}

Rango	Municipios				Total
	Algaida	Palma de Mallorca	Santa Eugenia	Sencelles	
50-55	-	32	-	-	32
55-60	-	3	-	-	3
60-65	-	1	-	-	1
65-70	-	-	-	-	-
>70	-	-	-	-	-

NOTA: Los datos correspondientes a los totales se han redondeado a centenas desde las cifras totales resultado. No se corresponden con la suma de las centenas correspondientes a cada municipio.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se adjuntan los resultados obtenidos, expresando la superficie total en km² expuesta a valores de L_{den} superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente. Se indica, de forma adicional, el número total de viviendas y personas (ambas en centenas) así como equipamientos sensibles que se localizan en esas zonas.

Superficie (km²) expuesta por término municipal. Número de viviendas y población expuesta en centenas. Número de hospitales y colegios expuestos. Indicador L_{den}

Municipio	Lden dB(A)	Superficie (km ²)	Nº Viviendas (centenas)	Población (centenas)	Nº Hospitales	Nº Colegios
Algaida	>55	1,43	1	1	-	-
	>65	-	-	-	-	-
	>75	-	-	-	-	-
Palma de Mallorca	>55	35,26	44	120	1	6
	>65	8,01	1	2	1	-
	>75	1,67	-	-	-	-
Santa Eugenia	>55	2,62	1	1	-	-
	>65	-	-	-	-	-
	>75	-	-	-	-	-
Sencelles	>55	1,60	1	1	-	-
	>65	-	-	-	-	-
	>75	-	-	-	-	-
Total	>55	40,91	45	121	1	6
	>65	8,01	1	2	1	-
	>75	1,67	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

6.2. Valoración de viviendas con algún grado de aislamiento acústico

Se ha realizado un análisis del número de viviendas que resultan expuestas en el presente estudio, con el objeto de identificar el porcentaje de aquellas que se encuentran incluidas en el Plan de Aislamiento Acústico (PAA) descrito en el apartado 3.2. Descripción de las medidas específicas existentes en el aeropuerto de Palma de Mallorca y que previsiblemente verán mejoradas sus condiciones para asegurar el cumplimiento de la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88.

Este análisis permitirá diferenciar la exposición resultante entre aquellas viviendas que verifican o verificarán la citada norma y aquellas que no tienen por qué implicar elevadas calidades constructivas. Para ello se han calculado los porcentajes de las viviendas que se encuentran incluidas en el PAA para cada uno de los indicadores y diferenciando entre los diferentes intervalos de ruido. Estos datos se detallan en la tabla que aparece a continuación.

**Porcentaje de viviendas consideradas en el Plan de Aislamiento Acústico
(PAA) actualmente en ejecución**

Métrica	Rango dB(A)			
	55-60	60-65	65-70	70-75
$L_{día}$	31	100	100	100
L_{tarde}	27	100	100	100
L_{den}	1	100	100	100
	50-55	55-60	60-65	65-70
L_{noche}	72	100	100	-

Fuente: Elaboración propia

Para los indicadores $L_{día}$ y L_{tarde} , el futuro PAA contempla la mejora de las calidades de aislamiento (en aquellos casos en los que sea necesario) del 100% de las viviendas expuestas a niveles superiores a 60 dB(A) según las hipótesis de este estudio. Por otra parte, para niveles comprendidos entre 55-60 dB(A), afecta al 31 y 27% respectivamente.

En definitiva, únicamente de un porcentaje comprendido entre el 69-73% de las viviendas situadas en este intervalo, no se dispone de la certeza que verifiquen la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88.

Para el indicador L_{den} , dada su mayor extensión, el PAA abarca la totalidad de las viviendas expuestas a niveles superiores a 60 dB(A) y únicamente un 1% de las incluidas en el intervalo de 55-60 dB(A). Esta última banda constituye la principal variación respecto de los análisis realizados en el pasado.

En el caso de L_{noche} , el 100 % de las viviendas expuestas a niveles superiores a 55 dB(A) se espera que tendrán un aislamiento eficaz como consecuencia de la ejecución del PAA. Por otra parte, para niveles comprendidos entre 50 y 55 dB(A) el porcentaje disminuye al 72%.