

ANEJO 5.
Mapa de Ruido del
Aeropuerto de zaragoza.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
 2. LA NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN SONORA DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA.
 3. LA LEGISLACIÓN DE LAS AERONAVES.
 4. ELECCIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL RUIDO DE AVIONES.
 5. EL MODELO INM VERSIÓN 5.1.
 - 5.1. Descripción.
 - 5.2. Aplicación.
 - 5.3. Cálculo.
 - 5.4. Datos de entrada.
 - 5.5. Descripción del aeropuerto.
 - 5.6. Descripción de las trayectorias.
 - 5.7. Descripción de aeronaves y operaciones.
 - 5.8. Descripción de la zona del estudio.
 - 5.9. Parámetros.
 6. SIMULACIÓN DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA EN DOS HORIZONTES.
 - 6.1. Descripción.
 - 6.1.1. Configuración del aeropuerto.
 - 6.1.2. Configuración de las trayectorias.
 - 6.2. Hipótesis de tráfico civil y militar - horizonte actualidad.
 - 6.2.1. Tráfico civil.
 - 6.2.2. Tráfico militar.
 - 6.3. Hipótesis de tráfico. Horizonte 2007.
 - 6.3.1. Tráfico civil.
 - 6.3.2. Tráfico militar.
 - 6.4. Hipótesis de tráfico utilizadas en el estudio.
 7. CONCLUSIONES.
- MAPA DE RUIDO DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA.

1. INTRODUCCIÓN.

La compatibilidad del aeropuerto y sus proximidades es un ideal que puede lograrse mediante una adecuada política de ordenación del territorio, que tenga como objetivos las siguientes cuestiones:

- Lograr las mejores condiciones posibles para las actividades del aeropuerto.
- Reducir las molestias al mínimo al vecindario al objeto de satisfacer los niveles de calidad de vida exigidas por los ciudadanos.

La necesidad de que las autoridades tuvieran un cierto control sobre los terrenos próximos a los aeropuertos se comprobó desde los albores de la historia de la aviación. Las primeras medidas que se tomaron al respecto tenían que ver, en general, con el control de la altura de los posibles obstáculos o sitios peligrosos para el vuelo hacia y desde el aeropuerto. También se vio que era necesario controlar la utilización de los terrenos adyacentes a los mismos para fines incompatibles con los aeródromos, tales como:

- Usos que podrían producir interferencias eléctricas en las radiocomunicaciones y ayudas a la navegación.
- Luces que podrían confundir a los pilotos y dificultar las luces aeronáuticas.
- El humo, que reduce la visibilidad.

La compatibilidad de los usos del suelo y la exposición al ruido en la proximidad de los aeropuertos sólo pasó a ser un problema importante a comienzos de la década de 1960, cuando ya se estaba generalizando el uso de aeronaves comerciales de reacción, si bien, anteriormente no eran raros los pleitos debidos al ruido producido por las aeronaves.

En la actualidad veintidós Aeropuertos europeos (Amsterdam, Orly, Mónaco, Zurich, etc...) han tenido que promover programas de insonorización. En Frankfurt, Copenhague, Estrasburgo e incluso Barajas tienen problemas de impacto sonoro.

Hoy día, el ruido producido por las aeronaves es quizás el factor más importante en la planificación de los usos del suelo que se encuentran en las cercanías de los aeropuertos.

2. LA NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN SONORA DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA.

El Servicio de Medio Ambiente analizó la posibilidad de realizar un estudio de la situación sonora del aeropuerto de Zaragoza, aprobándose en los presupuestos de 1995 la partida presupuestaria 95-MAM 44412-62702 - SOFTWARE MEDICIÓN RUIDO DE AVIONES.

Durante este año, se intentó realizar un convenio de colaboración con el Danish Institute al objeto de que dicha Institución realizara el estudio de las isófonas sonoras procedentes de la actividad portuaria.

En 1996 se mantuvo dicha partida presupuestaria, siendo adjudicada mediante concurso público a la firma GARCÍA-BBM, el día 27 de diciembre de 1996 la realización de dicha asistencia técnica por un coste total de 2.842.000 ptas.

A partir de la firma del contrato y con la dirección y coordinación de la Unidad de Medio ambiente, se iniciaron los trabajos, así como una serie de reuniones con las autoridades aeroportuarias civiles y militares, en un clima de total colaboración y participación.

3. LA LEGISLACIÓN DE LAS AERONAVES.

Una de las grandes dificultades del estudio, era la elección del "Índice de Exposición" al Ruido de Aeronaves, al no existir legislación comunitaria en esta materia y existir una gran dispersión de metodologías en el método de cálculo.

La Directiva 92/14/CEE, que entró en vigor en abril de 1995, es la última de una serie de medidas legislativas iniciadas en 1979 (Directivas 80/51/CEE y 89/629/CEE) con el objetivo de limitar el ruido de los aviones. Estas directivas, al igual que lo que ocurre generalmente con la legislación del mismo tipo aplicada en otros "estados que aplican medidas restrictivas contra el ruido" (la mayoría de los países de Europa que no pertenecen a la U. E., Japón, Australia, Nueva Zelanda y EE.UU.), utilizan las normas de referencia especificadas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en el Anexo de Protección del medio ambiente (volumen del Anexo 16) del Convenio de Chicago, del que forman parte la mayoría de los países del mundo. Los valores límite para cada tipo de avión durante el despegue y el aterrizaje están especificados en términos de "nivel efectivo de ruido percibido" (EPNL) en dB (A), y dependen del peso y número de motores de los aviones. Los aviones de transporte a reacción más antiguos y ruidosos se denominan "sin certificado de ruido" (NNC), las características de la segunda generación de aviones se contemplan en el Capítulo 2 del Anexo 16 y los aviones más modernos y silenciosos cumplen las normas del Capítulo 3.

Los aviones subsónicos sin certificado de ruido (NNC) fueron prohibidos en los aeropuertos hace varios años y, de conformidad con el Capítulo 2 de la Directiva 92/14, los aviones de más de 25 años están prohibidos en los aeropuertos de la Comunidad Europea desde abril de 1995, a no ser que se trate de excepciones que fueron concedidas para evitar dificultades económicas desmesuradas, por ejemplo, para las compañías de transporte aéreo de países en vías de desarrollo. Los aviones del Capítulo 2 están siendo retirados de forma sistemática durante el período 1995 a 2002 y, a partir del 1 de abril de 2002, solo los aviones del Capítulo 3 podrán utilizar los aeropuertos comunitarios. Mientras tanto, diversos estamentos internacionales, como por ejemplo, el Comité sobre la protección del medio ambiente (CAEP) de la OACI y la Conferencia europea de aviación civil (CEAC) están considerando la posibilidad de aumentar las exigencias impuestas.

Los aviones de hoy, al igual que los automóviles, son mucho más silenciosos que los del mismo tamaño de hace veinte años. La zona alrededor de un aeropuerto expuesta al ruido de un avión moderno es nueve veces menor que la de un avión con tecnología de los años 70. En el segmento de los turbopropulsores, el ruido en esta zona se ha reducido 4,5 veces durante los últimos veinticinco años. En Europa el cambio a una flota totalmente compuesta de aviones pertenecientes al Capítulo 3 no ha dejado de avanzar, pero al mismo tiempo el tamaño de los aviones sigue aumentando. Estos progresos, junto con el gran crecimiento anterior y las previsiones futuras de desarrollo, pueden significar que de la eliminación progresiva de los aviones del Capítulo 2 solo se obtengan beneficios a corto y medio plazo, y que después del año 2002 las emisiones sonoras globales y, por tanto, la zona global de ruido no se atenga a los ambiciosos objetivos que fueron establecidos y que se esperaba que pudiesen ser cumplidos en esa fecha.

El V Programa de la Unión Europea "hacia el desarrollo sostenible", plantea una serie de actuaciones con el objeto de reducir las molestias por ruido, tales como:

- Medidas que incluyan en el comportamiento con respecto, por ejemplo, a los vehículos, procedimientos de vuelo, funcionamiento de fábricas durante la noche, etc.
- Medidas de Ordenación del Territorio e Infraestructuras como, por ejemplo, una división en zonas más adecuadas en torno a aeropuertos, áreas industriales...

En el Libro Verde de la Comisión Europea, Política Futura de lucha contra el Ruido (Bruselas 04,11,96), se manifiesta la voluntad de la Comisión por establecer unas normas de control y unos sistemas de evaluación para las aeronaves debidamente contrastados y únicos para toda Europa, comprometiéndose a ello en el menor plazo posible.

4. ELECCIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL RUIDO DE AVIONES.

En el caso de zonas cercanas a aeropuertos sobrevoladas con frecuencia por aeronaves, es normal que la comunidad responda no solamente al ruido producido por una operación (aterrizaje o despegue) sino que también acuse el número de operaciones en un determinado espacio de tiempo. Dado que no todas las aeronaves ni todas las operaciones producen el mismo nivel de ruido será necesario distinguir en la metodología descriptora esa combinación de ruido de aviones y número de ellos.

Por otra parte, para obtener una practicabilidad aceptable de la metodología será necesario concluirla con una escala numérica simple por la cual un valor numérico de ella pueda relacionarse directamente con la respuesta posible de la comunidad.

En la búsqueda de esta metodología y quizás influidos por las características subjetivas del ruido, los países occidentales han elaborado independientemente sus propios estudios llegando a definir una serie de índices que, posteriormente, han utilizado en sus esfuerzos de contrarrestar los efectos adversos del ruido en sus propias comunidades.

En este sentido, en la *Tabla 1*, se muestran algunos de los índices, desarrollados por diferentes países.

El índice NEF (Noise Exposure Forecast) ha sido utilizado con asiduidad en EE.UU., por lo que ha sido seleccionado de común acuerdo entre la consultora García-BBM y el Servicio de Medio Ambiente, como sistema más adecuado para el estudio del Aeropuerto de Zaragoza y su entorno.

El índice NEF clasifica las diferentes aeronaves en diversas categorías con similares características acústicas, definiéndose para cada una de ellas unas curvas EPNL en función de la distancia y para el aterrizaje y despegue.

El índice NEF para el tipo de aeronave *i* en la ruta *j* se define por:

$$NEF_{(ij)} = EPNL_{(ij)} + 10 \log [n_{(día)}(ij) + 16,67 n_{(noche)}(ij)] - 88$$

donde:

$NEF_{(ij)}$ = índice de Exposición al Ruido producido por la aeronave de la categoría (*i*) a lo largo de la ruta (*j*).

$EPNL_{(ij)}$ = nivel de ruido efectivo producido en un punto por la aeronave de la categoría (*i*) en la ruta (*j*).

$n_{(día)}(ij)$, $n_{(noche)}(ij)$ = número de operaciones realizadas durante el período diurno y nocturno respectivamente, por las aeronaves de la categoría (*i*) en la ruta (*j*).

88 = constante de normalización.

ÍNDICE	FORMULACIÓN	ORIGEN	UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
Composite Noise Rating (CNR)	$CNR = PNL \max + 10 \log N - 12$	EE.UU.	Abandonado	
Noise and Number Index (NNI)	$NNI = PNL \max + 15 \log N - 80$ <i>(N = número vuelos período diurno; 06.00-18.00 horas)</i>	Gran Bretaña	En USO. Índice oficial	No definidos para vuelos nocturnos. Recomendaciones Planificación Urbana. Utilizado también en Suiza.
Índice Isopsophique (N)	$N = PNL \max + 10 \log N - 30$ <i>(N=número vuelos período diurno: 06.00-22.00) Vuelos nocturnos N= PNL max + 6 log (3n₁+n₂)-1 (n₁=vuelos período 22.00-02.00) (n₂=vuelos período 02.00-06.00)</i>	Francia	En USO. Índice oficial	Recomendaciones Planificación Urbana.
Noise Exposure Forecast (NEF)	$NEF = EPNL + 10 \log (n_1 + 16,7 n_2) - 88$ <i>n₁ = vuelos diurnos; n₂ = vuelos nocturnos</i>	EE.UU.	En USO	Recomendaciones Planificación Urbana. Utilizado también en Canadá.
Dosis Total de Ruido (B)	$B = 20 \log \sum n_i 10^{L_i/15} - 157$ <i>i = n.º operaciones n_i = factor dependiente de la distribución de movimientos de aeronaves. Para el período 08.00-18.00 n = 1 para 23.00-06.00 n = 110 L_i = nivel máximo del sobrevuelo en dB(A)</i>	Holanda	En USO	
Q	$Q = 13,3 \log \sum g_i T_i / T \cdot 10^{L_i/13}$ <i>i = n.º de operaciones g_i = 1 para vuelos diurnos, 5 para vuelos nocturnos T_i = duración del sobrevuelo durante el cual el nivel sonoro está comprendido entre L_i y L_i-10 T = Duración del período diurno (06.00- 22.00) o nocturno (22.00-06.00) L_i = el nivel sonoro máximo en dB(A) de cada operación</i>	R. Federal	uso	Planificación

Tabla 1.: Índices clásicos de exposición al ruido de aeronaves.

La necesidad de obtener datos de calificación aeronáutica, incluyendo datos de los niveles de ruido, siguiendo las directrices de la F. A. A. americana por parte de todos los aviones antes de que obtuvieran el certificado de aeronavegabilidad, obligó a desarrollar un método de cálculo.

A partir de ahí se desarrolló en Estados Unidos una metodología conocida como INM (Integrated Noise Model), que actualmente lleva la versión 5.1.

Esta metodología ha sido ampliamente utilizada en muchos países por la facilidad de acceso a datos que de otra forma son difíciles de obtener, bien por parte de los fabricantes o de las propias autoridades aeronáuticas. El caso se hace más problemático cuando se trata de los aviones militares que teóricamente no pasan controles tan estrictos de aeronavegabilidad.

La utilización por parte de García-BBM de los distintos modelos a lo largo de los últimos años ha permitido afianzarse en la recomendación de utilizar como base de un modelo de cálculo y visualización la metodología del INM dado que sigue ofreciendo la posibilidad de cálculo de los distintos índices incluyendo el Leq y mantiene una base de datos muy amplia sobre la totalidad de las aeronaves comerciales y privadas existentes, así como una amplia base de datos de aviones militares. Por tanto, en el presente estudio se ha utilizado como base la versión última de este modelo.

5. EL MODELO INM VERSIÓN 5.1.

5.1. Descripción.

Este programa base, fue desarrollado por la Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy ((AEE-120) para evaluar el impacto sonoro en las proximidades de aeropuertos debido al tráfico aéreo del mismo.

La primera versión de este programa apareció en 1978 y desde entonces se viene utilizando por más de 700 organizaciones en más de 30 países en la planificación del uso del suelo en torno a los aeropuertos.

Este programa base en el utilizado en U. S. FAR Part 150 en planificación sonora de Aeropuertos y por el FAA Order 1050 para estudios de impactos medioambientales en los Estados Unidos. En su utilización en estos procedimientos el usuario obligatoriamente debe elegir los valores normalizados que aparecen en la base de datos de las aeronaves.

Uno de los factores que hacen del INM una pieza básica en cualquier estudio de impacto sonoro de un aeropuerto es la información que caracteriza cada una de las 216 aeronaves incluidas en su base de datos (en su mayoría provenientes de la homologación U. S. FAR Part 36).

El disponer de datos fiables del ruido generado por las diferentes aeronaves en los diferentes procesos de vuelo en las proximidades del aeropuerto es fundamental para obtener valores válidos del impacto sonoro que estas aeronaves ocasionan. Este hecho convierte al INM en un programa de casi obligada utilización.

5.2. Aplicación.

El campo de aplicación del INM cubre aquellos estudios en donde es necesario conocer los impactos sonoros creados por:

- - la construcción de nuevas pistas,
- - la modificación del tráfico aeroportuario,
- - la ubicación de un nuevo aeropuerto,
- - la ubicación de servicios en las cercanías de un aeropuerto,
- - la planificación del uso del suelo en las cercanías de un aeropuerto, etc.

Todas estas utilidades deben estar enfocadas a la planificación tanto del uso del suelo como del uso del aeropuerto.

La navegación aérea es posiblemente el medio de transporte que más estrictamente se ve controlado por normas de seguridad. Estas normas incluyen el uso de trayectorias establecidas y de procedimientos de vuelo perfectamente definidos. Esta rigidez permite la utilización de valores standard en las operaciones de vuelo de las aeronaves.

En las simulaciones de aeropuertos es indudable la necesidad de utilizar estos valores standard para definir las operaciones de las aeronaves. Estos valores, evidentemente, no siempre se cumplen al pie de la letra, ya que en función de la seguridad de los pasajeros y del tráfico de la zona pueden alterarse. En las aplicaciones del INM es recomendable utilizar como base las trayectorias y los procedimientos de vuelo standard siendo la validez de los resultados función de la desviación con respecto a estos valores standard.

Es posible modificar tanto trayectorias como procedimientos de vuelo, pero estas utilidades estarán más enfocadas a la consecución de un impacto sonoro mínimo una vez se haya constatado el impacto real de las operaciones standard. Ni que decir tiene que los valores standard son aquellos que permiten un mayor grado de seguridad, con lo que modificaciones de trayectorias y operaciones de vuelo no son simples de obtener.

5.3. Cálculo.

El INM utiliza un modelo de valor-promedio diseñado para estimar el efecto promedio en un gran período de tiempo (metodología de cálculo SAE -AIR -1845). El modelo que utiliza no es un modelo acústico detallado, la finalidad de INM no es conocer los niveles sonoros exactos que genera una determinada aeronave en un determinado vuelo, sino el estimar los niveles sonoros generados por una determinada hipótesis de tráfico en un aeropuerto. Este hecho implica la utilización de valores promedio, dejando de lado la utilización de parámetros físicos estrictos que aunque influyen en la propagación del ruido (perfiles de temperatura, gradientes de vientos, directividad de motores, etc.) lo hacen en un grado de precisión tal que aquí no es necesario.

5.4. Datos de entrada.

La información que se ha suministrado al programa hace referencia a la descripción del Aeropuerto incluyendo tanto pistas como emplazamiento, a la descripción de todas las trayectorias de vuelo, a la descripción de cada una de las aeronaves que realizan operaciones, descripción del número de operaciones idénticas realizadas por cada aeronave en cada trayectoria en diferentes períodos del día y, por último, la definición de la zona de estudio en las cercanías del aeropuerto.

5.5. Descripción del aeropuerto.

El INM es un programa desarrollado en su totalidad por la Federal Aviation Administration de Estados Unidos, es por ello que aunque es de fácil utilización en cualquier aeropuerto del mundo está optimizado para los norteamericanos, en donde solo es necesario seleccionar el aeropuerto en cuestión para tener toda la información necesaria.

En el caso de aeropuertos no norteamericanos, se debe introducir una serie de valores que definirán al aeropuerto. Estos valores definen el origen de coordenadas del estudio (a ser posible en la cabecera de una de las pistas), las coordenadas de cada una de las cabeceras de pista, la temperatura del período promedio a estudiar y la altura del aeropuerto.

5.6. Descripción de las trayectorias.

El INM necesita la descripción exacta en 3D de las trayectorias utilizadas en todas las operaciones de vuelo en un aeropuerto. A lo largo de las diferentes versiones se han ido implementando nuevas utilidades que han permitido facilitar al máximo la introducción de estas trayectorias. En la actualidad es posible incluso introducirlas a través de la información suministrada por radar.

En principio, la trayectoria 3D se define a partir de dos informaciones independientes entre sí. El usuario necesitará introducir la definición en planta (2D) de la trayectoria, y la tercera dimensión vendrá dada del perfil utilizado en cada operación por cada aeronave.

Aunque estos perfiles de operación pueden ser modificados, para estudios de impacto sonoro no es adecuado hacerlo ya que los perfiles que se indican para cada aeronave (incluidos en la base de datos de INM) son los valores más adecuados para ellas.

La descripción de la trayectoria en planta (2D) viene dada por una serie de segmentos rectos o circulares de determinadas características que, unidos a una cabecera de pista, definen por completo la trayectoria. Cada trayectoria deberá ir ligada a un determinado tipo de operación que podrá ser de despegue, aterrizaje, sobrevuelo.

5.7. Descripción de aeronaves y operaciones.

El INM permite definir acústicamente cualquier tipo de aeronave (incluso algo tan diferente como un helicóptero puede ser caracterizado con INM), pero esta acción raramente debe ser realizada debido al gran número de aeronaves incluidas en la base de datos (216 aeronaves).

Con tal de seleccionar el nombre de la aeronave esta quedará perfectamente definida para cualquier cálculo que se necesite realizar.

Además de las aeronaves que utilicen el aeropuerto, se debe detallar para cada una de estas aeronaves qué tipo de operación realiza, cuál es la trayectoria y cuántas veces, en los diferentes períodos del día, las desarrolla. Es por ello que para definir el tráfico del aeropuerto es necesario conocer:

- la aeronave,
- el tipo de operación (despegue, aterrizaje, sobrevuelo),
- la trayectoria de la operación,
- número de vuelos en los períodos día (D), atardecer (E) y noche (N).

El período D incluye aquellas operaciones entre 7:00 - 19:00 horas, el período E incluye aquellas operaciones realizadas entre 19:00 - 22:00 horas, mientras que el período N incluye las operaciones entre 22:00 - 7:00 horas.

5.8. Descripción de la zona del estudio.

La descripción de la zona de estudio donde se van a calcular los niveles sonoros generados por el funcionamiento del aeropuerto puede realizarse de forma independiente para cada una de las posibles modalidades de cálculo que presenta INM. Así se puede definir un rectángulo donde incluir los contornos de igual valor de parámetro; o un reticulado rectangular en cuyas intersecciones calcular los valores de los diferentes parámetros; o un nuevo reticulado

rectangular en cuyas intersecciones calcular los valores de los diferentes parámetros debidos a cada operación concreta.

Independientemente de estas modalidades de zona de estudio, es posible definir puntos concretos a los que se denomina Localizaciones. El usuario podrá conocer el valor concreto de un determinado parámetro en dichas localizaciones.

5.9. Parámetros.

El INM permite el cálculo de dos tipos de parámetros diferentes, los que presentan ponderación A y los parámetros percibidos corregidos por la presencia de tonos.

Dentro del grupo variables con ponderación A se incluyen:

DNL:	Nivel Promedio Día-Noche.
CNEL:	Nivel Equivalente de Ruido Comunitario.
LAEQ:	Nivel Sonoro Equivalente 24 horas.
LAEQD:	Nivel Sonoro Equivalente Día (7:00 - 22:00).
LAEQN:	Nivel Sonoro Equivalente Noche (22:00 - 7:00).
SEL:	Nivel de Exposición Sonora.
LAMAX:	Nivel Sonoro Máximo.
TALA:	Tiempo en que se ha superado un umbral..

Dentro del grupo de parámetros percibidos corregidos por presencia de tonos se incluyen:

NEF:	Noise Exposure Forecast.
WECPNL:	Nivel de Ruido Continuo Percibido Ponderado.
EPNL:	Nivel Sonoro Efectivo Percibido.
PNLTM:	Nivel PNLT Máximo.
TAPNL:	Tiempo en que el nivel PNLT ha superado un umbral.

El INM nos permite la posibilidad de definir un parámetro, pero este debe acogerse a los modelos establecidos, esto es, con ponderación A o corregido por la presencia de tonos. En estas definiciones sólo es posible modificar el valor de las constantes, pero no la forma de la ecuación que define el parámetro.

6. SIMULACIÓN DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA EN DOS HORIZONTES.

6.1. Descripción.

Se ha simulado el funcionamiento del Aeropuerto en cuatro configuraciones de uso diferente, dos de estas configuraciones corresponden al horizonte actual (1997) y las otras dos al horizonte 2007.

Se ha simulado tanto el funcionamiento civil como el militar en ambos horizontes. Los datos de ambos horizontes han sido facilitados por las autoridades civiles y militares del aeropuerto de Zaragoza.

La finalidad de esta simulación es la recopilación de datos acerca del impacto sonoro del generado por el normal funcionamiento del aeropuerto para establecer un plan de planificación del uso del suelo en sus proximidades tanto en la actualidad como en años venideros.

El área base del presente estudio es un rectángulo centrado en el aeropuerto de 20 km. de longitud y 10 km. de anchura.

6.1.1. Configuración del aeropuerto.

El Aeropuerto de Zaragoza simulado dispone de dos pistas, la 12R - 30L con una longitud de 3.718 metros destinada a despegues y la 12L - 30R de 3.000 metros destinada a aterrizajes.

6.1.2. Configuración de las trayectorias.

Se han considerado tres trayectorias de despegue desde la pista 12R - 30L y una única trayectoria de aterrizaje en la pista 12L - 30R conforme a la información presente en el AIP de España en su apartado de Zaragoza.

6.2. Hipótesis de tráfico civil y militar - horizonte actualidad.

6.2.1. Tráfico civil.

La hipótesis de tráfico de pasajeros contemplada en la actualidad engloba 15 vuelos de salida y 15 vuelos de llegada. De las 20 operaciones de carga 6 vuelos (3 salidas y 3 llegadas) se han asignado al período diurno y 14 vuelos (7 salidas y 7 llegadas) al período nocturno.

En las *Tablas 2 y 3* se detallan las operaciones de salida y llegada que se realizan en la actualidad, incluyendo horarios, número de vuelos y tipo de aeronaves.

Destino	Hora	Vuelos diarios	Aeronave
ZAR-BCN	14:50	1	ATP
ZAR-MAD	09:00	6/7	ATP
ZAR-MAD	12:10	1/7	ATP
ZAR-MAD	17:00	1	ATP
ZAR-MAD	22:45	6/7	ATP
ZAR-MÁLAGA	13:35	1/7	B-737
ZAR-PALMA DE MALLORCA	12:20	1/7	B-737

Destino	Hora	Vuelos diarios	Aeronave
ZAR-PALMA DE MALLORCA	22:45	1/7	ATP
ZAR-GRAN CANARIA	17:25	2/7	DC9
ZAR-JEREZ	17:25	1/7	DC9
ZAR-MAD	07:20	6/7	DC9
ZAR-MAD	21:20	6/7	DC9
ZAR-PARÍS	10:25	2/7	DC9
ZAR-PARÍS	16:40	1/7	DC9
ZAR-LONDRES	11:25	3/7	DC9
CARGA	---	2	METRO III
CARGA	---	4	F-50
CARGA	---	2	BAE 146
CARGA	---	2	727

Tabla 2.: Hipótesis de tráfico civil utilizada en situación actual (Listado de Salidas).

Destino	Hora	Vuelos	Aeronave
ZAR-BCN	16:40	1	ATP
ZAR-MAD	08:30	6/7	ATP
ZAR-MAD	14:20	1	ATP
ZAR-MAD	22:15	1	ATP
ZAR-MÁLAGA	12:45	1/7	B-737
ZAR-PALMA DE MALLORCA	11:35	1/7	B-737
ZAR-PALMA DE MALLORCA	11:40	1/7	ATP
ZAR-GRAN CANARIA	20:30	2/7	DC9
ZAR-JEREZ	20:30	1/7	DC9
ZAR-MAD	09:30	6/7	DC9
ZAR-MAD	19:30	6/7	DC9
ZAR-PARÍS	14:35	2/7	DC9
ZAR-LONDRES	16:20	3/7	DC9
CARGA	---	2	METRO III
CARGA	---	4	F-50
CARGA	---	2	BAE 146
CARGA	---	2	727

Tabla 3.: Hipótesis de tráfico civil utilizada en la actualidad (Listado de Llegadas).

6.2.2. Tráfico militar.

En cuanto a la hipótesis de tráfico militar se han definido dos regímenes diferentes de vuelo; en una primera hipótesis se han considerado 15 operaciones diarias (tanto de salida como de llegada). Salvo con la excepción de un vuelo, todas estas operaciones se realizan en período diurno.

En una segunda hipótesis se han considerado 30 operaciones diarias (tanto de salida como de llegada).

En ambas hipótesis se ha supuesto que el 80% de las operaciones corresponden a aeronaves tipo F-18, el 10% a Harrier y el 10% a F-5.

6.3. Hipótesis de tráfico. Horizonte 2007.

6.3.1. Tráfico civil.

Para el año 2007, la hipótesis de tráfico considerada, atendiendo a las previsiones de crecimiento indicadas por la Autoridad Responsable del Aeropuerto, es de 30 vuelos de salida y 30 de entrada para el tráfico civil de pasajeros y 40 operaciones de carga de las cuales 25 se realizarán durante el período nocturno y 15 durante el diurno.

6.3.2. Tráfico militar.

Para el tráfico militar se ha supuesto igualmente que en el año 2007 se realizarán el doble de operaciones que para el año 1997, esto es, 30 y 60 vuelos diarios para cada una de las hipótesis establecidas.

6.4. Hipótesis de tráfico utilizadas en el estudio.

En el estudio de Zaragoza se han utilizado 4 configuraciones diferentes (Tabla 4) que hacen referencia a dos horizontes diferentes. Considerando el interés de promocionar el aeropuerto de Zaragoza, se ha considerado el caso 4, resultando el mapa de isófonas adjunto.

Caso	Situación actual	Horizonte 2007
1	civil + 15 vuelos militares	---
2	civil + 30 vuelos militares	---
3	---	doble civil + 30 vuelos militares
4	---	doble civil + 60 vuelos militares

Tabla 4.: Hipótesis de cálculo utilizadas.

7. Conclusiones.

El objetivo final del estudio es definir la ordenación de los usos del suelo, en función del parámetro ruido, que permita el desarrollo de las actividades aeroportuarias y la calidad de vida de los vecinos de las edificaciones próximas a los vecinos.

En este sentido, y según lo anteriormente escrito, la propuesta se sustenta en los siguientes criterios:

- Elección del NEF como índice de exposición al ruido de aeronaves.
- Elección del modelo INM (5,1) para la evaluación del impacto sonoro en las proximidades del aeropuerto.
- Elección del supuesto n.º 4, de acuerdo con las previsiones realizadas por las autoridades civiles y militares para el año 2007, por ser la hipótesis más favorable en cuanto a desarrollo del aeropuerto y más desfavorable desde el punto de vista sonoro.

El estudio también ha contemplado un conjunto de mediciones de ruido producidos en las cercanías del aeropuerto, de acuerdo con los siguientes descriptores:

NED: Nivel sonoro continuo equivalente entre las 7:00 y las 22:00 horas.

NEN: Nivel sonoro continuo equivalente entre las 22:00 y las 7:00 horas.

LDN: Nivel sonoro corregido día.noche.

LEA 24: Nivel sonoro continuo equivalente durante todo el día.

LEQ: Nivel sonoro continuo equivalente durante el período de observación.

obteniéndose los siguientes resultados:

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
00:05	37,0	38,5	39,5	41,0	43,0	49,5	61,0	42,7
04:50	35,0	36,0	37,5	39,0	41,0	45,0	50,0	40,5
09:01	40,0	43,5	45,5	47,0	50,0	53,0	61,0	48,7
12:55	41,5	42,0	43,0	44,0	49,5	54,0	66,0	48,9
15:33	40,0	41,0	45,0	49,0	52,0	56,0	68,0	50,7
19:07	39,0	42,0	43,5	45,0	50,0	57,0	61,0	47,6

Tabla 5.: Posición nº 1. Urbanización La Floresta.

NED = 49,1 Ldn = 50,9

NEN = 42,6 Leq 24 = 47,4

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
00:27	36,0	40,0	42,5	45,5	60,0	63,5	72,5	56,7
05:09	36,0	37,5	40,0	43,5	52,0	55,5	67,0	51,9
09:19	38,0	40,0	43,5	47,0	60,0	63,5	73,5	59,3
12:55	37,0	39,5	40,5	51,0	60,5	62,5	71,0	57,0
15:50	38,0	39,0	43,0	47,5	53,0	57,0	68,5	51,6
19:23	40,0	41,5	45,5	50,0	55,0	63,0	71,5	53,7

Tabla 6.: Posición nº 2. Montecanal. Iglesia.

NED = 55,9 Ldn = 61,8

NEN = 54,9 Leq 24 = 55,3

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
00:50	33,5	34,0	35,5	36,0	40,0	42,0	53,0	39,5
05:30	33,0	34,0	35,0	37,0	39,5	41,0	47,0	38,0
09:35	39,0	40,0	43,5	47,0	50,0	56,0	59,5	46,6
13:10	35,0	35,5	36,5	39,5	50,5	53,5	62,5	47,4
16:17	36,0	37,0	38,5	40,0	47,0	51,0	59,0	46,4
19:41	35,0	37,0	40,0	42,5	45,5	52,0	63,0	44,6

Tabla 7.: Posición nº 3. Montecanal.

NED = 46,9 Ldn = 48,4

NEN = 38,8 Leq 24 = 45,0

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:17	37,0	39,0	43,0	47,0	53,0	59,0	63,5	49,7
05:55	36,0	37,0	39,0	42,0	47,0	51,0	55,5	45,6
09:57	43,0	47,0	51,0	56,0	63,0	68,0	73,5	59,7
13:30	43,0	43,5	44,0	45,0	52,0	56,5	70,0	50,3
16:39	41,0	45,5	48,0	51,0	60,0	64,0	71,5	58,7
20:09	42,0	45,0	47,0	50,0	58,0	61,0	60,5	56,8

Tabla 8.: Posición nº 4. El Plano.

NED = 57,5 Ldn = 57,7

NEN = 48,1 Leq 24 = 55,5

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:30	37,0	38,5	39,0	42,0	43,0	45,0	48,5	42,3
06:23	36,0	37,0	38,5	40,0	42,5	46,0	49,5	41,5
10:17*	39,0	41,0	43,5	47,0	52,0	60,0	69,5	51,2
13:45	39,5	40,0	41,0	43,5	52,0	56,5	66,0	50,4
17:05	38,5	39,0	42,0	43,5	48,0	51,0	60,5	47,9
20:27	40,0	41,0	43,0	45,5	50,0	51,5	58,5	49,1

Tabla 9.: Posición nº 5. Feria de Muestras.

NED = 49,8 Ldn = 50,8

NEN = 41,9 Leq 24 = 47,9

* Avión militar

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
02:17	32,0	33,0	34,5	37,0	39,0	40,0	43,5	38,0
07:20	33,0	35,0	37,0	39,0	40,0	43,0	47,5	39,6
10:43	33,0	35,0	37,0	40,0	46,0	58,0	72,5	59,6
14:05	32,0	33,0	34,5	35,0	44,5	56,0	79,5	58,0
17:49	35,0	37,0	38,5	40,0	50,0	60,0	78,5	53,2
21:17	34,0	35,0	39,5	40,0	45,0	48,0	53,0	44,6

Tabla 10.: Posición nº 6. Club de Golf.

NED = 56,4 Ldn = 54,5

NEN = 38,8 Leq 24 = 54,1

f	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
02:41	33,5	34,0	40,0	42,5	47,0	53,0	68,5	48,6
06:23	32,0	34,5	38,0	39,5	45,0	60,5	72,5	50,3
11:09*	36,0	38,0	41,5	53,0	57,0	61,0	73,5	55,7
14:20	36,5	39,0	41,5	47,0	60,5	61,5	73,5	52,0
18:07	34,0	36,0	39,5	43,5	60,0	67,0	74,5	58,8
21:32	36,0	37,5	40,0	45,5	58,0	62,0	70,5	57,7

Tabla 11.: Posición nº 7. Club Bohalar.

NED = 56,7 Ldn = 58,0

NEN = 49,5 Leq 24 = 54,9

* Avión militar

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
03:20	32,0	33,5	34,5	36,5	38,0	40,0	41,5	37,3
05:49	32,0	33,0	35,0	37,0	39,0	41,0	50,5	38,9
11:23*	35,0	36,0	37,5	45,0	57,0	62,0	70,5	53,5
14:30	33,5	34,0	36,0	38,5	40,0	41,5	47,5	39,3
18:22	33,5	34,0	36,0	38,5	40,0	41,5	47,5	39,3
21:59	34,0	36,0	37,0	39,5	40,0	43,5	47,5	39,6

Tabla 12.: Posición nº 8. Zona rural.

NED = 47,8 Ldn = 47,9

NEN = 38,1 Leq 24 = 45,7

* Avión militar

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:55	35,0	36,0	38,5	40,0	51,0	53,0	56,8	51,1
06:51	33,0	35,0	37,0	39,5	41,0	47,0	49,5	40,8
10:23	32,0	35,0	40,0	45,0	47,5	51,0	60,0	47,3
14:50	37,5	39,0	39,5	42,0	45,0	46,5	63,5	43,8
17:30	40,0	42,0	45,5	50,0	53,0	59,0	67,0	52,3
20:53	39,0	40,0	42,0	45,5	50,0	53,5	63,5	48,9

Tabla 13.: Posición nº 9. Gravera.

NED = 49,1 Ldn = 50,2

NEN = 41,4 Leq 24 = 47,2

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:45	34,0	35,5	37,0	39,5	41,0	43,0	45,5	38,3
06:08	34,0	35,0	38,0	41,0	43,0	45,0	50,0	41,9
11:19	35,0	36,0	38,0	40,0	43,0	56,0	68,0	47,7
15:00	35,5	36,0	37,0	39,5	47,0	52,0	65,5	46,8
18:03	40,0	41,0	43,5	50,0	55,0	57,0	60,0	50,6
21:07	39,0	40,0	43,5	41,0	46,0	57,0	63,0	45,7

Tabla 14.: Posición nº 10. Camino de la Viña.

NED = 48,1 Ldn = 49,2

NEN = 40,4 Leq 24 = 46,2

En la actualidad, no se dispone de legislación europea que indique cuales deben ser los límites de ruido ambiental que no deben superarse. En todo caso, parece que los criterios recomendados por la O. C. D. E. de no superar 65 dB(A) durante el período diurno y 55 dB(A) en el nocturno son objetivos deseables.

En las mediciones efectuadas se ha podido comprobar, en las ocho posiciones de medida, que dichos niveles no se han superado de acuerdo con los descriptores NED (Nivel Equivalente Diurno) y NEN (Nivel Equivalente Nocturno), no obstante, se registran eventos de superación durante la noche en la posición n.º 2.

Así pues, teniendo en cuenta los aspectos expuestos anteriormente, mediciones efectuadas y criterios de exposición de los indicadores al ruido de aeronaves NEF y los resultados del mapa de isófonas sonoras resultantes de la aplicación del modelo INM (5,1), se obtienen los siguientes resultados técnicos en cuanto a compatibilidad de los usos del suelo, aplicando criterios sonoros.

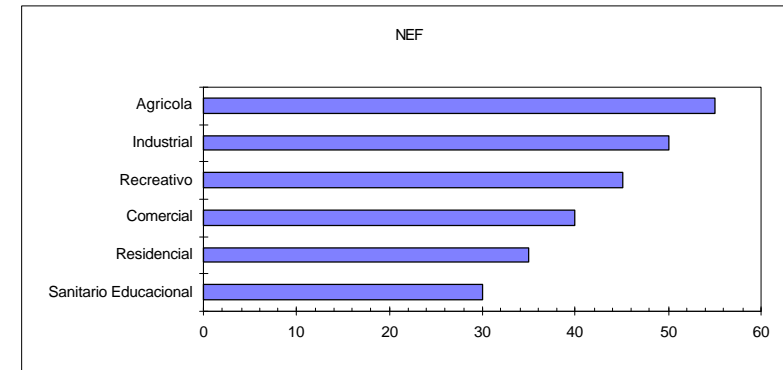
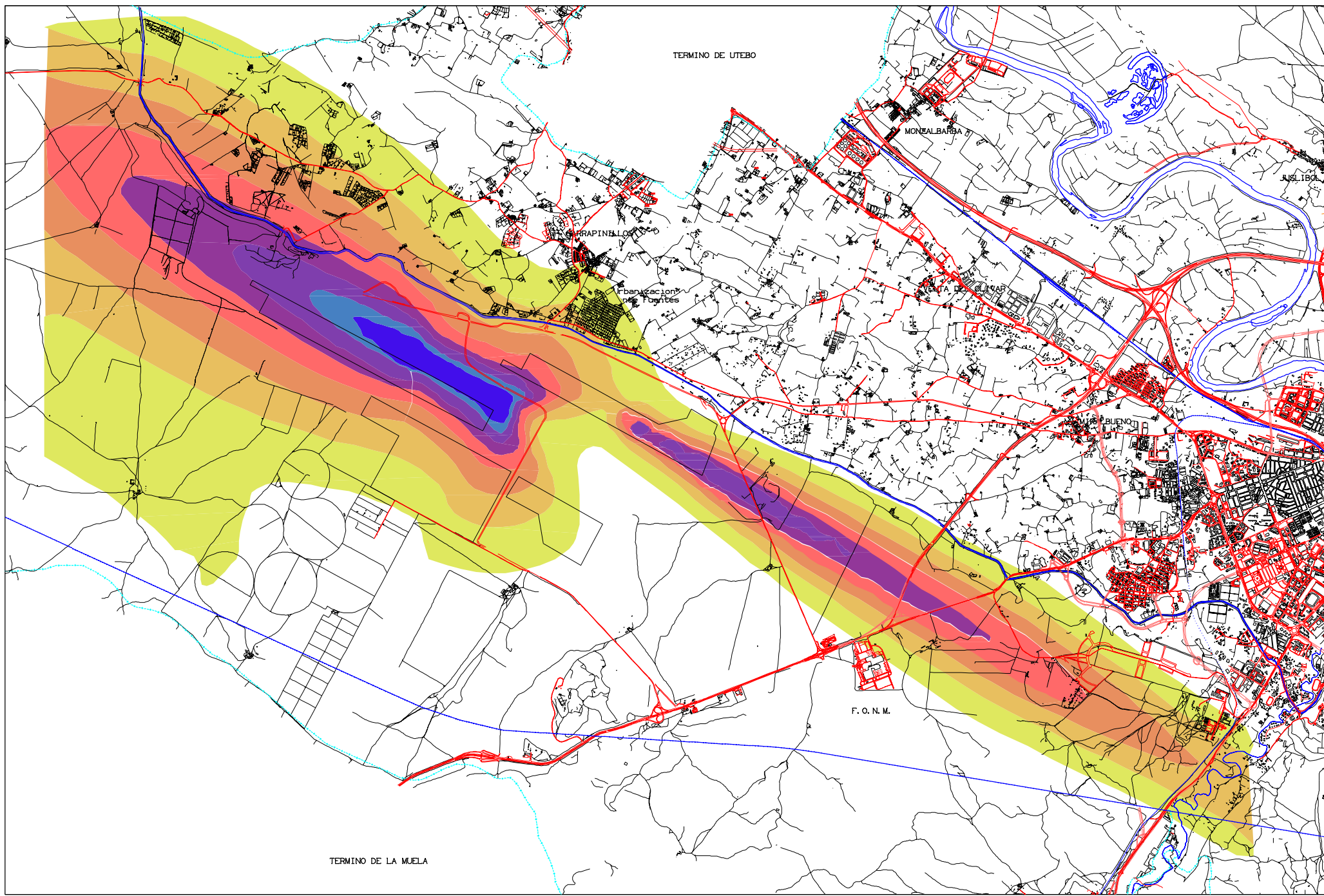










Figura 1.: Límites máximos de utilización del uso del suelo según el índice NEF.



PARÁMETROS NEF. HORIZONTE 2007

 NEF > 55.0	 40.0 < NEF < 45.0	 25.0 < NEF < 30.0
 50.0 < NEF < 55.0	 35.0 < NEF < 40.0	 20.0 < NEF < 25.0
 45.0 < NEF < 50.0	 30.0 < NEF < 35.0	

ANEJO 5.
Mapa de Ruido del
Aeropuerto de zaragoza.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
 2. LA NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN SONORA DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA.
 3. LA LEGISLACIÓN DE LAS AERONAVES.
 4. ELECCIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL RUIDO DE AVIONES.
 5. EL MODELO INM VERSIÓN 5.1.
 - 5.1. Descripción.
 - 5.2. Aplicación.
 - 5.3. Cálculo.
 - 5.4. Datos de entrada.
 - 5.5. Descripción del aeropuerto.
 - 5.6. Descripción de las trayectorias.
 - 5.7. Descripción de aeronaves y operaciones.
 - 5.8. Descripción de la zona del estudio.
 - 5.9. Parámetros.
 6. SIMULACIÓN DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA EN DOS HORIZONTES.
 - 6.1. Descripción.
 - 6.1.1. Configuración del aeropuerto.
 - 6.1.2. Configuración de las trayectorias.
 - 6.2. Hipótesis de tráfico civil y militar - horizonte actualidad.
 - 6.2.1. Tráfico civil.
 - 6.2.2. Tráfico militar.
 - 6.3. Hipótesis de tráfico. Horizonte 2007.
 - 6.3.1. Tráfico civil.
 - 6.3.2. Tráfico militar.
 - 6.4. Hipótesis de tráfico utilizadas en el estudio.
 7. CONCLUSIONES.
- MAPA DE RUIDO DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA.

1. INTRODUCCIÓN.

La compatibilidad del aeropuerto y sus proximidades es un ideal que puede lograrse mediante una adecuada política de ordenación del territorio, que tenga como objetivos las siguientes cuestiones:

- Lograr las mejores condiciones posibles para las actividades del aeropuerto.
- Reducir las molestias al mínimo al vecindario al objeto de satisfacer los niveles de calidad de vida exigidas por los ciudadanos.

La necesidad de que las autoridades tuvieran un cierto control sobre los terrenos próximos a los aeropuertos se comprobó desde los albores de la historia de la aviación. Las primeras medidas que se tomaron al respecto tenían que ver, en general, con el control de la altura de los posibles obstáculos o sitios peligrosos para el vuelo hacia y desde el aeropuerto. También se vio que era necesario controlar la utilización de los terrenos adyacentes a los mismos para fines incompatibles con los aeródromos, tales como:

- Usos que podrían producir interferencias eléctricas en las radiocomunicaciones y ayudas a la navegación.
- Luces que podrían confundir a los pilotos y dificultar las luces aeronáuticas.
- El humo, que reduce la visibilidad.

La compatibilidad de los usos del suelo y la exposición al ruido en la proximidad de los aeropuertos sólo pasó a ser un problema importante a comienzos de la década de 1960, cuando ya se estaba generalizando el uso de aeronaves comerciales de reacción, si bien, anteriormente no eran raros los pleitos debidos al ruido producido por las aeronaves.

En la actualidad veintidós Aeropuertos europeos (Amsterdam, Orly, Mónaco, Zurich, etc...) han tenido que promover programas de insonorización. En Frankfurt, Copenhague, Estrasburgo e incluso Barajas tienen problemas de impacto sonoro.

Hoy día, el ruido producido por las aeronaves es quizás el factor más importante en la planificación de los usos del suelo que se encuentran en las cercanías de los aeropuertos.

2. LA NECESIDAD DE LA EVALUACIÓN SONORA DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA.

El Servicio de Medio Ambiente analizó la posibilidad de realizar un estudio de la situación sonora del aeropuerto de Zaragoza, aprobándose en los presupuestos de 1995 la partida presupuestaria 95-MAM 44412-62702 - SOFTWARE MEDICIÓN RUIDO DE AVIONES.

Durante este año, se intentó realizar un convenio de colaboración con el Danish Institute al objeto de que dicha Institución realizara el estudio de las isófonas sonoras procedentes de la actividad portuaria.

En 1996 se mantuvo dicha partida presupuestaria, siendo adjudicada mediante concurso público a la firma GARCÍA-BBM, el día 27 de diciembre de 1996 la realización de dicha asistencia técnica por un coste total de 2.842.000 ptas.

A partir de la firma del contrato y con la dirección y coordinación de la Unidad de Medio ambiente, se iniciaron los trabajos, así como una serie de reuniones con las autoridades aeroportuarias civiles y militares, en un clima de total colaboración y participación.

3. LA LEGISLACIÓN DE LAS AERONAVES.

Una de las grandes dificultades del estudio, era la elección del "Índice de Exposición" al Ruido de Aeronaves, al no existir legislación comunitaria en esta materia y existir una gran dispersión de metodologías en el método de cálculo.

La Directiva 92/14/CEE, que entró en vigor en abril de 1995, es la última de una serie de medidas legislativas iniciadas en 1979 (Directivas 80/51/CEE y 89/629/CEE) con el objetivo de limitar el ruido de los aviones. Estas directivas, al igual que lo que ocurre generalmente con la legislación del mismo tipo aplicada en otros "estados que aplican medidas restrictivas contra el ruido" (la mayoría de los países de Europa que no pertenecen a la U. E., Japón, Australia, Nueva Zelanda y EE.UU.), utilizan las normas de referencia especificadas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en el Anexo de Protección del medio ambiente (volumen del Anexo 16) del Convenio de Chicago, del que forman parte la mayoría de los países del mundo. Los valores límite para cada tipo de avión durante el despegue y el aterrizaje están especificados en términos de "nivel efectivo de ruido percibido" (EPNL) en dB (A), y dependen del peso y número de motores de los aviones. Los aviones de transporte a reacción más antiguos y ruidosos se denominan "sin certificado de ruido" (NNC), las características de la segunda generación de aviones se contemplan en el Capítulo 2 del Anexo 16 y los aviones más modernos y silenciosos cumplen las normas del Capítulo 3.

Los aviones subsónicos sin certificado de ruido (NNC) fueron prohibidos en los aeropuertos hace varios años y, de conformidad con el Capítulo 2 de la Directiva 92/14, los aviones de más de 25 años están prohibidos en los aeropuertos de la Comunidad Europea desde abril de 1995, a no ser que se trate de excepciones que fueron concedidas para evitar dificultades económicas desmesuradas, por ejemplo, para las compañías de transporte aéreo de países en vías de desarrollo. Los aviones del Capítulo 2 están siendo retirados de forma sistemática durante el período 1995 a 2002 y, a partir del 1 de abril de 2002, solo los aviones del Capítulo 3 podrán utilizar los aeropuertos comunitarios. Mientras tanto, diversos estamentos internacionales, como por ejemplo, el Comité sobre la protección del medio ambiente (CAEP) de la OACI y la Conferencia europea de aviación civil (CEAC) están considerando la posibilidad de aumentar las exigencias impuestas.

Los aviones de hoy, al igual que los automóviles, son mucho más silenciosos que los del mismo tamaño de hace veinte años. La zona alrededor de un aeropuerto expuesta al ruido de un avión moderno es nueve veces menor que la de un avión con tecnología de los años 70. En el segmento de los turbopropulsores, el ruido en esta zona se ha reducido 4,5 veces durante los últimos veinticinco años. En Europa el cambio a una flota totalmente compuesta de aviones pertenecientes al Capítulo 3 no ha dejado de avanzar, pero al mismo tiempo el tamaño de los aviones sigue aumentando. Estos progresos, junto con el gran crecimiento anterior y las previsiones futuras de desarrollo, pueden significar que de la eliminación progresiva de los aviones del Capítulo 2 solo se obtengan beneficios a corto y medio plazo, y que después del año 2002 las emisiones sonoras globales y, por tanto, la zona global de ruido no se atenga a los ambiciosos objetivos que fueron establecidos y que se esperaba que pudiesen ser cumplidos en esa fecha.

El V Programa de la Unión Europea "hacia el desarrollo sostenible", plantea una serie de actuaciones con el objeto de reducir las molestias por ruido, tales como:

- Medidas que incluyan en el comportamiento con respecto, por ejemplo, a los vehículos, procedimientos de vuelo, funcionamiento de fábricas durante la noche, etc.
- Medidas de Ordenación del Territorio e Infraestructuras como, por ejemplo, una división en zonas más adecuadas en torno a aeropuertos, áreas industriales...

En el Libro Verde de la Comisión Europea, Política Futura de lucha contra el Ruido (Bruselas 04,11,96), se manifiesta la voluntad de la Comisión por establecer unas normas de control y unos sistemas de evaluación para las aeronaves debidamente contrastados y únicos para toda Europa, comprometiéndose a ello en el menor plazo posible.

4. ELECCIÓN DE LOS DESCRIPTORES DEL RUIDO DE AVIONES.

En el caso de zonas cercanas a aeropuertos sobrevoladas con frecuencia por aeronaves, es normal que la comunidad responda no solamente al ruido producido por una operación (aterrizaje o despegue) sino que también acuse el número de operaciones en un determinado espacio de tiempo. Dado que no todas las aeronaves ni todas las operaciones producen el mismo nivel de ruido será necesario distinguir en la metodología descriptora esa combinación de ruido de aviones y número de ellos.

Por otra parte, para obtener una practicabilidad aceptable de la metodología será necesario concluirla con una escala numérica simple por la cual un valor numérico de ella pueda relacionarse directamente con la respuesta posible de la comunidad.

En la búsqueda de esta metodología y quizás influidos por las características subjetivas del ruido, los países occidentales han elaborado independientemente sus propios estudios llegando a definir una serie de índices que, posteriormente, han utilizado en sus esfuerzos de contrarrestar los efectos adversos del ruido en sus propias comunidades.

En este sentido, en la *Tabla 1*, se muestran algunos de los índices, desarrollados por diferentes países.

El índice NEF (Noise Exposure Forecast) ha sido utilizado con asiduidad en EE.UU., por lo que ha sido seleccionado de común acuerdo entre la consultora García-BBM y el Servicio de Medio Ambiente, como sistema más adecuado para el estudio del Aeropuerto de Zaragoza y su entorno.

El índice NEF clasifica las diferentes aeronaves en diversas categorías con similares características acústicas, definiéndose para cada una de ellas unas curvas EPNL en función de la distancia y para el aterrizaje y despegue.

El índice NEF para el tipo de aeronave *i* en la ruta *j* se define por:

$$NEF_{(ij)} = EPNL_{(ij)} + 10 \log [n_{(día)}(ij) + 16,67 n_{(noche)}(ij)] - 88$$

donde:

$NEF_{(ij)}$ = índice de Exposición al Ruido producido por la aeronave de la categoría (*i*) a lo largo de la ruta (*j*).

$EPNL_{(ij)}$ = nivel de ruido efectivo producido en un punto por la aeronave de la categoría (*i*) en la ruta (*j*).

$n_{(día)}(ij)$, $n_{(noche)}(ij)$ = número de operaciones realizadas durante el período diurno y nocturno respectivamente, por las aeronaves de la categoría (*i*) en la ruta (*j*).

88 = constante de normalización.

ÍNDICE	FORMULACIÓN	ORIGEN	UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
Composite Noise Rating (CNR)	$CNR = PNL \max + 10 \log N - 12$	EE.UU.	Abandonado	
Noise and Number Index (NNI)	$NNI = PNL \max + 15 \log N - 80$ <i>(N = número vuelos período diurno; 06.00-18.00 horas)</i>	Gran Bretaña	En USO. Índice oficial	No definidos para vuelos nocturnos. Recomendaciones Planificación Urbana. Utilizado también en Suiza.
Índice Isopsophique (N)	$N = PNL \max + 10 \log N - 30$ <i>(N=número vuelos período diurno: 06.00-22.00) Vuelos nocturnos N= PNL max + 6 log (3n₁+n₂)-1 (n₁=vuelos período 22.00-02.00) (n₂=vuelos período 02.00-06.00)</i>	Francia	En USO. Índice oficial	Recomendaciones Planificación Urbana.
Noise Exposure Forecast (NEF)	$NEF = EPNL + 10 \log (n_1 + 16,7 n_2) - 88$ <i>n₁ = vuelos diurnos; n₂ = vuelos nocturnos</i>	EE.UU.	En USO	Recomendaciones Planificación Urbana. Utilizado también en Canadá.
Dosis Total de Ruido (B)	$B = 20 \log \sum n_i 10^{L_i/15} - 157$ <i>i = n.º operaciones n_i = factor dependiente de la distribución de movimientos de aeronaves. Para el período 08.00-18.00 n = 1 para 23.00-06.00 n = 110 L_i = nivel máximo del sobrevuelo en dB(A)</i>	Holanda	En USO	
Q	$Q = 13,3 \log \sum g_i T_i / T \cdot 10^{L_i/13}$ <i>i = n.º de operaciones g_i = 1 para vuelos diurnos, 5 para vuelos nocturnos T_i = duración del sobrevuelo durante el cual el nivel sonoro está comprendido entre L_i y L_i-10 T = Duración del período diurno (06.00- 22.00) o nocturno (22.00-06.00) L_i = el nivel sonoro máximo en dB(A) de cada operación</i>	R. Federal	uso	Planificación

Tabla 1.: Índices clásicos de exposición al ruido de aeronaves.

La necesidad de obtener datos de calificación aeronáutica, incluyendo datos de los niveles de ruido, siguiendo las directrices de la F. A. A. americana por parte de todos los aviones antes de que obtuvieran el certificado de aeronavegabilidad, obligó a desarrollar un método de cálculo.

A partir de ahí se desarrolló en Estados Unidos una metodología conocida como INM (Integrated Noise Model), que actualmente lleva la versión 5.1.

Esta metodología ha sido ampliamente utilizada en muchos países por la facilidad de acceso a datos que de otra forma son difíciles de obtener, bien por parte de los fabricantes o de las propias autoridades aeronáuticas. El caso se hace más problemático cuando se trata de los aviones militares que teóricamente no pasan controles tan estrictos de aeronavegabilidad.

La utilización por parte de García-BBM de los distintos modelos a lo largo de los últimos años ha permitido afianzarse en la recomendación de utilizar como base de un modelo de cálculo y visualización la metodología del INM dado que sigue ofreciendo la posibilidad de cálculo de los distintos índices incluyendo el Leq y mantiene una base de datos muy amplia sobre la totalidad de las aeronaves comerciales y privadas existentes, así como una amplia base de datos de aviones militares. Por tanto, en el presente estudio se ha utilizado como base la versión última de este modelo.

5. EL MODELO INM VERSIÓN 5.1.

5.1. Descripción.

Este programa base, fue desarrollado por la Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy ((AEE-120) para evaluar el impacto sonoro en las proximidades de aeropuertos debido al tráfico aéreo del mismo.

La primera versión de este programa apareció en 1978 y desde entonces se viene utilizando por más de 700 organizaciones en más de 30 países en la planificación del uso del suelo en torno a los aeropuertos.

Este programa base en el utilizado en U. S. FAR Part 150 en planificación sonora de Aeropuertos y por el FAA Order 1050 para estudios de impactos medioambientales en los Estados Unidos. En su utilización en estos procedimientos el usuario obligatoriamente debe elegir los valores normalizados que aparecen en la base de datos de las aeronaves.

Uno de los factores que hacen del INM una pieza básica en cualquier estudio de impacto sonoro de un aeropuerto es la información que caracteriza cada una de las 216 aeronaves incluidas en su base de datos (en su mayoría provenientes de la homologación U. S. FAR Part 36).

El disponer de datos fiables del ruido generado por las diferentes aeronaves en los diferentes procesos de vuelo en las proximidades del aeropuerto es fundamental para obtener valores válidos del impacto sonoro que estas aeronaves ocasionan. Este hecho convierte al INM en un programa de casi obligada utilización.

5.2. Aplicación.

El campo de aplicación del INM cubre aquellos estudios en donde es necesario conocer los impactos sonoros creados por:

- - la construcción de nuevas pistas,
- - la modificación del tráfico aeroportuario,
- - la ubicación de un nuevo aeropuerto,
- - la ubicación de servicios en las cercanías de un aeropuerto,
- - la planificación del uso del suelo en las cercanías de un aeropuerto, etc.

Todas estas utilidades deben estar enfocadas a la planificación tanto del uso del suelo como del uso del aeropuerto.

La navegación aérea es posiblemente el medio de transporte que más estrictamente se ve controlado por normas de seguridad. Estas normas incluyen el uso de trayectorias establecidas y de procedimientos de vuelo perfectamente definidos. Esta rigidez permite la utilización de valores standard en las operaciones de vuelo de las aeronaves.

En las simulaciones de aeropuertos es indudable la necesidad de utilizar estos valores standard para definir las operaciones de las aeronaves. Estos valores, evidentemente, no siempre se cumplen al pie de la letra, ya que en función de la seguridad de los pasajeros y del tráfico de la zona pueden alterarse. En las aplicaciones del INM es recomendable utilizar como base las trayectorias y los procedimientos de vuelo standard siendo la validez de los resultados función de la desviación con respecto a estos valores standard.

Es posible modificar tanto trayectorias como procedimientos de vuelo, pero estas utilidades estarán más enfocadas a la consecución de un impacto sonoro mínimo una vez se haya constatado el impacto real de las operaciones standard. Ni que decir tiene que los valores standard son aquellos que permiten un mayor grado de seguridad, con lo que modificaciones de trayectorias y operaciones de vuelo no son simples de obtener.

5.3. Cálculo.

El INM utiliza un modelo de valor-promedio diseñado para estimar el efecto promedio en un gran período de tiempo (metodología de cálculo SAE -AIR -1845). El modelo que utiliza no es un modelo acústico detallado, la finalidad de INM no es conocer los niveles sonoros exactos que genera una determinada aeronave en un determinado vuelo, sino el estimar los niveles sonoros generados por una determinada hipótesis de tráfico en un aeropuerto. Este hecho implica la utilización de valores promedio, dejando de lado la utilización de parámetros físicos estrictos que aunque influyen en la propagación del ruido (perfiles de temperatura, gradientes de vientos, directividad de motores, etc.) lo hacen en un grado de precisión tal que aquí no es necesario.

5.4. Datos de entrada.

La información que se ha suministrado al programa hace referencia a la descripción del Aeropuerto incluyendo tanto pistas como emplazamiento, a la descripción de todas las trayectorias de vuelo, a la descripción de cada una de las aeronaves que realizan operaciones, descripción del número de operaciones idénticas realizadas por cada aeronave en cada trayectoria en diferentes períodos del día y, por último, la definición de la zona de estudio en las cercanías del aeropuerto.

5.5. Descripción del aeropuerto.

El INM es un programa desarrollado en su totalidad por la Federal Aviation Administration de Estados Unidos, es por ello que aunque es de fácil utilización en cualquier aeropuerto del mundo está optimizado para los norteamericanos, en donde solo es necesario seleccionar el aeropuerto en cuestión para tener toda la información necesaria.

En el caso de aeropuertos no norteamericanos, se debe introducir una serie de valores que definirán al aeropuerto. Estos valores definen el origen de coordenadas del estudio (a ser posible en la cabecera de una de las pistas), las coordenadas de cada una de las cabeceras de pista, la temperatura del período promedio a estudiar y la altura del aeropuerto.

5.6. Descripción de las trayectorias.

El INM necesita la descripción exacta en 3D de las trayectorias utilizadas en todas las operaciones de vuelo en un aeropuerto. A lo largo de las diferentes versiones se han ido implementando nuevas utilidades que han permitido facilitar al máximo la introducción de estas trayectorias. En la actualidad es posible incluso introducirlas a través de la información suministrada por radar.

En principio, la trayectoria 3D se define a partir de dos informaciones independientes entre sí. El usuario necesitará introducir la definición en planta (2D) de la trayectoria, y la tercera dimensión vendrá dada del perfil utilizado en cada operación por cada aeronave.

Aunque estos perfiles de operación pueden ser modificados, para estudios de impacto sonoro no es adecuado hacerlo ya que los perfiles que se indican para cada aeronave (incluidos en la base de datos de INM) son los valores más adecuados para ellas.

La descripción de la trayectoria en planta (2D) viene dada por una serie de segmentos rectos o circulares de determinadas características que, unidos a una cabecera de pista, definen por completo la trayectoria. Cada trayectoria deberá ir ligada a un determinado tipo de operación que podrá ser de despegue, aterrizaje, sobrevuelo.

5.7. Descripción de aeronaves y operaciones.

El INM permite definir acústicamente cualquier tipo de aeronave (incluso algo tan diferente como un helicóptero puede ser caracterizado con INM), pero esta acción raramente debe ser realizada debido al gran número de aeronaves incluidas en la base de datos (216 aeronaves).

Con tal de seleccionar el nombre de la aeronave esta quedará perfectamente definida para cualquier cálculo que se necesite realizar.

Además de las aeronaves que utilicen el aeropuerto, se debe detallar para cada una de estas aeronaves qué tipo de operación realiza, cuál es la trayectoria y cuántas veces, en los diferentes períodos del día, las desarrolla. Es por ello que para definir el tráfico del aeropuerto es necesario conocer:

- la aeronave,
- el tipo de operación (despegue, aterrizaje, sobrevuelo),
- la trayectoria de la operación,
- número de vuelos en los períodos día (D), atardecer (E) y noche (N).

El período D incluye aquellas operaciones entre 7:00 - 19:00 horas, el período E incluye aquellas operaciones realizadas entre 19:00 - 22:00 horas, mientras que el período N incluye las operaciones entre 22:00 - 7:00 horas.

5.8. Descripción de la zona del estudio.

La descripción de la zona de estudio donde se van a calcular los niveles sonoros generados por el funcionamiento del aeropuerto puede realizarse de forma independiente para cada una de las posibles modalidades de cálculo que presenta INM. Así se puede definir un rectángulo donde incluir los contornos de igual valor de parámetro; o un reticulado rectangular en cuyas intersecciones calcular los valores de los diferentes parámetros; o un nuevo reticulado

rectangular en cuyas intersecciones calcular los valores de los diferentes parámetros debidos a cada operación concreta.

Independientemente de estas modalidades de zona de estudio, es posible definir puntos concretos a los que se denomina Localizaciones. El usuario podrá conocer el valor concreto de un determinado parámetro en dichas localizaciones.

5.9. Parámetros.

El INM permite el cálculo de dos tipos de parámetros diferentes, los que presentan ponderación A y los parámetros percibidos corregidos por la presencia de tonos.

Dentro del grupo variables con ponderación A se incluyen:

DNL:	Nivel Promedio Día-Noche.
CNEL:	Nivel Equivalente de Ruido Comunitario.
LAEQ:	Nivel Sonoro Equivalente 24 horas.
LAEQD:	Nivel Sonoro Equivalente Día (7:00 - 22:00).
LAEQN:	Nivel Sonoro Equivalente Noche (22:00 - 7:00).
SEL:	Nivel de Exposición Sonora.
LAMAX:	Nivel Sonoro Máximo.
TALA:	Tiempo en que se ha superado un umbral..

Dentro del grupo de parámetros percibidos corregidos por presencia de tonos se incluyen:

NEF:	Noise Exposure Forecast.
WECPNL:	Nivel de Ruido Continuo Percibido Ponderado.
EPNL:	Nivel Sonoro Efectivo Percibido.
PNLTM:	Nivel PNLT Máximo.
TAPNL:	Tiempo en que el nivel PNLT ha superado un umbral.

El INM nos permite la posibilidad de definir un parámetro, pero este debe acogerse a los modelos establecidos, esto es, con ponderación A o corregido por la presencia de tonos. En estas definiciones sólo es posible modificar el valor de las constantes, pero no la forma de la ecuación que define el parámetro.

6. SIMULACIÓN DEL AEROPUERTO DE ZARAGOZA EN DOS HORIZONTES.

6.1. Descripción.

Se ha simulado el funcionamiento del Aeropuerto en cuatro configuraciones de uso diferente, dos de estas configuraciones corresponden al horizonte actual (1997) y las otras dos al horizonte 2007.

Se ha simulado tanto el funcionamiento civil como el militar en ambos horizontes. Los datos de ambos horizontes han sido facilitados por las autoridades civiles y militares del aeropuerto de Zaragoza.

La finalidad de esta simulación es la recopilación de datos acerca del impacto sonoro del generado por el normal funcionamiento del aeropuerto para establecer un plan de planificación del uso del suelo en sus proximidades tanto en la actualidad como en años venideros.

El área base del presente estudio es un rectángulo centrado en el aeropuerto de 20 km. de longitud y 10 km. de anchura.

6.1.1. Configuración del aeropuerto.

El Aeropuerto de Zaragoza simulado dispone de dos pistas, la 12R - 30L con una longitud de 3.718 metros destinada a despegues y la 12L - 30R de 3.000 metros destinada a aterrizajes.

6.1.2. Configuración de las trayectorias.

Se han considerado tres trayectorias de despegue desde la pista 12R - 30L y una única trayectoria de aterrizaje en la pista 12L - 30R conforme a la información presente en el AIP de España en su apartado de Zaragoza.

6.2. Hipótesis de tráfico civil y militar - horizonte actualidad.

6.2.1. Tráfico civil.

La hipótesis de tráfico de pasajeros contemplada en la actualidad engloba 15 vuelos de salida y 15 vuelos de llegada. De las 20 operaciones de carga 6 vuelos (3 salidas y 3 llegadas) se han asignado al período diurno y 14 vuelos (7 salidas y 7 llegadas) al período nocturno.

En las *Tablas 2 y 3* se detallan las operaciones de salida y llegada que se realizan en la actualidad, incluyendo horarios, número de vuelos y tipo de aeronaves.

Destino	Hora	Vuelos diarios	Aeronave
ZAR-BCN	14:50	1	ATP
ZAR-MAD	09:00	6/7	ATP
ZAR-MAD	12:10	1/7	ATP
ZAR-MAD	17:00	1	ATP
ZAR-MAD	22:45	6/7	ATP
ZAR-MÁLAGA	13:35	1/7	B-737
ZAR-PALMA DE MALLORCA	12:20	1/7	B-737

Destino	Hora	Vuelos diarios	Aeronave
ZAR-PALMA DE MALLORCA	22:45	1/7	ATP
ZAR-GRAN CANARIA	17:25	2/7	DC9
ZAR-JEREZ	17:25	1/7	DC9
ZAR-MAD	07:20	6/7	DC9
ZAR-MAD	21:20	6/7	DC9
ZAR-PARÍS	10:25	2/7	DC9
ZAR-PARÍS	16:40	1/7	DC9
ZAR-LONDRES	11:25	3/7	DC9
CARGA	---	2	METRO III
CARGA	---	4	F-50
CARGA	---	2	BAE 146
CARGA	---	2	727

Tabla 2.: Hipótesis de tráfico civil utilizada en situación actual (Listado de Salidas).

Destino	Hora	Vuelos	Aeronave
ZAR-BCN	16:40	1	ATP
ZAR-MAD	08:30	6/7	ATP
ZAR-MAD	14:20	1	ATP
ZAR-MAD	22:15	1	ATP
ZAR-MÁLAGA	12:45	1/7	B-737
ZAR-PALMA DE MALLORCA	11:35	1/7	B-737
ZAR-PALMA DE MALLORCA	11:40	1/7	ATP
ZAR-GRAN CANARIA	20:30	2/7	DC9
ZAR-JEREZ	20:30	1/7	DC9
ZAR-MAD	09:30	6/7	DC9
ZAR-MAD	19:30	6/7	DC9
ZAR-PARÍS	14:35	2/7	DC9
ZAR-LONDRES	16:20	3/7	DC9
CARGA	---	2	METRO III
CARGA	---	4	F-50
CARGA	---	2	BAE 146
CARGA	---	2	727

Tabla 3.: Hipótesis de tráfico civil utilizada en la actualidad (Listado de Llegadas).

6.2.2. Tráfico militar.

En cuanto a la hipótesis de tráfico militar se han definido dos regímenes diferentes de vuelo; en una primera hipótesis se han considerado 15 operaciones diarias (tanto de salida como de llegada). Salvo con la excepción de un vuelo, todas estas operaciones se realizan en período diurno.

En una segunda hipótesis se han considerado 30 operaciones diarias (tanto de salida como de llegada).

En ambas hipótesis se ha supuesto que el 80% de las operaciones corresponden a aeronaves tipo F-18, el 10% a Harrier y el 10% a F-5.

6.3. Hipótesis de tráfico. Horizonte 2007.

6.3.1. Tráfico civil.

Para el año 2007, la hipótesis de tráfico considerada, atendiendo a las previsiones de crecimiento indicadas por la Autoridad Responsable del Aeropuerto, es de 30 vuelos de salida y 30 de entrada para el tráfico civil de pasajeros y 40 operaciones de carga de las cuales 25 se realizarán durante el período nocturno y 15 durante el diurno.

6.3.2. Tráfico militar.

Para el tráfico militar se ha supuesto igualmente que en el año 2007 se realizarán el doble de operaciones que para el año 1997, esto es, 30 y 60 vuelos diarios para cada una de las hipótesis establecidas.

6.4. Hipótesis de tráfico utilizadas en el estudio.

En el estudio de Zaragoza se han utilizado 4 configuraciones diferentes (Tabla 4) que hacen referencia a dos horizontes diferentes. Considerando el interés de promocionar el aeropuerto de Zaragoza, se ha considerado el caso 4, resultando el mapa de isófonas adjunto.

Caso	Situación actual	Horizonte 2007
1	civil + 15 vuelos militares	---
2	civil + 30 vuelos militares	---
3	---	doble civil + 30 vuelos militares
4	---	doble civil + 60 vuelos militares

Tabla 4.: Hipótesis de cálculo utilizadas.

7. Conclusiones.

El objetivo final del estudio es definir la ordenación de los usos del suelo, en función del parámetro ruido, que permita el desarrollo de las actividades aeroportuarias y la calidad de vida de los vecinos de las edificaciones próximas a los vecinos.

En este sentido, y según lo anteriormente escrito, la propuesta se sustenta en los siguientes criterios:

- Elección del NEF como índice de exposición al ruido de aeronaves.
- Elección del modelo INM (5,1) para la evaluación del impacto sonoro en las proximidades del aeropuerto.
- Elección del supuesto n.º 4, de acuerdo con las previsiones realizadas por las autoridades civiles y militares para el año 2007, por ser la hipótesis más favorable en cuanto a desarrollo del aeropuerto y más desfavorable desde el punto de vista sonoro.

El estudio también ha contemplado un conjunto de mediciones de ruido producidos en las cercanías del aeropuerto, de acuerdo con los siguientes descriptores:

NED: Nivel sonoro continuo equivalente entre las 7:00 y las 22:00 horas.

NEN: Nivel sonoro continuo equivalente entre las 22:00 y las 7:00 horas.

LDN: Nivel sonoro corregido día.noche.

LEA 24: Nivel sonoro continuo equivalente durante todo el día.

LEQ: Nivel sonoro continuo equivalente durante el período de observación.

obteniéndose los siguientes resultados:

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
00:05	37,0	38,5	39,5	41,0	43,0	49,5	61,0	42,7
04:50	35,0	36,0	37,5	39,0	41,0	45,0	50,0	40,5
09:01	40,0	43,5	45,5	47,0	50,0	53,0	61,0	48,7
12:55	41,5	42,0	43,0	44,0	49,5	54,0	66,0	48,9
15:33	40,0	41,0	45,0	49,0	52,0	56,0	68,0	50,7
19:07	39,0	42,0	43,5	45,0	50,0	57,0	61,0	47,6

Tabla 5.: Posición nº 1. Urbanización La Floresta.

NED = 49,1 Ldn = 50,9

NEN = 42,6 Leq 24 = 47,4

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
00:27	36,0	40,0	42,5	45,5	60,0	63,5	72,5	56,7
05:09	36,0	37,5	40,0	43,5	52,0	55,5	67,0	51,9
09:19	38,0	40,0	43,5	47,0	60,0	63,5	73,5	59,3
12:55	37,0	39,5	40,5	51,0	60,5	62,5	71,0	57,0
15:50	38,0	39,0	43,0	47,5	53,0	57,0	68,5	51,6
19:23	40,0	41,5	45,5	50,0	55,0	63,0	71,5	53,7

Tabla 6.: Posición nº 2. Montecanal. Iglesia.

NED = 55,9 Ldn = 61,8

NEN = 54,9 Leq 24 = 55,3

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
00:50	33,5	34,0	35,5	36,0	40,0	42,0	53,0	39,5
05:30	33,0	34,0	35,0	37,0	39,5	41,0	47,0	38,0
09:35	39,0	40,0	43,5	47,0	50,0	56,0	59,5	46,6
13:10	35,0	35,5	36,5	39,5	50,5	53,5	62,5	47,4
16:17	36,0	37,0	38,5	40,0	47,0	51,0	59,0	46,4
19:41	35,0	37,0	40,0	42,5	45,5	52,0	63,0	44,6

Tabla 7.: Posición nº 3. Montecanal.

NED = 46,9 Ldn = 48,4

NEN = 38,8 Leq 24 = 45,0

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:17	37,0	39,0	43,0	47,0	53,0	59,0	63,5	49,7
05:55	36,0	37,0	39,0	42,0	47,0	51,0	55,5	45,6
09:57	43,0	47,0	51,0	56,0	63,0	68,0	73,5	59,7
13:30	43,0	43,5	44,0	45,0	52,0	56,5	70,0	50,3
16:39	41,0	45,5	48,0	51,0	60,0	64,0	71,5	58,7
20:09	42,0	45,0	47,0	50,0	58,0	61,0	60,5	56,8

Tabla 8.: Posición nº 4. El Plano.

NED = 57,5 Ldn = 57,7

NEN = 48,1 Leq 24 = 55,5

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:30	37,0	38,5	39,0	42,0	43,0	45,0	48,5	42,3
06:23	36,0	37,0	38,5	40,0	42,5	46,0	49,5	41,5
10:17*	39,0	41,0	43,5	47,0	52,0	60,0	69,5	51,2
13:45	39,5	40,0	41,0	43,5	52,0	56,5	66,0	50,4
17:05	38,5	39,0	42,0	43,5	48,0	51,0	60,5	47,9
20:27	40,0	41,0	43,0	45,5	50,0	51,5	58,5	49,1

Tabla 9.: Posición nº 5. Feria de Muestras.

NED = 49,8 Ldn = 50,8

* Avión militar

NEN = 41,9 Leq 24 = 47,9

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
02:17	32,0	33,0	34,5	37,0	39,0	40,0	43,5	38,0
07:20	33,0	35,0	37,0	39,0	40,0	43,0	47,5	39,6
10:43	33,0	35,0	37,0	40,0	46,0	58,0	72,5	59,6
14:05	32,0	33,0	34,5	35,0	44,5	56,0	79,5	58,0
17:49	35,0	37,0	38,5	40,0	50,0	60,0	78,5	53,2
21:17	34,0	35,0	39,5	40,0	45,0	48,0	53,0	44,6

Tabla 10.: Posición nº 6. Club de Golf.

NED = 56,4 Ldn = 54,5

NEN = 38,8 Leq 24 = 54,1

f	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
02:41	33,5	34,0	40,0	42,5	47,0	53,0	68,5	48,6
06:23	32,0	34,5	38,0	39,5	45,0	60,5	72,5	50,3
11:09*	36,0	38,0	41,5	53,0	57,0	61,0	73,5	55,7
14:20	36,5	39,0	41,5	47,0	60,5	61,5	73,5	52,0
18:07	34,0	36,0	39,5	43,5	60,0	67,0	74,5	58,8
21:32	36,0	37,5	40,0	45,5	58,0	62,0	70,5	57,7

Tabla 11.: Posición nº 7. Club Bohalar.

NED = 56,7 Ldn = 58,0

* Avión militar

NEN = 49,5 Leq 24 = 54,9

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
03:20	32,0	33,5	34,5	36,5	38,0	40,0	41,5	37,3
05:49	32,0	33,0	35,0	37,0	39,0	41,0	50,5	38,9
11:23*	35,0	36,0	37,5	45,0	57,0	62,0	70,5	53,5
14:30	33,5	34,0	36,0	38,5	40,0	41,5	47,5	39,3
18:22	33,5	34,0	36,0	38,5	40,0	41,5	47,5	39,3
21:59	34,0	36,0	37,0	39,5	40,0	43,5	47,5	39,6

Tabla 12.: Posición nº 8. Zona rural.

NED = 47,8 Ldn = 47,9

* Avión militar

NEN = 38,1 Leq 24 = 45,7

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:55	35,0	36,0	38,5	40,0	51,0	53,0	56,8	51,1
06:51	33,0	35,0	37,0	39,5	41,0	47,0	49,5	40,8
10:23	32,0	35,0	40,0	45,0	47,5	51,0	60,0	47,3
14:50	37,5	39,0	39,5	42,0	45,0	46,5	63,5	43,8
17:30	40,0	42,0	45,5	50,0	53,0	59,0	67,0	52,3
20:53	39,0	40,0	42,0	45,5	50,0	53,5	63,5	48,9

Tabla 13.: Posición nº 9. Gravera.

NED = 49,1 Ldn = 50,2

NEN = 41,4 Leq 24 = 47,2

HORA	L ₉₉	L ₉₅	L ₉₀	L ₅₀	L ₁₀	L ₅	L ₁	LEQ
01:45	34,0	35,5	37,0	39,5	41,0	43,0	45,5	38,3
06:08	34,0	35,0	38,0	41,0	43,0	45,0	50,0	41,9
11:19	35,0	36,0	38,0	40,0	43,0	56,0	68,0	47,7
15:00	35,5	36,0	37,0	39,5	47,0	52,0	65,5	46,8
18:03	40,0	41,0	43,5	50,0	55,0	57,0	60,0	50,6
21:07	39,0	40,0	43,5	41,0	46,0	57,0	63,0	45,7

Tabla 14.: Posición nº 10. Camino de la Viña.

NED = 48,1 Ldn = 49,2

NEN = 40,4 Leq 24 = 46,2

En la actualidad, no se dispone de legislación europea que indique cuales deben ser los límites de ruido ambiental que no deben superarse. En todo caso, parece que los criterios recomendados por la O. C. D. E. de no superar 65 dB(A) durante el período diurno y 55 dB(A) en el nocturno son objetivos deseables.

En las mediciones efectuadas se ha podido comprobar, en las ocho posiciones de medida, que dichos niveles no se han superado de acuerdo con los descriptores NED (Nivel Equivalente Diurno) y NEN (Nivel Equivalente Nocturno), no obstante, se registran eventos de superación durante la noche en la posición n.º 2.

Así pues, teniendo en cuenta los aspectos expuestos anteriormente, mediciones efectuadas y criterios de exposición de los indicadores al ruido de aeronaves NEF y los resultados del mapa de isófonas sonoras resultantes de la aplicación del modelo INM (5,1), se obtienen los siguientes resultados técnicos en cuanto a compatibilidad de los usos del suelo, aplicando criterios sonoros.

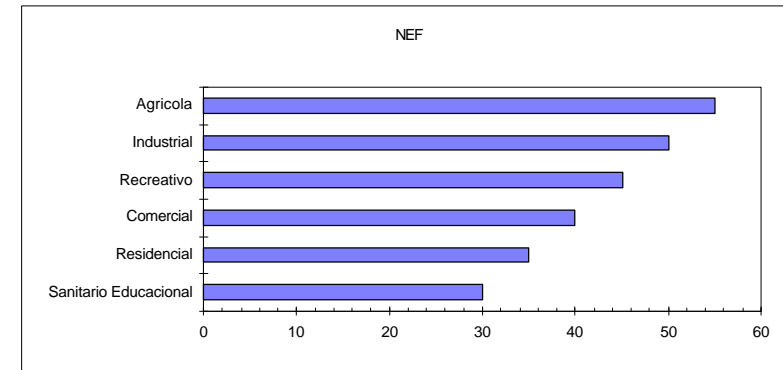
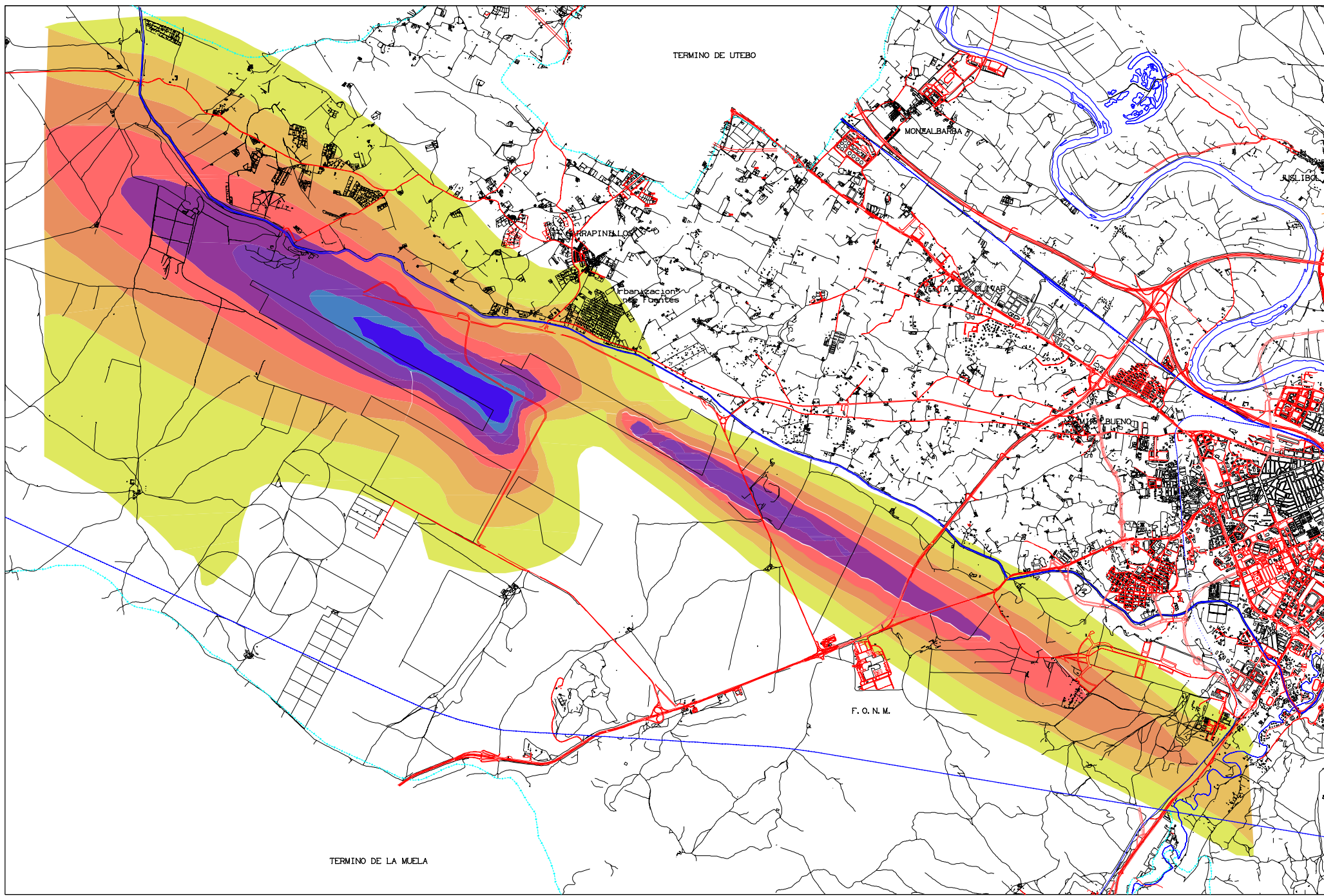










Figura 1.: Límites máximos de utilización del uso del suelo según el índice NEF.



PARÁMETROS NEF. HORIZONTE 2007

 NEF > 55.0	 40.0 < NEF < 45.0	 25.0 < NEF < 30.0
 50.0 < NEF < 55.0	 35.0 < NEF < 40.0	 20.0 < NEF < 25.0
 45.0 < NEF < 50.0	 30.0 < NEF < 35.0	