

El impacto de la contaminación acústica en los ámbitos periaeroportuarios: el caso de Madrid-Barajas

Francisco Javier ANTÓN BURGOS
Departamento Análisis Geográfico Regional y Geografía Física
Universidad Complutense de Madrid

INTRODUCCIÓN

El progresivo incremento de la actividad aeronáutica comercial ha significado un poderoso efecto no deseado, como es el aumento de los valores de ruido que se registran en los aeropuertos y en las áreas aledañas a los mismos. Particular interés tiene el caso del aeropuerto de Madrid-Barajas, no sólo por la evolución del ruido en su propio perímetro, sino también por las repercusiones que afectan a las comunidades vecinas, como consecuencia de la actual actividad aeroportuaria y en previsión de nuevos impactos sonoros, que devendrán como resultado de la futura ampliación de las actuales instalaciones en uso.

El notable incremento de la actividad aeroportuaria de Barajas desde los años setenta (Córdoba y Ordóñez, 1981) ha motivado que localidades y núcleos de hábitat vecinos vengan soportando un creciente impacto sonoro que es especialmente evidente en aquellos puntos sobre los cuales discurre algún pasillo aéreo o senda de aproximación-despegue de aeronaves. En los últimos años distintas autoridades locales se han posicionado públicamente en este sentido, denunciando la pasividad de la autoridades aeronáuticas al respecto. Ahora bien, cabe plantearse el estado de la cuestión en el momento presente, habida cuenta que en la actualidad fenómenos como la periurbani-

zación, la expansión de vectores conurbatorios y la proximidad, cuando no inmediatez, de ciertas localidades en relación al ámbito aeroportuario, han supuesto un estado de difícil resolución a efectos de aminorar dicho impacto en las zonas afectadas.

La intensificación del tráfico de aeronaves y pasaje en Barajas ha sido una constante en la siguiente década de los ochenta (Antón Burgos, 1990), y en los umbrales del año 2000 la tónica persiste con coeficientes al alza que permiten suponer que las actuales instalaciones quedarán obsoletas en un plazo relativamente breve, como resultado de la insuficiencia de la configuración de pistas y terminales con las que hoy se cuenta, habiéndose dado ya casos de congestión aeroportuaria especialmente ostensibles en los periodos de máxima actividad como el período estival y los ciclos vacacionales.

El planteamiento del Proyecto de Ampliación (AENA, 1994) presupone que dadas las presentes demandas aeroportuarias (Cuadro 1) y la prognosis de su tráfico de futuro a medio y corto plazo en los capítulos de aeronaves y pasaje-carga (Cuadro 2), se hace estrictamente necesaria la mejora de las instalaciones ahora empleadas y la construcción de un nuevo complejo aeroportuario acorde con los retos del transporte aéreo, que cubra al menos las necesidades operativas previstas hasta el primer tercio de la siguiente centuria. Tanto la opción de construir una o varias pistas nuevas, como la definición del futuro centro de carga aérea vinculado a una Zona de Actividad Logística o el perfil de las plataformas y terminales de actividad aeroportuaria, suponen en la práctica una optimización de la actividad económica en el sector aéreo y a su vez un fuerte aumento del ruido en la corona espacial circundante, que absorbería incluso a nuevas localidades y polígonos antes no afecta-

Cuadro 1
EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO AÉREO DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO
MADRID-BARAJAS EN EL PERÍODO 1940-1990

AÑO	PASAJEROS (en millones)	VARIACIÓN MEDIA ANUAL (%)
1940	0,029	—
1945	0,038	5,5
1950	0,249	45,6
1955	0,515	15,6
1960	0,906	11,9
1965	2,077	18,1
1970	4,518	16,8
1975	7,960	11,9
1980	10,167	5,1
1985	10,660	0,9
1990	16,067	8,5

Fuente: Avance del Plan Director del Sistema Aeroportuario de Madrid (1992).

Cuadro 2
PREVISIÓN DEL TRÁFICO ANUAL DE AERONAVES Y PASAJEROS
EN EL AEROPUERTO MADRID-BARAJAS PARA EL PERÍODO 1995-2030

AÑO	AERONAVES (en miles)			PASAJEROS (en millones)		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
1995	197	211	223	20,1	21,6	22,8
2000	227	254	288	24,5	27,5	31,1
2005	254	296	356	28,7	33,5	40,7
2010	280	333	420	33,0	39,8	50,7
2015	304	363	472	36,8	44,9	59,6
2020	323	386	516	39,6	49,3	67,1
2025	339	405	546	42,3	52,8	73,2
2030	350	418	568	44,3	55,3	77,2

Nota: a = bajo crecimiento, b = más probable, c = alto crecimiento.

Fuente: Avance del Plan Director del Sistema Aeroportuario de Madrid (1992).

dos directamente por la sendas sónicas de las aeronaves, al producirse una multiplicación de los despegues y aterrizajes.

El especial protagonismo que están teniendo tanto autoridades locales como agrupaciones vecinales en la vindicación de unas mejores condiciones sonoras en el entorno aeroportuario de Barajas, no hace más que poner de manifiesto el estado de preocupación de un colectivo demográfico sensible en extremo al tema de la contaminación ambiental por el ruido de las aeronaves, máxime cuando los valores de la misma presumiblemente se puedan incrementar sobre manera en un plazo inmediato en las áreas afectadas en la actualidad y luego a sectores periféricos con localidades que hasta este momento no han tenido ocasión de percibir tal impacto sonoro.

2. LA FÍSICA DEL RUIDO AEROPORTUARIO Y SU CUANTIFICACIÓN

La contaminación acústica en los ámbitos aeroportuarios presenta una peculiar problemática, mayor en lo que se refiere a la convención de los parámetros físicos en los que se sustenta y a los sistemas de medición-evaluación de rumorosidad, a partir de los cuales se puede establecer un análisis pormenorizado de los factores y pautas que inciden en su propagación espacial, así como las razones de su concentración en áreas muy precisas. De ahí que la valoración de las curvas «isofonas» adquiera una espacial connotación en lo que respecta a la difusión del ruido de aeronaves en los ámbitos periaeroportuarios. Conceptos físicos como el de sonoridad, presión sonora, ruido-

sidad percibida o nivel de ruido percibido son fundamentales para poder explicar las causas del impacto sonoro del tráfico de aeronaves, y las diferentes formas de percepción material de este hecho por parte de la población (Cuesta Álvarez, 1982), que difieren notablemente en función de su localización espacial respecto a las fuentes y «corredores de ruido», coincidentes a su vez con las instalaciones en tierra de los aeropuertos y la proyección sobre el terreno de los pasillos aéreos y de acceso a sus áreas terminales de aproximación.

El concepto básico a establecer es el de la sonoridad, como magnitud percibida de una fuente de sonido, cuya sensación sonora depende en gran medida de la intensidad, frecuencia y contenido espectral del mismo sonido, por lo que una primera aproximación simple puede efectuarse mediante un sonómetro, y de forma más detallada, a través del estudio de los tiempos de exposición a los niveles de presión sonora en cada banda de frecuencias, expresada en ciclos/segundo o en hertzios. La descripción de las repuestas tipo por parte del oído humano se establece apoyándose en curvas de compensación, que permiten expresar con un único guarismo la magnitud física del sonido y su grado de percepción, siendo la «curva estándar de ponderación A» la más utilizada junto al nivel de presión sonora (NPS), que corregido con dicha curva permite establecer el «nivel sonoro» expresado en decibelios [db (A)].

El nivel de presión sonora (NPS) es un verdadero referente en la percepción de la contaminación acústica, ya que es un indicador de las variaciones en la presión de un medio elástico como el aire, producidas por las ondas sonoras, caracterizándose dicho nivel por la amplitud de los cambios de presión, su frecuencia, la velocidad de propagación y sus variaciones en el tiempo. Es decir, hechos de la realidad del territorio y del espacio etéreo, determinan modificaciones sustanciales en la percepción del NPS, como pueden ser fachadas y dorsales orográficas del relieve, situaciones específicas de tiempo es un espacio concreto, presión atmosférica diferencial, frentes de cizalla, etc.

Por ello, la «sonoridad» puede considerarse como la impresión subjetiva de intensidad de un sonido, cuya unidad sería el «son», o sonoridad percibida por una persona al oír un tono de 1.000 hertzios a un nivel de presión sonora de 40 decibelios, en tanto que el «nivel de sonoridad» —un concepto más complejo que el anterior pero derivado del mismo, ya que en él se valora que unas frecuencias llegan a enmascarar a otras— se acota mediante el «fon» como unidad de medida comparada con un tono de referencia puro equivalente al «son». A partir de estas afirmaciones físicas se establece el nivel de ruidosidad percibida, que es el parámetro que en realidad permite cuantificar la sensación de rechazo al ruido, siendo su unidad de expresión el «noy», o sonido que se percibe con igual ruidosidad que otro cuyo ancho de banda es una octava centrada en 1.000 hertzios, con un nivel de presión sonora de 40

decibelios y una duración de 0,5 segundos. Dicho nivel se corrige por la presencia de tonos puros, y según su duración se obtiene lo que en la terminología anglosajona se conoce por *effective perceived noise level* (EPNL), que expresado en decibelios permite obtener una correlación entre ruido y molestia sonora (Fraas-Munley, 1989). En castellano tal nivel se traduce como nivel de ruido percibido (NRP), siendo ya una costumbre establecida por convención que las huellas sonoras captadas en términos de nivel de ruido percibido se representen en curvas de ruidosidad o «isofonas», expresadas en «noy» (AENA, 1994).

Las fuentes aeronáuticas oficiales españolas emplean este criterio para la representación gráfica de las isofonas, en las que queda reflejado el nivel de ruidosidad percibida como resultado del sobrevuelo de aeronaves. Y es precisamente aquí donde se encuentra uno de los principales escollos en la identificación de las verdaderas isofonas debidas al ruido producido por aeronaves: el nivel de ruidosidad percibido se obtiene con los valores de ruidosidad en «noy» en cada banda de frecuencia, requiriéndose para su cálculo el análisis de 24 bandas de tercio de octava cada medio segundo del ruido de sobrevuelo para cada uno de los intervalos, siendo necesarias luego las habituales correcciones formales, con las que se llega al nivel de ruido percibido, corregido ya por el tono y la duración, a través de la integración de la curva (NRP) tono/tiempo. Es decir, tan sólo con un sofisticado y costoso sistema de medición y una adecuada red de estaciones de medida en tierra puede llegar a precisarse con exactitud la disposición y alcance de las isofonas de cada aeropuerto en cada situación temporal. Es evidente que un equipo de estas características tan sólo está al alcance de las instancias oficiales, quedando a su discrecionalidad la difusión de los datos obtenidos, extremo que es puesto en tela de juicio por distintas autoridades locales de los municipios más afectados por este tipo de contaminación sonora.

Barajas forma parte de una reducida trilogía de aeropuertos españoles en los que se está introduciendo un sistema de monitorado de ruido (Madrid-Barajas, Barcelona-El Prat y Palma-Son Sant Joan), datando de 1983 la actual red de estaciones de medición de ruido que se sitúa alrededor del mayor aeropuerto madrileño. El tratamiento integral de los datos obtenidos con la red mencionada se realiza con el modelo matemático INM (Integrated Noise Model), que es habitualmente empleado por la Federal Aviation Administration norteamericana y que es tenido como referencia internacional a este respecto. La citada red cuenta con un sistema de monitorado de ruido que se basa en once terminales fijos con micrófono (Tres Cantos, Alcobendas, Arroyo de la Vega-Moraleja, Belvís, Algete-Fuente el Saz, Barajas Pueblo, Barajas Aeropuerto, Valdebebas, La Muñoza, San Fernando norte y San Fernando este) y otras cuatro con micrófono y sensor meteorológico (San Sebastián de los Reyes, Coslada, Mejorada y Ciudad Santo Domingo). Los índices de medida obtenidos difieren de acuerdo con la categoría acústica del aeropuerto, el número y tipo de operaciones aeronáuticas que registra y la distancia al observador, siendo el más frecuente de los índices de medida de ruido

de aeronaves el denominado NEF (Noise Exposure Forecast), que data de finales de los años sesenta y valora los niveles máximos, el número de sucesos y la hora del día en el que se producen, puesto que grava cada operación nocturna realizada de diez horas de la noche a las siete horas de la mañana.

El índice NEF para un tipo de avión determinado i en ruta j se define de la siguiente forma: $NEF (ij) = EPNL (ij) + 10 \log [(n \text{ día } (ij) + 16,7 n \text{ noche } (ij) - 88)]$, siendo $NEF (ij)$ el índice de exposición al ruido por aviones de categoría i a lo largo de la ruta j , $EPNL (ij)$ el nivel de ruido percibido en un punto por una aeronave de categoría i en ruta j , $n \text{ día } (ij)$ y $n \text{ noche } (ij)$ el número de operaciones durante el período diurno y nocturno para aviones de categoría i en ruta j , y 88 una constante de normalización. En consecuencia, el NEF total para un punto (NED) se obtiene sumando logarítmicamente los índices NEF (ij) parciales, resultando:

$$NED = 10 \log \sum_i \sum_j \text{antilog} \frac{NEF (ij)}{10}$$

Los valores de NED sirven para diferenciar las zonas de afección por causa del ruido de aeronaves, pudiendo su gradación ser presentada de acuerdo con la siguiente jerarquización, inspirada en las normas de la Federal Aviation Administration norteamericana:

<u>Índice de zonas</u>	<u>Efectos</u>
0 a 20 NEF	Ausencias de quejas.
20 a 25 NEF	Algunas quejas esporádicas.
25 a 30 NEF	Algunas quejas, el ruido interfiere alguna actividad.
30 a 35 NEF	Posibles quejas individualizadas.
35 a 40 NEF	Quejas seguras individualizadas y acciones comunitarias.
40 a 45 NEF	Inaceptable para la comunidad.

La inclusión o no de un punto de observación dentro de una zona concreta está condicionada, a su vez, por el fenómeno de la estacionalidad en el transporte aéreo (Antón Burgos, 1989), que determina valores de NEF contrastados según la época del año y el tipo de estacionalidad que caracteriza a cada aeropuerto, según sus propios ciclos de máximum de tráfico en cada temporada comercial y a largo del año.

3. EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y SUS REPERCUSIONES EN EL IMPACTO SONORO

Los supuestos contemplados en la ampliación del actual aeropuerto de Barajas permiten suponer una importante intensificación de las causas del

ruido aeronáutico por cuanto la previsión de vuelos arroja unos resultados concluyentes: desde 1992 hasta el horizonte del 2010 se superará el doble de las operaciones comerciales que ahora se registran.

La insuficiencia para la actual demanda de vuelos de la configuración de dos pistas cruzadas, la 1-19 y la 15-33, ha supuesto que AENA haya buscado distintas opciones que incrementen la operatividad del aeropuerto. Una vez desechada la opción inicial de situar tres pistas paralelas en orientación norte-sur, la propuesta presentada en el proyecto de construir una única nueva pista de configuración norte-sur unos cientos de metros más hacia el oeste de la actual pista 1-19, permite suponer que dada su posición latitudinal –casi la misma– no se abrirían nuevos pasillos acústicos, permaneciendo las dos presentes configuraciones norte y sur en los despegues y aterrizajes. No obstante, la intensificación del tráfico aéreo incrementará la ruidosidad en las sendas de planeo y decolaje, que desde hace tiempo se han evaluado a partir de los llamados «días tipo» en el caso de ambas hipótesis de trayectoria de despegue-aterrizaje, siendo mayoritaria la de la trayectoria norte en un 85 por 100 de los días del año, con el complemento de un 15 por 100 anual de los días coincidiendo con la trayectoria sur. El cálculo de las hipótesis de «días tipo» se refiere al número total de operaciones de despegue y aterrizaje efectuadas por cada cabecera de pista, valorando la emisión de ruido en cada tipo de aeronave según prescriben las normas aeroportuarias internacionales (OACI, 1981). Ahora bien, es preciso señalar la incidencia en el cálculo de los valores de ruidosidad de los diferentes tipos de avión utilizados, ya que existen notables diferencias según el tipo de motorización con la que cuentan; el anexo 16 sobre regulación del ruido de aeronaves comerciales de la OACI distingue dos grupos de aeronaves: aviones del tipo 2 (Stage, Chapter 2), que como los modelos McDonnell Douglas 8 o 9 y los Boeing 727 o 747 «Jumbo» cuentan con motorizaciones más antiguas con un mayor nivel de emisión de ruido, y aviones del tipo 3 (Stage, Chapter 3), que como los modelos McDonnell Douglas 11 u 82, Fokker 100, Airbus 300 o 320, y Boeing 737-757-767 van equipados con motores más modernos que producen un ruido algo más moderado. Como ejemplo ilustrativo cabe señalar que en 1992 la configuración norte de Barajas tuvo una media de más de 500 operaciones diarias, de las cuales el 60 por 100 aproximadamente correspondió a aviones del tipo 2 y el 40 por 100 restante a aviones del tipo 3. Las limitaciones legales al empleo de aeronaves del tipo 2 en los países desarrollados y la utilización cada vez más extendida de aviones de mayor eficiencia y menor ruidosidad, hacen augurar que al menos el aporte sonoro de los aviones más veteranos se irá reduciendo paulatinamente en Barajas, en tanto que la ruidosidad de las nuevas flotas tendrá una intensidad reducida en la medida de lo posible (Cuadro 3).

Pese a todo lo expuesto, los datos sonoros derivados del tráfico aéreo de 1992, han supuesto notables valores de ruido en el entorno periaeroportuario de Barajas. Los datos que se conocen del año 1992 en métrica LDN o ni-

Cuadro 3
PREVISIÓN DEL NÚMERO MEDIO DE AERONAVES QUE DIARIAMENTE
UTILIZARÁN EL AEROPUERTO DE BARAJAS, COMPARADA
CON EL TRÁFICO REGISTRADO EN EL AÑO 1992

AÑO	UNIDADES		TOTAL
	TIPO 2	TIPO 3	
1992	350	201	551
1997	130	540	671
2010	–	1.182	1.182

Fuente: Aeropuertos Nacionales y Navegación Aérea.

vel diario equivalente día-noche mediante variación en el LEQ (Nivel continuo equivalente ponderado A), que grava con 10 decibelios todos los valores comprendidos entre las diez de la noche y las siete de la mañana, suponen un destacado impacto para la población afectada (EPA, 1980). En la configuración norte figuran con 65 decibelios Mejorada y el borde septentrional del aeropuerto, y con 75 decibelios el eje Coslada-San Fernando, Barrio de la Estación y áreas próximas al corredor del Jarama, en tanto que en la configuración sur –noroeste sureste en realidad– las poblaciones situadas en el segmento meridional de Barajas pueden considerarse como muy afectadas, ya que tanto San Fernando de Henares, Mejorada y Barajas Pueblo reciben 70 o más decibelios de media durante todo el año, máxime si se tiene en cuenta que en el índice LDN a partir del nivel 60-65 decibelios [LDN (A)] existen molestias o afecciones importantes, se trataría en suma del denominado «umbral de afección» por ruido para el ser humano.

La evolución vectorial del ruido en el horizonte del año 2010, aun siguiendo la tónica descrita con anterioridad, puede verse modificada en parte: en el caso de cerrarse la actual pista 1-19 y ser sustituida por la nueva con la misma vergencia, Barajas Pueblo y Mejorada, tendrían un ligero descenso de la ruidosidad al encontrarse el umbral meridional de la cabecera de pista unos cuatro kilómetros más hacia el norte, y Belvis, Paracuellos, Algete, La Moraleja, Fuente del Fresno, Ciudadcampo, Ciudad Santo Domingo, San Sebastián de los Reyes y la zona del Portillo (puente sobre el Jarama en la carretera de Algete) verían incrementando su nivel sonoro; pero al mismo tiempo, por dicha razón, el ruido de las aeronaves sería incluso más severo en Coslada y San Fernando, ya que la pista 15-33 (noroeste-sudeste) podría recibir un número mayor de frecuencias de operación al no cruzarse ya con la otra pista citada.

De alguna manera las tres isofonas reseñadas en el Anexo 1, «Estudio sobre el ruido» del Proyecto de Ampliación de Barajas propuesto por AENA,

consideran los valores de entre 65 y 75 decibelios en métrica LDN la ruidosidad típica en el ámbito inmediato al aeropuerto, lo que presupone en la práctica la asunción por parte de la autoridad aeronáutica de unos niveles muy elevados de ruido por tránsito de aeronaves, que conllevan unos innegables efectos nocivos para la población del ámbito aeroportuario (Fig. 1).

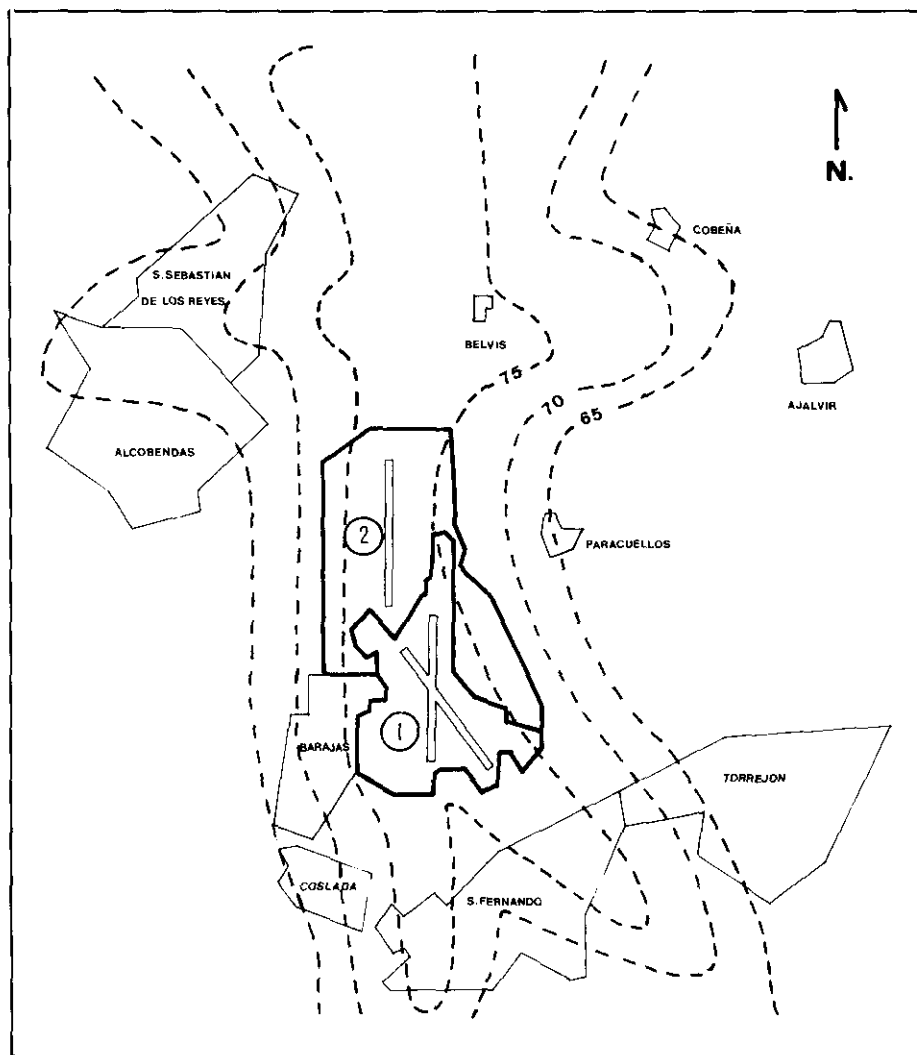


Figura 1.—Isfonas del entorno aeroportuario de Madrid-Barajas (decibelios en métrica LDN); 1. Aeropuerto actual, 2. Proyecto de ampliación.

4. PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTORAS

Las experiencias ocurridas en otros aeropuertos de similar problemática (Harol, 1980; Congleton, 1992) aconsejan barajar en primer término un conjunto de medidas alternativas de carácter técnico, cuyo principal objetivo sea aminorar el ruido de las aeronaves, y después, adoptar acciones en el orden legal para velar por un cumplimiento efectivo de las vigentes normas de prevención y control de ruido.

El propio anexo que estudia el capítulo del ruido señala la posibilidad de introducir supuestas mejoras en los procedimientos de regulación del tráfico aéreo, como modificar los puntos de giro de las aeronaves en la aproximación o despegue en dirección norte a lo largo del valle del Jarama, lo que acarrearía el traslado de los vectores de ruidosidad a un segmento del valle que iría desde Algete hasta Talamanca, pasando por Fuente el Saz y Valdetorres, ocasionando consecuentemente nuevos ámbitos poblacionales de afección. Otra de las actuaciones previstas en cuanto a la regulación del tráfico aéreo consistiría en introducir una ligera desviación hacia el este de los pasillos aéreos, entrando en interferencia con las operaciones del aeropuerto de Torrejón y añadiendo la incertidumbre de nuevos impactos acústicos en localidades que como Ajalvir y sobre todo Torrejón de Ardoz, presentan una especial sensibilidad hacia el sobrevuelo de aeronaves sobre sus espacios urbanos. La experiencia temporal de ambas medidas no parece ser que pueda aportar a la larga soluciones definitivas en este aspecto, ya que transferir los vectores de ruido a otras áreas periféricas, además de ocasionar nuevos ámbitos de afección produciría distintas acciones comunitarias en contra de dichas medidas.

Las paulatinas limitaciones y ulterior prohibición al tráfico de aviones del tipo 2 sí pueden interpretarse como una medida eficaz para aminorar el ruido; sin embargo, en tanto se obra la reducción de su presencia tal impacto sonoro seguirá siendo perceptible, ya que en el aeropuerto de Barajas operan muchas compañías que emplean aeronaves de esta categoría, destacando las de países subdesarrollados y las que utilizan aviones de fuselaje ancho, como el tradicional Boeing 747 «Jumbo» para vuelos transoceánicos.

La propuesta introducida por el organismo AENA en relación a las medidas correctoras del ruido, mediante la mejora de los equipos de navegación aérea que permitan virajes en aproximación, podría tener una especial trascendencia, pero en la actualidad su puesta en marcha estaría condicionada a los elevados presupuestos que requiere su implantación y a la proximidad de numerosas localidades. La impresión que se obtiene al analizar el capítulo dedicado a este fin en el Proyecto, más parece una enumeración de las normas nomotéticas seguidas en la gestión futura del sistema de monitorado de ruido que una verdadera propuesta de análisis de quejas por parte de las comunidades afectadas y de la Administración Aeronáutica. Se advierte, en

consecuencia, que la eficacia de éste sistema de control se encuentra en una fase previa de madurez aún no demostrada.

Por último, las medidas de actuación sobre el receptor localizables en superficie como barreras artificiales, pantallas antiruido, mejora en el aislamiento de edificaciones, etc., pueden ser calificadas de escasa utilidad puesto que el ruido se difunde casi en ángulo vertical respecto al sentido de la propagación, todo ello sin valorar los costes económicos que dichas medidas supondrían. En este sentido, va cobrando cuerpo en los últimos años dentro de los teóricos del transporte, la idea de introducir tasas compensatorias a los agentes responsables de la contaminación sonora (Rietveld-Van Wissen, 1991), como fórmula disuasoria en lo relativo a la correcta aplicación de los procedimientos oficiales de navegación aérea por parte de las compañías, en tanto que en los casos en los que la aminoración del ruido tuviese un nivel mínimo no rebajable por causas técnicas, compensar económicamente a la comunidad afectada para que ésta pueda organizar planes sanitarios de control o mejorar el aislamiento acústico de los edificios. En el caso de Barajas, una tasa disuasoria en caso de infracción podría ser muy útil como medida preventiva, pero carecería de una especial validez si no se articulan mejoras sustanciales en los procedimientos de aproximación y despegue.

5. CONCLUSIONES

Las perspectivas de evolución de la contaminación acústica en el entorno del aeropuerto de Barajas no permiten augurar una mejora sustancial en los próximos años. Muy al contrario, cabe esperar que con la intensificación de las operaciones de vuelo después del umbral de la liberalización aérea en 1997, se agudicen los efectos del ruido generado por el paso de aeronaves. No obstante, el balance que se establece entre los efectos de las distintas propuestas de medidas correctoras y el cuadro evolutivo previsto para el tráfico aéreo en Barajas, podría resultar más favorable respecto a la minoración del ruido en su ámbito periaeroportuario si se lleva a cabo un control efectivo de los correctos procedimientos de navegación aérea, en paralelo a la difusión de las virtualidades del sistema de monitorado de ruido del que se dispone en la actualidad, cara a conseguir una más óptima relación entre las comunidades afectadas y un necesario sistema de transporte que tiende a incrementar sus actividades. En síntesis, se trata de una relación interactuante que con las coordenadas presentes tan sólo permite mejoras específicas parciales, pero no soluciones de conjunto, por lo que sería deseable la puesta en práctica de comités de gestión y consulta en los que estén representados las autoridades aeronáuticas, representantes sectoriales de la industria aérea, autoridades locales y demás agrupaciones sociales, en semejanza con otros modelos de gestión aeronáutica existentes en aeropuertos más evolucionados.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLENDE, J. (1973): Conflicto urbano y regional en la ubicación de grandes obras de infraestructura: el caso del aeropuerto de Bilbao, I Reunión de Estudios Regionales I.ER.4.7, Barcelona, Asociación Española de Ciencia Regional.
- ASHFORD, N., y WRIGHT, P. (1984): *Airport engineering*, Nueva York, Wiley.
- (1987): *Aeropuertos*, Madrid, Paraninfo.
- AEROPUERTOS ESPAÑOLES Y NAVEGACION AÉREA (1992): *Plan Barajas* (varios números), Madrid, AENA.
- (1994): *Proyecto de Ampliación del aeropuerto de Madrid-Barajas y Estudio de impacto ambiental*, Madrid, AENA.
- ANTÓN BURGOS, F. J. (1989): «La evaluación del factor estacionalidad en el transporte aéreo de pasajeros: el caso español», *Norba, Revista de Geografía*, 8-9, 611-621.
- (1990): *La organización del transporte aéreo en España: tráfico interior de pasajeros*, Madrid, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid.
- BUTTON, K. J. (1993): «Transport, the environment and economic policy», Aldershot, Edward Elgar Ed.
- COMMON, M. S. (1989): *The choice of pollution control instruments: Why is so little notice taken of economists recommendation?*, *Environmental and Planning*, 21A, pp. 1297- 1314.
- CONGLETON, R. D. (1992): «Political institutions and pollution control», *Review of Economics and Statistics*, 74, pp. 412-421.
- COORDINADORA CONTRA LA AMPLIACIÓN DEL NUEVO AEROPUERTO DE MADRID-BARAJAS (1992): *Los vecinos contra el «nuevo» aeropuerto de Barajas*, Madrid, CCANAB.
- CÓRDOBA y ORDÓÑEZ, J. (1981): *El aeropuerto de Madrid-Barajas. Estudio geográfico*, Madrid, Editorial de la Universidad Complutense.
- CUESTA ÁLVAREZ, M. (1982): *Ruido y estampido sónico*, Madrid, Paraninfo.
- ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (1980): *The LDN index*, Washington, US. EPA.
- FRAAS, A. G., y MUNLEY, V. G. (1989): «Economic objectives with a bureaucratic decision process: Setting pollution control requirements under the Clean Air Act», *Journal of Environmental Economics and Management*, 17, pp. 33-53.
- GARCÍA SENCHERNES, A. (1984): *Contaminación por ruido y vibraciones. Curso sobre evaluación de impacto ambiental*, Dirección General del Medio Ambiente, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- HAROL, W., *et al.* (1980): *Noise control for engines*, Nueva York, Michigan Technological University.
- HIMANEN, V.; NIJKAMP, P., y PADJEN, J. (1992): *Environmental quality and transport policy in Europe*, *Transportation Research*, 26A, 147-157.
- MARQUINA SÁNCHEZ, L. (1978): «Ruido en aeropuertos, su medida y afectación a las comunidades vecinas», *Ingeniería Aeronáutica y Astronáutica*, núm. 1978.
- ORGANIZACIÓN DE LA AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (1981): Anexo núm. 16, *Regulación sobre el ruido en aviones comerciales*, Montreal, OACI.
- OWEN, W. (1987): *Transportation and world development*, Londres, Hutchinson.
- RIETVELD, P. (1992): *Transport policies and the environment: A public choice perspective*, Lyon, 4th World Conference on Transport Research.
- RIETVELD, P., y VAN WISSEN, L. (1991): «Transport policies and the environment: Regulation and taxation», en *Environmental protection: Public or private choice*, Dordrecht, Kraan y Veld Eds.