

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN SISTEMAS AEROPORTUARIOS Y SU IMPACTO EN LA PLANIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO

Juan Ignacio D'lorio^a, Matías Chapela^a, Alejandro Puebla^a y Alejandro Di Bernardi^a
^aGrupo de Transporte Aéreo (GTA), Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de La Plata
Calle 116 s/n e 47 y 48, (1900) La Plata, Argentina
Email: juanignacio.diorio@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos del análisis de ruido derivado de las operaciones llevadas a cabo en un aeropuerto testigo y la afectación a la población en su entorno.

El estudio efectuado se encuentra en columnado con los objetivos del comité de protección ambiental aeronáutica (CAEP) conformado por la Organización de aviación civil internacional (OACI), particularmente con los del Grupo de Trabajo 1 (WG1) que se centra en cuestiones técnicas del ruido de las aeronaves. También se consideran las iniciativas propuestas por las principales entidades y autoridades aeronáuticas sobre el desarrollo de aeropuertos ecológicamente sustentables (denominados como "Green Airports").

Los análisis fueron realizados mediante software específico (INM). Se plantearon distintos escenarios operacionales de un aeropuerto, para luego proceder a su simulación. De esta manera, se obtienen las curvas de ruido, permitiendo analizar su aporte dentro del predio aeroportuario y su entorno.

Posteriormente se contrastan dichos resultados con los radios censales del entorno que circunda al aeropuerto para poder conocer las zonas más afectadas por las operaciones aeroportuarias, y la cantidad de población que se ve perjudicada por las mismas, según indicadores operacionales específicos.

ABSTRACT

Noise analysis in an existing airport has been made in order to quantify affected population in its surroundings.

This work is in accordance with the objectives of the Committee of Aviation Environmental Protection (CAEP) created by the International Civil Aviation Organization (ICAO), particularly the Working Group 1 (WG1) which focuses on noise issues. It also considers the initiatives proposed by the main entities and aviation authorities on environmentally sustainable airport development (referred to as "Green Airports").

These analyzes were made using specific computer software. Different operational scenarios were analyzed and simulated. Using this method maps and quantification of noise was obtained.

These results were contrasted with census radios of the surroundings of the airport, in order to know affected population and areas.

Palabras clave: aeropuerto, ruido, población, planificación.

D'Iorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo

INTRODUCCIÓN

La contaminación acústica derivada de la operación de aeronaves es una temática de particular interés, sobre todo en aquellos aeropuertos que se encuentran en entornos urbanos complejos. Si bien se han realizado esfuerzos sistemáticos por parte de la industria aeronáutica para reducir los valores de ruido generado, es de suma utilidad disponer de análisis de los entornos aeroportuarios para detectar zonas de afectación, proponer soluciones e implementarlas.

Existen diferentes formas de afrontar la problemática del ruido de las aeronaves: desde la fuente, mediante el manejo y la planificación de los usos del suelo, mediante procedimientos operacionales, y restricciones operativas.

Desde prácticamente los inicios de la actividad comercial, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha tratado la reducción del ruido desde el punto de vista de las fuentes que lo generan. En ese sentido, las aeronaves que pretenden ser certificadas deben cumplir con los requisitos establecidos en el Anexo 16 – Protección del Medio Ambiente, Volumen I – Ruido de las Aeronaves [4], siempre que el Estado fabricante sea miembro. También existen requerimientos por parte de los organismos reguladores de la aviación civil de cada Estado. A través del tiempo, los niveles de ruido admitidos para la certificación han sido cada vez más restrictivos. OACI, a través del CAEP (Comitee on Aviation Environmental Protection), se encuentra en constante proceso de revisión de los requerimientos y métricas para la certificación de las nuevas aeronaves.

La planificación de los usos del suelo es una forma efectiva de asegurar que la actividad aérea será compatible con el entorno. El principal objetivo de la misma es evitar la afectación sobre la población, sobre todo a zonas extremadamente sensibles (escuelas, hospitales, etc.). También sirve como complemento de las mejoras obtenidas en la reducción del ruido desde la fuente, ya que el mismo no puede evitarse por completo, y sin una planificación adecuada, es decir permitiendo el crecimiento urbano en los entornos aeroportuarios, siempre habrá afectación directa a la población.

Adicionalmente, pueden realizarse procedimientos operacionales específicos con el fin de reducir el ruido derivado de las operaciones. Existen varios métodos que pueden ser utilizados, y a grandes rasgos pueden dividirse en: selección de rutas y pistas preferentes, procedimientos para el aterrizaje, aproximación y aterrizaje. El diseño de los mismos dependerá principalmente de la disposición física del aeropuerto y su entorno, así como también de la gestión del espacio aéreo, ayudas a la navegación, entre otros considerandos.

El último, y más drástico, método para el tratamiento del ruido es la restricción operativa, es decir, la prohibición de la operación de ciertas aeronaves. La aplicación de este método puede tener consecuencias económicas y políticas considerables, ya que implica una modificación de flota. De cualquier manera, las restricciones operativas son debatidas en el ámbito de la OACI entre los Estados miembros para llegar a un acuerdo.

Conociendo que las proyecciones indican que la actividad aeroportuaria se incrementará significativamente en los próximos años (de 2,4 mil millones en 2010 a 16 mil millones en 2050), es importante estudiar la problemática y buscar reducir los impactos que la actividad genera.

El objetivo de este trabajo es analizar, en un aeropuerto testigo, como es afectada la población por el ruido generado de las operaciones en el mismo.

METODOLOGÍA

En primer lugar se seleccionó el aeropuerto de estudio; en este caso fue el Aeroparque “Jorge Newbery”, ubicado en la ciudad de Buenos Aires, por ser el aeropuerto con mayor cantidad de operaciones anuales y por su emplazamiento en una zona urbana.

D'Iorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo



Figura 1. Vista esquemática y general del aeropuerto.

- Estrategia de uso de pistas y escenarios operativos.

Si bien los escenarios son diversos en función de la estrategia operativa de las pistas, de las condiciones meteorológicas y el uso del espacio aéreo, se asumieron como hipótesis dos escenarios: todas las operaciones por la pista 13 en un caso, y todas por la pista 31 en el otro. En ambos casos, la aproximación se asume como un tramo recto (en planta) de 10 millas náuticas, medido hasta que la aeronave toca la pista, y el ascenso de igual forma, midiéndose desde que la aeronave rota.

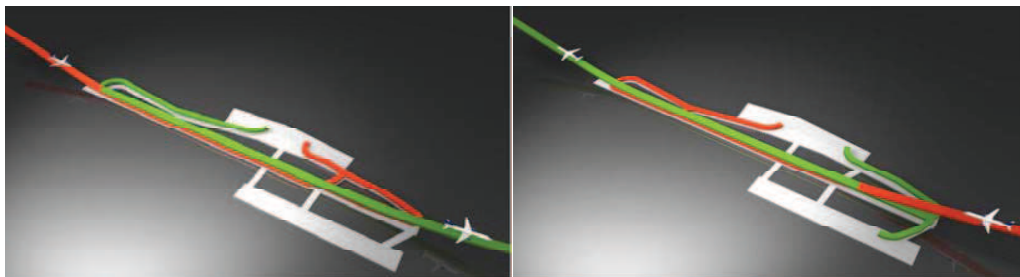


Figura 2. Escenarios de aterrizajes y despegues (Pista 13 y 31 respectivamente).

- Flotas y plantas de poder.

La flota utilizada para el análisis se corresponde con la actualizada al mes de mayo de 2013, con una distribución tipo diaria. Cabe aclarar que no se tuvieron en cuenta aeronaves de aviación general para este trabajo. A continuación se presenta una tabla con la mezcla de aeronaves, la motorización considerada y los valores de arribos y partidas, discretizados en función de la banda horaria.

Tabla 1. Mezcla de tráfico analizada.

Aeronave	Motorización	Arribos			Partidas		
		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
A320-200	IAE V2527-A5	20	7	5	23	7	5
ATR 72	PW 119C	1	0	0	1	0	0
B737-500	CFM56-7B-24	18	4	9	18	7	4
B737-700/800	CFM56-7B-26	3	1	0	3	0	1

D'lorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo

Aeronave	Motorización	Arribos			Partidas		
		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
CRJ900	CF34-8C5	8	4	0	8	4	0
E190	IAE V2522-A5	31	10	8	39	4	4
MD82/83/87	JT8D-219	0	1	0	0	1	0
S340	CT7-9B	0	1	1	1	0	0
Totales		81	28	23	93	23	14
		TOTAL ARRIBOS		132	TOTAL PARTIDAS		130

- Software de referencia – Proceso de calculo

Las huellas de ruido fueron obtenidas mediante el uso del Integrated Noise Model 7.0d, utilizando la métrica especificada por la Federal Aviation Administration en su regulación, FAR Parte 150 (Airport Noise Compatibility Planning). Esta métrica es la DNL (o Ldn): nivel de ruido promedio día-noche anual. La regulación citada indica que para la certificación de un aeropuerto es requerida una huella anual promedio; para evitar realizar 365 casos y promediarlos, el software mencionado utiliza el concepto de “día promedio anual”, que representa un día tipo con respecto al ruido; este método está avalado dentro de la misma normativa (150 Sec. A150.103 (b)).

La métrica mencionada fue desarrollada para obtener valores de medición de exposición al ruido de la población a largo plazo. Se realiza una integración del ruido acumulado durante todo el día, dividiendo el mismo en tres períodos: día (07:00 a 19:00), tarde (19:00 a 22:00) y noche (22:00 a 07:00), y aplicando una corrección de 10 dB a aquellas operaciones realizadas en este último período. Esta adición se realiza debido a que la población es más sensible en esa banda horaria por causa de la disminución del ruido ambiental.

Utilizando entonces los datos de tráfico de la Tabla 1, se obtuvieron las curvas de nivel de ruido acumulado, discretizadas cada 5 dB.

- Hipotesis de trabajo

Las siguientes hipótesis de trabajo fueron adoptadas para las simulaciones:

- Utilización de la métrica de ruido DNL.
- Utilización de los valores de temperatura y presión de atmósfera estándar, es decir 15 °C y 1 atm (1013,2 hPa).
- Viento de proa de 8 nudos. Este valor es estándar para el cálculo de los coeficientes utilizados por el algoritmo del software.
- No se contemplaron las operaciones de aviación general o vuelos de tipo no regular.
- Estimación de la población afectada

A continuación se detalla el proceso para el cálculo de la población afectada, teniendo en cuenta los siguientes pasos lógicos:

- **Huellas de ruido:** como primer paso se obtuvieron las huellas de ruido.
- **Radios censales:** Para la estimación de la población afectada se utilizaron los radios censales obtenidos del año 2001, ya que fue el dato más reciente disponible al momento del desarrollo de este documento. Estos radios varían con cada censo en función del crecimiento de la población; por este motivo, dependiendo de la ciudad a la que

D'Iorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo

pertenecen, se van modificando, o sea, no son de tamaño homogéneo, ya que el dato de importancia es la cantidad de viviendas que se encuentran dentro y no el área que comprenden los mismos. Al disponerse del crecimiento poblacional por partido del censo 2010, se realizó un ajuste de los radios censales, adoptando como hipótesis un crecimiento homogéneo en cada uno de ellos.

- **Radios censales y curvas de ruido:** se seleccionaron los radios censales afectados por las curvas de ruido en el entorno aeroportuario.
- **Tipo de ejido según uso:** se clasificaron los radios censales en función de su uso: urbano, rural y mixto.
- **Concentración de la población:** en los casos de radios censales mixtos, se identificaron los sectores con concentración de población para designar subsectores.
- **Radios equivalentes:** como resultado se obtuvieron los radios afectados por las curvas de ruido, identificando dentro de los mismos los focos de población.
- **Densidad de los radios censales afectados:** dentro de los radios se identifican diferentes densidades de población. Para definir los intervalos se utilizó el método “*natural breaks*”, que identifica los puntos de corte entre clases mediante el algoritmo de optimización de Jenks. Este consiste en la minimización de la suma de la varianza intraclase para obtener la máxima homogeneización (mínima dispersión) dentro de cada intervalo y la máxima dispersión entre los mismos. Los límites entre clases se establecen donde hay un salto relativamente importante entre valores. El algoritmo procede comparando iterativamente las sumas de las diferencias al cuadrado entre valores observados dentro de cada clase y las medias de las mismas. La mejor clasificación se considera cuando se encuentran aquellos umbrales que minimizan la suma intraclase de diferencias al cuadrado.
- **Cantidad de población afectada:** finalmente se obtienen los valores de población afectada para los diferentes niveles de ruido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan las huellas de ruido obtenidas para los dos escenarios operativos seleccionados:

D'Iorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo

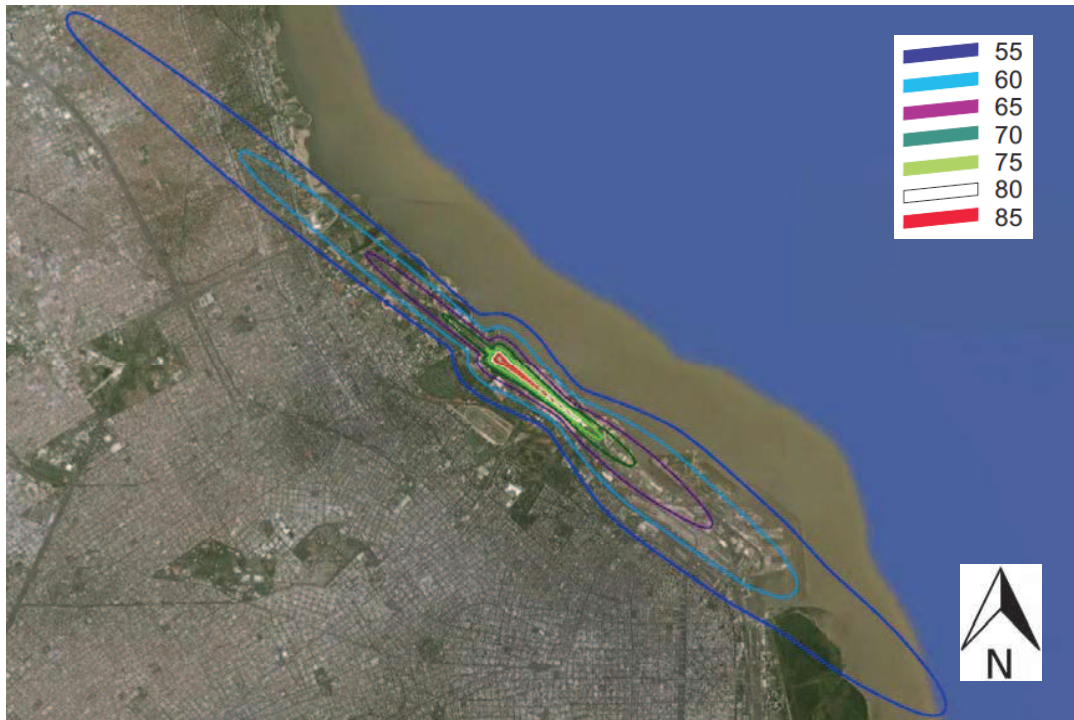


Figura 3. Huellas de ruido derivadas de las operaciones por pista 13 (dB).

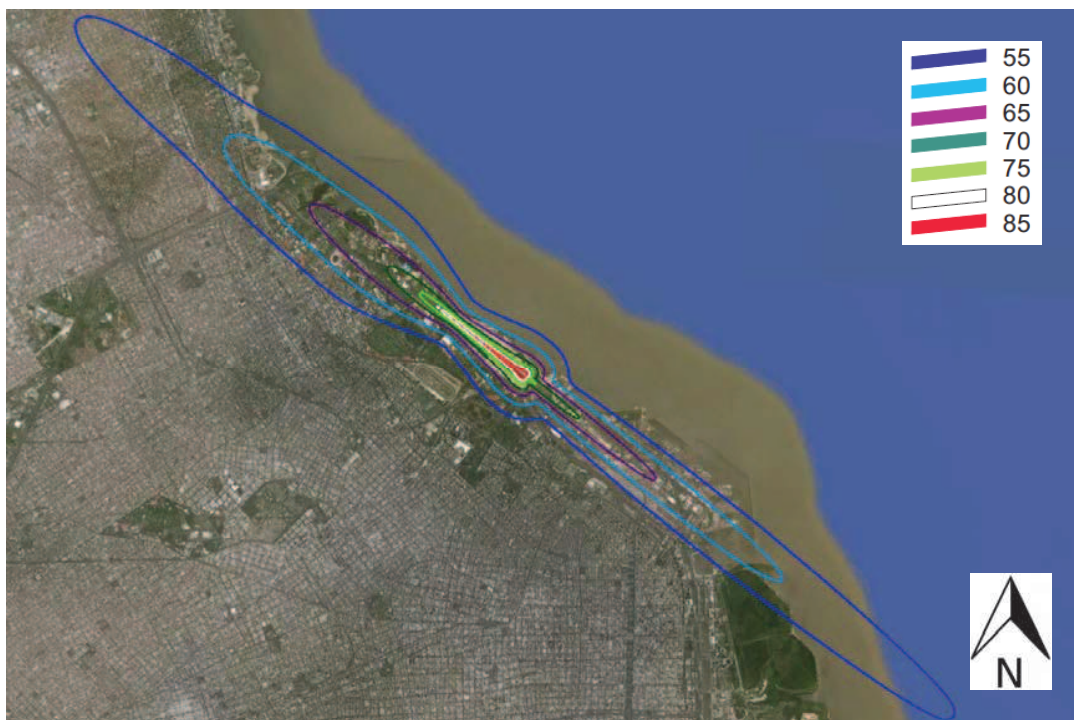


Figura 4. Huellas de ruido derivadas de las operaciones por pista 31 (dB).

Incluyendo los radios censales, según la metodología planteada anteriormente, pueden observarse las zonas de población afectada:

D'lorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo

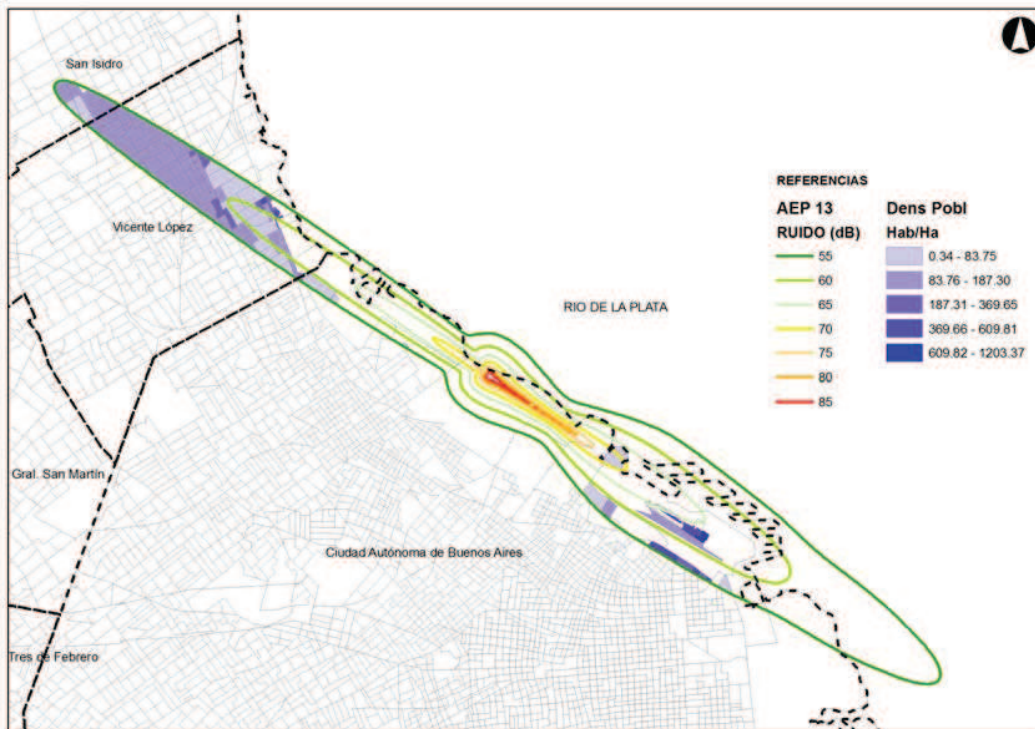


Figura 5. Población afectada por el ruido, pista 13.

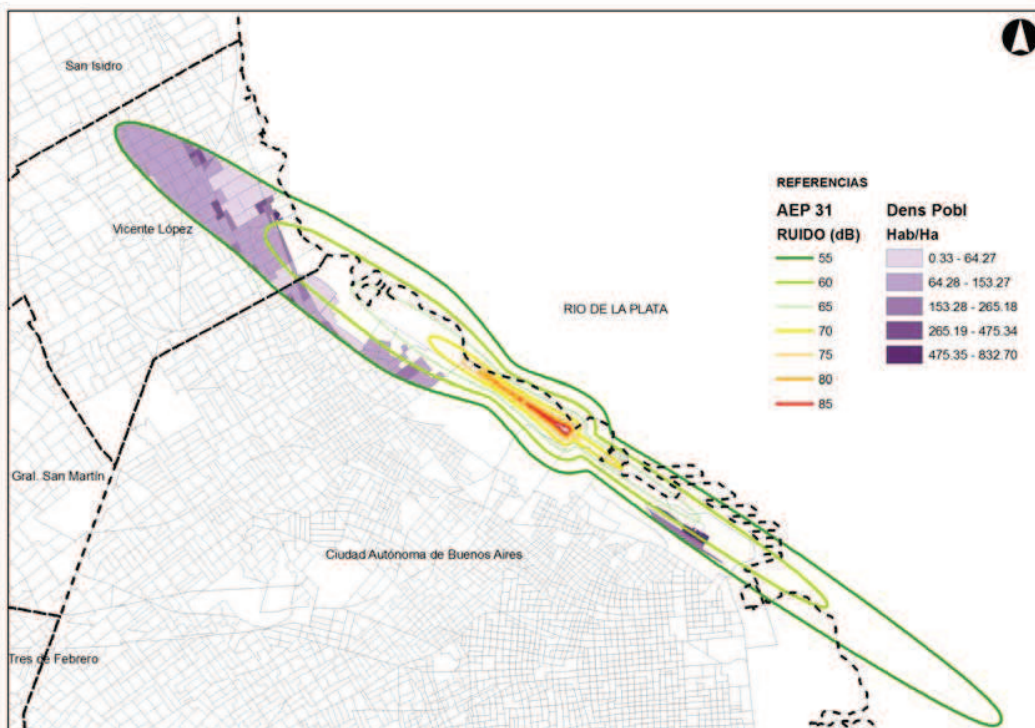


Figura 6. Población afectada por el ruido, pista 31.

D'Iorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo

Tabla 2. Población afectada, pista 13.

POBLACIÓN AFECTADA POR EL RUIDO, OPERACIONES POR PISTA 13			
Ruido (dB)	Partido	Población afectada	Área afectada (m²)
55	Ciudad de Buenos Aires	9.650	682.560
	San Isidro	5.230	608.400
	Vicente Lopez	43.460	3.956.640
	Subtotal	58.340	5.247.600
60	Ciudad de Buenos Aires	12.700	376.460
	Vicente Lopez	4.600	517.440
	Subtotal	17.300	893.900
65	Ciudad de Buenos Aires	440	72.400
	Subtotal	440	72.400
70	Ciudad de Buenos Aires	-	97.680
	Subtotal	-	97.680
	TOTAL	76.080	6.311.580

Tabla 3. Población afectada, pista 31.

POBLACIÓN AFECTADA POR EL RUIDO, OPERACIONES POR PISTA 31			
Ruido (dB)	Partido	Población afectada	Área afectada (m²)
55	Ciudad de Buenos Aires	19.400	1.474.875
	Vicente Lopez	51.250	4.970.300
	Subtotal	70.650	6.445.175
60	Ciudad de Buenos Aires	6.550	474.550
	Vicente Lopez	3.000	282.300
	Subtotal	9.550	756.850
65	Ciudad de Buenos Aires	-	65.680
	Subtotal	-	65.680
70	Ciudad de Buenos Aires	-	40.870
	Subtotal	-	40.870
	TOTAL	80.200	7.308.575

D'Iorio, Chapela, Puebla y Di Bernardi – Contaminación acústica en sistemas aeroportuarios y su impacto en la planificación de usos del suelo

CONCLUSIONES

Se evidencia que la afectación es mayor en el caso de las operaciones realizadas por la pista 31, tanto en cantidad de superficie como de población. En todos los casos, los valores de afectación a la población son relativamente bajos, teniendo en cuenta la zona de emplazamiento del aeropuerto y su entorno inmediato.

Los análisis como el que se llevó a cabo en este trabajo son de primordial importancia para la gestión y manejo de los usos del suelo, además de la cuantificación de los niveles sonoros para verificar los la situación con respecto a los admitidos por la legislación pertinente.

Los resultados obtenidos mediante estudios similares deben ser contemplados e incluidos en las normativas correspondientes a los usos del suelo, en los códigos urbanos locales, junto con los análisis de contaminación gaseosa, para evitar el crecimiento sin control de las manchas urbanas y eventualmente su afectación por ambos tipos de contaminación. De todas formas, es indispensable tomar medidas tendientes a la reducción progresiva de las fuentes de ruido derivadas de la operación de aeronaves.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que este es un análisis aislado, es decir, simplemente por la operación de una flota asociada a un aeropuerto. Es recomendable incluir estudios similares de aporte de ruido por la actividad terrestre, comercial, industrial, etc. para poder de esa manera cuantificar porcentualmente el nivel de la actividad aeronáutica frente al nivel total de contaminación.

REFERENCIAS

- [1] Newman, J. S. y Beattie, K. R., “Aviation Noise Effects - FAA-EE-85-2”, Federal Aviation Administration, EUA, 1985.
- [2] Boecker, E. R. et al, “Integrated Noise Model Version 7.0 Technical Manual”, Department of Transportation, EUA, 2008.
- [3] Pearsons, K. S. y Bennett, R. L., “Handbook of Noise Raitings”, National Aeronautics and Space Administration, EUA, 1974.
- [4] “Protección del Medio Ambiente – Volumen I, Ruido de las Aeronaves”, Anexo 16 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, sexta edición, 2011.
- [5] “Noise Control and Compatibility Planning for Airports – AC 150/5020-1”, Federal Aviation Administration, EUA, 1983.
- [6] Quiroga Martínez, R., “Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe”, CEPAL, Naciones Unidas, Chile, 2009.
- [7] Gómez Jiménez, I. et al, “Sostenibilidad en la aviación en España – Informe 2010”, OBSA, SENASA, España, 2011.