

Criterios de planificación del entorno aeroportuario según mapas estratégicos de ruido aeronáutico.

Coppa Matías¹, Lucía Movsesián^{2,3}, Lucas Vanoli³, Lucas Sznajderman^{1,4}, Di Bernardi Alejandro¹

¹UIDET GTA-GIAI, Dto. Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata

² CIADE-CdA: Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo en Ciencias del Ambiente, Universidad Blas Pascal

³Administración Nacional de Aviación Civil – ANAC

⁴Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) – Provincia de Buenos Aires, Argentina

Resumen— El objeto del presente trabajo es evidenciar la relación existente entre el aeropuerto y su entorno, para lo que se caracteriza la población afectada por las emisiones acústicas producidas por las plantas de poder de las aeronaves que operan en distintos aeropuertos del Sistema Nacional Aeroportuario (SNA).

Mediante la aplicación de una métrica acumulada del Nivel Día-Noche (DNL) se obtiene las huellas acústicas producidas por la operación de las aeronaves en los aeropuertos internacionales de Mendoza, Salta y Jujuy. Luego, se contrastan los resultados con datos censales del entorno que circunda al aeropuerto para poder estimar las zonas y población alcanzada, según niveles de presión sonora e indicadores operacionales específicos. La información técnica generada, sumado al conocimiento del aeropuerto y el análisis del entorno, otorgan las bases para generar herramientas previsible de ocupación y uso de suelo alrededor del aeropuerto. Para esto se desarrolla una metodología que define el área de influencia aeroportuaria, integrando en un sistema de información geográfico limitaciones al dominio, al ruido, y aspectos socioeconómicos vinculados a cada aeropuerto.

El interés por minimizar conflictos socioambientales, asumiendo la superposición de ocupación territorial con el dominio sobre el espacio aéreo, reside en la reducción de los impactos en la salud pública, la expansión de las operaciones aéreas y la posibilidad de potenciar los beneficios socioeconómicos de las terminales aéreas.

Palabras clave— contaminación, acústica, operaciones, aeropuertos, ordenamiento territorial

Abstract— The purpose of this paper is to demonstrate the relationship between the airport and its surroundings, for which the population is affected by the acoustic emissions produced by the power plants of the aircraft operating in different airports of the National Airport System (SNA) is characterized.

Through the application of an accumulated metric of Day-Night Level (DNL), the acoustic traces produced by the operation of the aircraft at the international Airports of Mendoza, Salta and Jujuy are obtained. Then, the results are contrasted with census data of the urban surroundings areas at the airport in order to estimate the zones and population reached, according to sound pressure levels and specific operational indicators. The technical information generated, added to the knowledge of the airport and the analysis of the environment, provide the basis for generating predictable tools for occupation and use of land around the airport. For this, a methodology is developed that defines the area of airport influence, integrating in a geographic information system limitations to the domain, noise, and socioeconomic aspects linked to each airport.

The interest in minimizing socio-environmental conflicts, assuming the overlap of territorial occupation with dominion over the airspace, resides in the reduction of public health impacts, the expansion of air operations and the possibility of enhancing the socioeconomic benefits of the terminals aerial

Keywords— contamination, noise, operations, airports, land use planning

INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras aeroportuarias, a la vez de ser centros fundamentales de actividad, impulsores de la economía, del desarrollo social y cultural, así como vertebradores e integradores de regiones y estados, son también elementos

que interaccionan con el ambiente sobre el que se asientan. La necesidad de hacer compatible el desarrollo del transporte aéreo con la conservación de los valores naturales y de la calidad de vida en el entorno aeroportuario precisa un modelo de actuación basado en el equilibrio entre los factores económicos, sociales y ambientales, que permita el acercamiento a un modelo sostenible de desarrollo.

La integración planificada de un aeropuerto con su entorno es una preocupación creciente a nivel local, dado a la continua demanda de conectividad de las sociedades modernas, los cambios en las expectativas de los ciudadanos circundantes y el aumento de sus intereses por los aspectos ambientales. El interés por minimizar conflictos socioambientales, asumiendo la superposición de ocupación territorial con el dominio sobre el espacio aéreo, reside en la reducción de los impactos en la salud pública, la expansión de las operaciones aéreas y la posibilidad de potenciar los beneficios socioeconómicos de las terminales aéreas.

En el año 1983, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) estableció el Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP) como un equipo técnico para la asistencia en la formulación de políticas de protección del ambiente y la adopción de nuevos estándares y prácticas recomendadas (SARPs) relacionadas con el ruido y las emisiones de las aeronaves.

Gran parte de los esfuerzos de la OACI para lidiar con las emisiones acústicas se han concentrado en reducir el ruido en la fuente. Los aviones y helicópteros que se fabrican actualmente deben cumplir con las normas de homologación acústica adoptadas por el Consejo de la OACI. Estas están contenidas en el Anexo 16 - Protección del medio ambiente, Volumen I: Ruido de las aeronaves (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2006), mientras que una guía práctica para las autoridades de certificación en la aplicación de los procedimientos técnicos del Anexo 16 está contenido en el Manual técnico-ambiental sobre aplicación de los procedimientos de homologación acústica de las aeronaves (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2015).

La OACI reconoce la contaminación acústica como uno de los principales aspectos ambientales generados a causa de la actividad aérea y específicamente la aeroportuaria (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2013), es por ello que desde la Asamblea 33 (2001) a la actualidad Asamblea 39 (2016) (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2016), se ha recomendado la utilización del *enfoque equilibrado* para lograr un máximo de compatibilidad entre el desarrollo seguro y ordenado de la aviación civil y la preservación del ambiente

Actualmente, uno de los cinco objetivos estratégicos de la Organización de Aviación Civil Internacional, es la Protección al Ambiente, haciendo foco en la reducción al mínimo de los niveles acústicos en pos de la calidad de vida de las poblaciones del entorno aeroportuario.

El grado de ruido en las proximidades de los aeropuertos se ve afectado por dos tendencias opuestas. La primera es la sustitución de las aeronaves ruidosas con otras más silenciosas, y la segunda es el número creciente de vuelos, lo cual resulta en la disminución del ruido en algunos aeropuertos y el aumento del mismo en otros (Revoredo and Slama, 2008). La creciente complejidad de los entornos urbanos da como resultado que el problema que presenta el ruido impida la expansión de la capacidad aeroportuaria en algunos casos, contribuyendo a la restricción operativa (Kasarda, 2008).

Para evitar dicha compatibilidad, uno de los cuatro elementos del *enfoque equilibrado* se relaciona con el concepto de planificación y gestión del uso del suelo en el aeropuerto y su entorno inmediato, dicho instrumento es un

medio eficaz para garantizar que las actividades de los aeropuertos y helipuertos sean compatibles con el entorno.

El principal objetivo de ello es reducir al mínimo la población alcanzada por el ruido de las aeronaves mediante la introducción de la zonificación. Cabe destacar que la política de OACI sobre el tratamiento regulatorio de la planificación de usos de suelo en el entorno aeroportuario es delegar dicha responsabilidad a cada Estado en particular mediante distintos manuales y documentos recomendatorios (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2002, 2008a) (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2011)

METODOLOGÍA

La metodología de trabajo definida busca concretar el objetivo propuesto, y contempla el siguiente cuadro lógico de proceso:



Fig. 1: Proceso lógico aplicado.

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

1. Obtención de huellas de ruido:

El análisis de ruido en los Aeropuertos bajo estudio se llevó a cabo mediante el uso de software específico Aviation Environmental Design Tool versión 2d. Para poder realizar la simulación se adoptaron una serie de criterios que se detallan a continuación.

Para la obtención de los mapas estratégicos de ruido existen distintas métricas y métodos de cálculo, todas ellas reguladas por OACI (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2008a). Como se mencionó anteriormente, se delega en cada Estado las facultades de regularizar y normalizar los métodos de cálculo de dichos mapas. Dado que la República Argentina no posee normativa al respecto, se decide utilizar tanto aquellas métricas que recomienda OACI (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2008b), como la de Estados Unidos (Federal Aviation Administration, 1983) y la adoptada por la Unión Europea (Unión Europea, 2002).

Por ejemplo para el cálculo de la población alcanzada se recomienda (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2008b): “Un método común de medición de dichos criterios se basa en el número de personas que se encuentra dentro de una curva de nivel de ruido establecida bajo un índice de ruido específico ...”

De allí se desprende el uso de la métrica DNL: nivel sonoro medio de día-noche, la cual es una medida de ruido que se utiliza para describir los niveles sonoros medios de las aeronaves durante un período de 24 horas, típicamente un día

medio en el curso de un año. El DNL considera que las operaciones de aeronave que tienen lugar entre las 22 horas y las 7 horas son 10 decibeles más ruidosas que las operaciones que tienen lugar durante el día para así tener en cuenta la incomodidad más intensa que producen cuando los niveles de ruido son inferiores y los residentes están durmiendo. Cabe aclarar que, si bien se recomienda utilizar un día medio del curso del año, se presentan los resultados de los días críticos con mayor cantidad de operaciones, tanto para el escenario histórico, actual y futuro representando así situaciones de máxima.

Como se mencionó anteriormente, si bien la métrica utilizada permite la comparación de distintas fuentes puntuales acumuladas a lo largo del día, cabe destacar que representa escenarios críticos de ruido y, más aún en condiciones de ruido de fondo nulas como las estudiadas en el presente informe técnico.

La hipótesis principal para las simulaciones es también el uso de la normativa FAR, Parte 150 (AC 150/5020-1) como referencia; de allí se desprende el uso de la métrica DNL. El resto de hipótesis de trabajo se desarrollan a continuación.

- Utilización de la métrica de ruido DNL.
- Temperatura de referencia: de acuerdo con el Airport Information Publication (AIP) de cada aeropuerto bajo análisis.
- 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.

2. Radios censales

Para los Aeropuertos abordados se definió de manera dinámica el área de influencia mediante la superposición de información digitalizada y actualizable en un sistema de información geográfica libre y de código abierto: Quantum Gis. Se conceptualizaron y graficaron los distintos aspectos que contextualizan un entorno aeroportuario, a saber: superficies limitadoras de obstáculos; huellas de ruido; radios censales e identificación de radios de actuación para el control de fauna (13 km del centro geográfico del AP).

Las capas más significativas del trabajo, que constituyen información estratégica para ser integrada, se elaboraron ingresando imágenes vectoriales en el programa QGis 2.18.

Respecto a los radios censales, la cartografía (en formato shape) fue elaborada por el INDEC para el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, 2010 (CNPHyV 2010) en base a información provista por las Direcciones Provinciales de Estadística (DPE). Representa la ubicación de las unidades geográficas empleadas en el censo, acompañadas con su código, nombre e información estadística asociada.

Estos radios varían con cada censo en función del crecimiento de la población; por este motivo, dependiendo de la ciudad a la que 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.

3. Radios censales y curvas de ruido

Se seleccionaron los radios censales afectados por las curvas de dispersión en el entorno aeroportuario.

4. Cantidad de población afectada y porcentaje de hogares afectados.

Finalmente se obtienen los valores de población afectada y hogares afectados para los diferentes niveles de emisiones acústicas.

AEROPUERTOS BAJO ANÁLISIS

El Sistema Nacional Aeroportuario está formado por 55 Aeropuertos, estos son los de mayor importancia dentro del país dada la magnitud de tráfico que manejan, el tipo de aeronaves de mayor porte que pueden operar en los mismos y, las instalaciones y servicios que prestan. Como se mencionó anteriormente, en el presente estudio se busca caracterizar la población afectada situada en el entorno aeroportuario únicamente en 3 Aeropuertos seleccionados que poseen una situación crítica respecto al entorno urbano inmediato.



Fig. 2: Aeropuerto Internacional de Salta



Fig. 3: Aeropuerto Internacional de Mendoza



Fig. 4: Aeropuerto Internacional de Jujuy

A continuación, se presenta una tabla comparativa sobre las características de los aeropuertos bajo estudio:

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS AEROPUERTOS ANALIZADOS ESCENARIO 2017

Errores de reconocimiento	Código IATA/OACI	Pasajeros Año	Mov. de Carga	Operaciones año
Aeropuerto Internacional de Mendoza	IATA: SLA / OACI: SASA	1.717.410	1.635	17.649
Aeropuerto Internacional de Salta	IATA: SLA / OACI: SASA	1.095.104	1.356	12.478
Aeropuerto Internacional de Jujuy	IATA: SLA / OACI: SASA	264.819	114	3.905

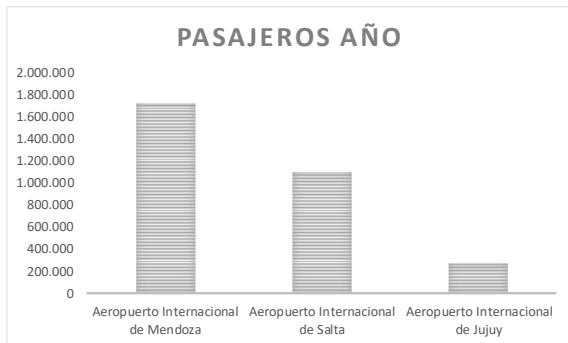


Fig. 5: Características de los aeropuertos analizados



Fig. 6: Características de los aeropuertos analizados

Aplicando la metodología ADMP de la FAA (por sus siglas en inglés *Average Day Pick Month*), a partir de los

datos de cantidad de movimientos, se determinó un perfil diario para el día promedio de Arribos y de Partidas para cada aeropuerto bajo análisis. A modo de ejemplo, se presenta a continuación el perfil diario de operaciones para cada aeropuerto en el año 2017:

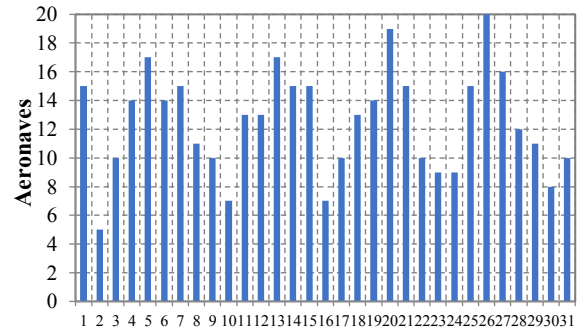


Fig. 7: Perfil diario de Partidas en el Aeropuerto Internacional de Jujuy en el mes de julio de 2017. Día promedio

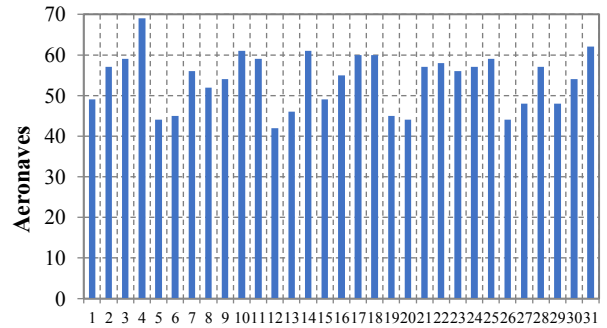


Fig. 8: Perfil diario de Partidas en el Aeropuerto Internacional de Mendoza en el mes de agosto de 2017. Día promedio

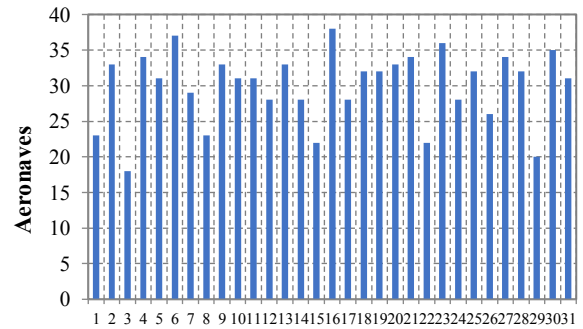


Fig. 9: Perfil diario de Partidas en el Aeropuerto Internacional de Salta en el mes de enero de 2017. Día promedio

TABLA 2: CANTIDAD DE OPERACIONES EN EL DÍA PROMEDIO ANALIZADO.

Aeropuerto bajo análisis	Arribos	Partidas
Aeropuerto Internacional de Mendoza	19	20
Aeropuerto Internacional de Salta	14	14
Aeropuerto Internacional de Jujuy	7	7

La flota utilizada para el análisis fue obtenida a partir de las Informes y Estadísticas del Organismo Regulador del Sistema Nacional Aeroportuario y de información propia de éste GTA. Cabe aclarar que no se tuvieron en cuenta aeronaves de aviación general para este trabajo. A continuación, se presenta en tablas las características de la Mezcla de Tráfico de cada aeropuerto. En la siguiente tabla

se resumen los principales Fabricantes de aeronaves que operan en cada uno de los aeropuertos en el día bajo análisis:

TABLA 3: CANTIDAD DE AERONAVES POR FABRICANTE EN EL DÍA PROMEDIO ANALIZADO.

Aeropuerto bajo análisis	Airbus	Boeing	Embraer	Otros
Aeropuerto Internacional de Mendoza	7	8	4	-
Aeropuerto Internacional de Salta	4	5	5	-
Aeropuerto Internacional de Jujuy	-	-	5	2

En el presente documento se simularon distintos escenarios operacionales los cuales tienen en cuenta los usos de cabecera actuales y restricciones de pista operativas, debido a la flota adoptada. Se dividió el estudio principalmente en dos escenarios actuales para cada uno de los aeropuertos analizados. La presente hipótesis busca caracterizar la población afectada en el escenario más crítico posible en un aeropuerto.

Entendiendo que dicha hipótesis es la utilizada por distintas autoridades aeronáuticas en algunos países, los escenarios operacionales simulados fueron dos (2) por cada aeropuerto bajo análisis, donde la totalidad de las operaciones de arribo y despegue se realizaban por cada pista operativa.

RESULTADOS

Sobre el mapa base fueron integradas las distintas capas de información, dando como resultado una visualización dinámica de las áreas de influencia de cada aeródromo. Ésta se obtuvo de trabajar con Quantum GIS, dando así una amplitud de posibilidades.

Se presentan los contornos de ruido y los mapas digitales para cada Aeropuerto bajo estudio que sientan las bases de información técnica, digitalizada y actualizable, para la planificación urbana de los entornos aeroportuarios. A continuación, puede observarse la cartografía resultante.

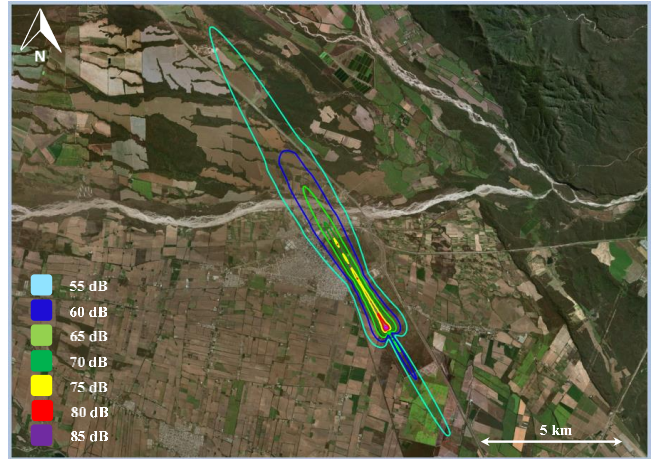


Fig. 10: Aeropuerto Internacional de Jujuy, análisis Pista 34

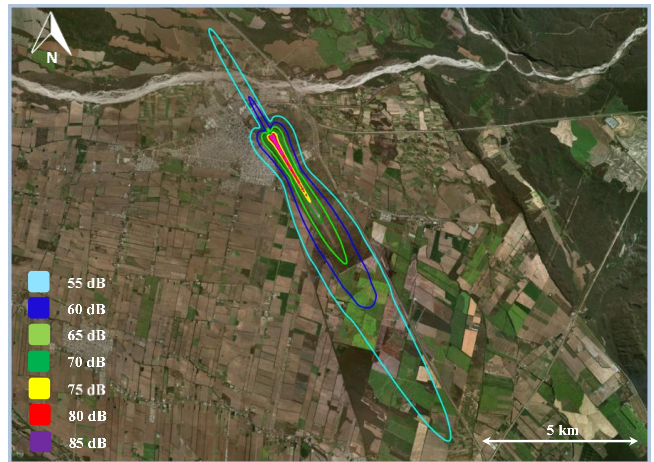


Fig. 11: Aeropuerto Internacional de Jujuy, análisis Pista 16

Se presenta a continuación una imagen de trabajo en el software QGIS, donde no sólo se aprovecha la interferencia con los radios censales si no también la influencia de las Superficies Limitadoras de Obstáculos (SLO).

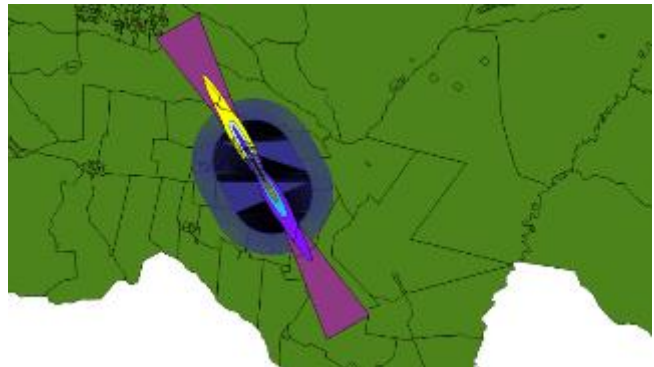


Fig. 12: Aeropuerto Internacional de Jujuy

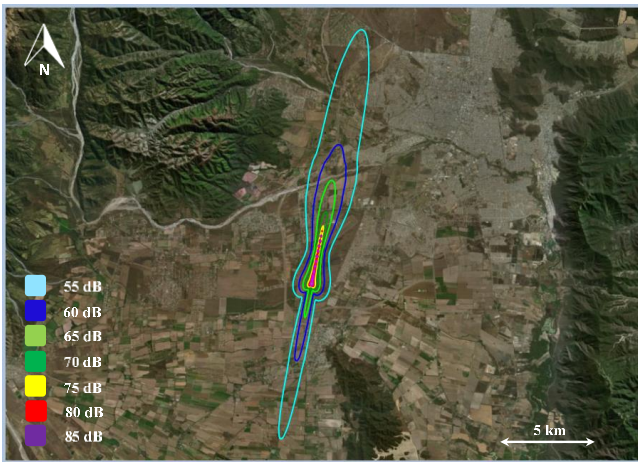


Fig. 13: Aeropuerto Internacional de Salta, análisis Pista 02

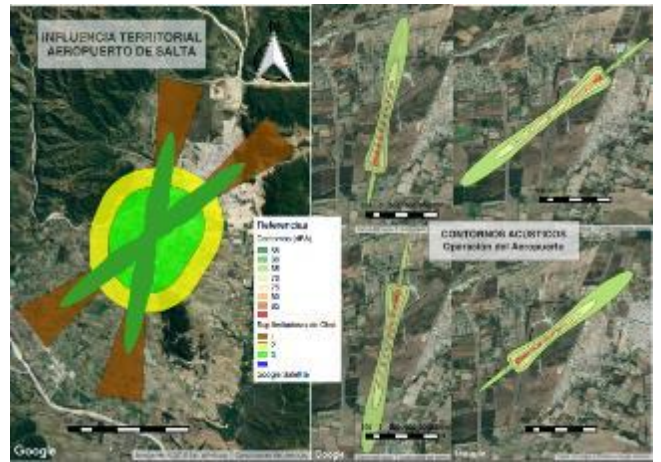


Fig. 16: Aeropuerto Internacional de Salta

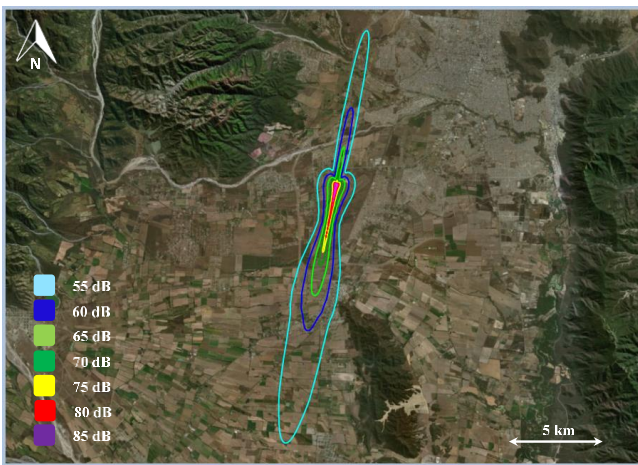


Fig. 14: Aeropuerto Internacional de Salta, análisis Pista 20

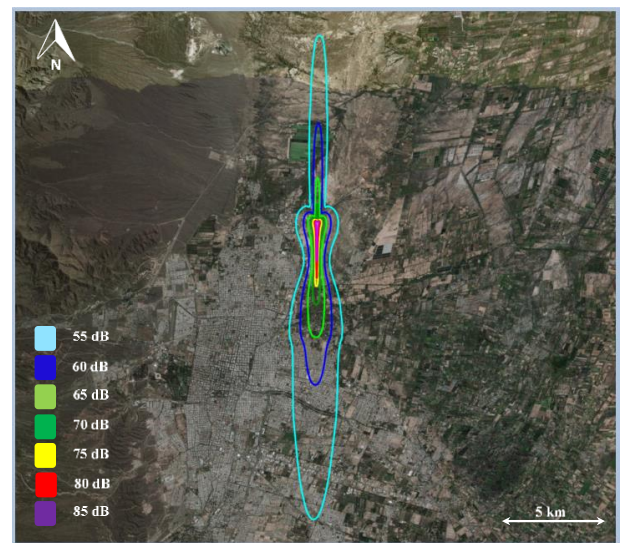


Fig. 17: Aeropuerto Internacional de Mendoza, análisis Pista 18

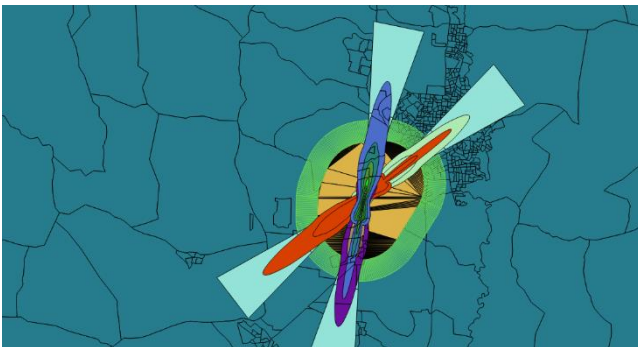


Fig. 15: Aeropuerto Internacional de Salta, análisis Pista 20

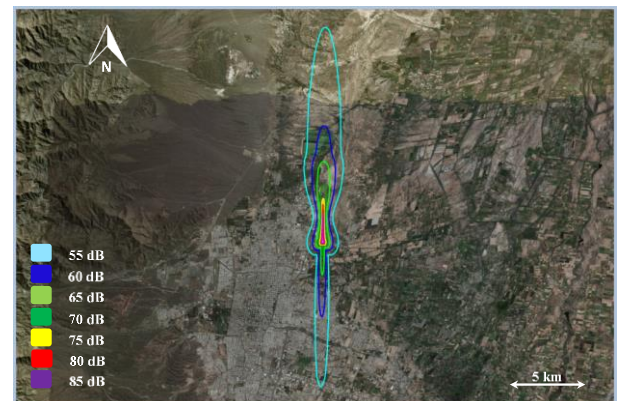


Fig. 18: Aeropuerto Internacional de Mendoza, análisis Pista 36

Si bien las únicas dos pistas operativas para aviación comercial regular de pasajeros son las Pistas 02 y 20 se presenta a continuación una imagen generada con la influencia en el entorno urbano inmediato debido a las curvas de ruido y las SLO

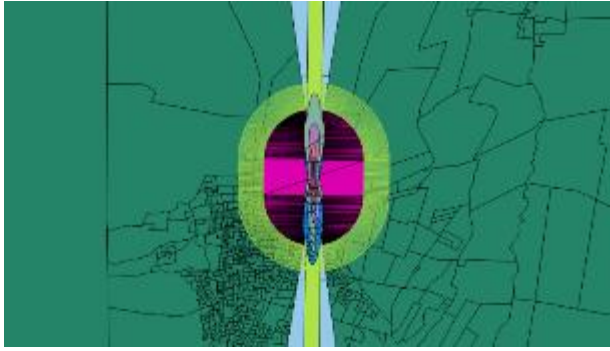


Fig. 19: Aeropuerto Internacional de Mendoza

TABLA 4: RESULTADOS DE LA AFECTACIÓN EN EL ENTORNO. AEROPUERTO DE SALTA

Nivel de Presión Sonora	Cantidad de personas alcanzadas		Porcentaje sobre el total de hogares alcanzados	
	Pista 02	Pista 20	Pista 02	Pista 20
55 dB	5.200	10.800	48%	48%
60 dB	1.600	3.200	24%	27%
65 dB	200	250	12%	10%
70 dB	-	-	4%	6%
75 dB	-	-	4%	3%
80 dB	-	-	4%	3%
85 dB	-	-	4%	3%

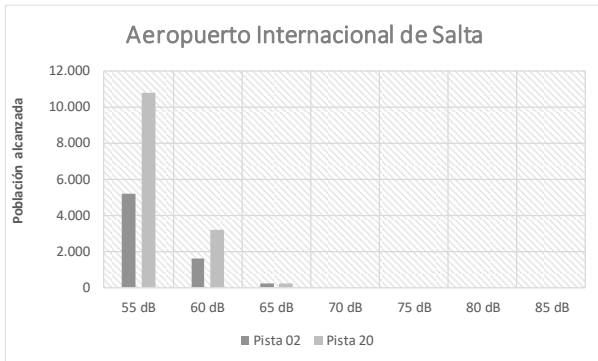


Fig. 20: Aeropuerto Internacional de Salta, Población Alcanzada

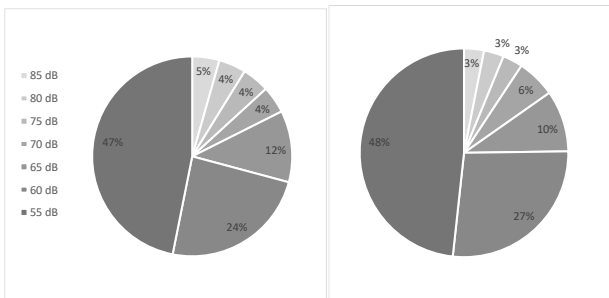


Fig. 21: Aeropuerto Internacional de Salta, Total de hogares alcanzados

TABLA 5: RESULTADOS DE LA AFECTACIÓN EN EL ENTORNO. AEROPUERTO DE MENDOZA

Nivel de Presión Sonora	Cantidad de personas alcanzadas		Porcentaje sobre el total de hogares alcanzados	
	Pista 18	Pista 36	Pista 18	Pista 36
55 dB	79.000	35.200	65%	58%
60 dB	19.200	8.900	23%	18%
65 dB	4.300	2.500	5%	9%

70 dB	1.000	1.100	2%	5%
75 dB	380	450	2%	4%
80 dB	-	-	2%	3%
85 dB	-	-	1%	3%

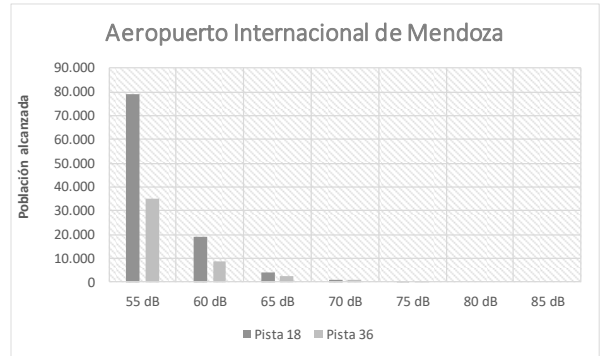


Fig. 22: Aeropuerto Internacional de Mendoza, Población Alcanzada

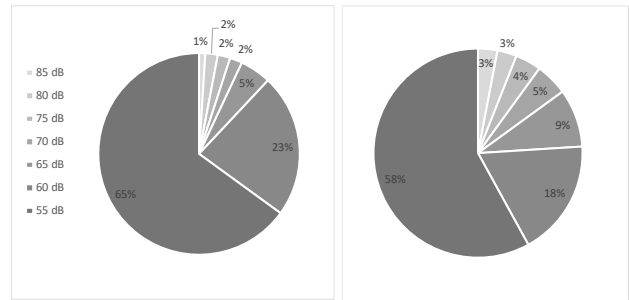


Fig. 23: Aeropuerto Internacional de Mendoza. Total de hogares alcanzados

TABLA 6: RESULTADOS DE LA AFECTACIÓN EN EL ENTORNO. AEROPUERTO DE JUJUY

Nivel de Presión Sonora	Cantidad de personas alcanzadas		Porcentaje sobre el total de hogares alcanzados	
	Pista 34	Pista 16	Pista 34	Pista 16
55 dB	4.800	6.700	47%	61%
60 dB	1.050	1.800	26%	27%
65 dB	-	450	12%	2%
70 dB	-	-	8%	2%
75 dB	-	-	3%	2%
80 dB	-	-	2%	2%
85 dB	-	-	2%	2%

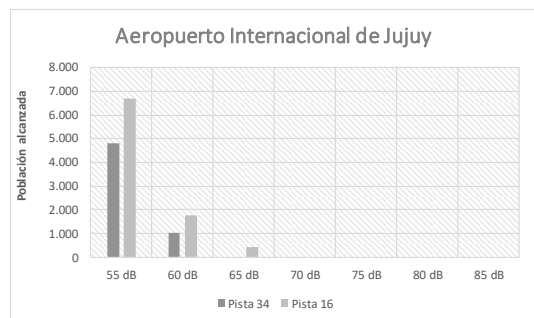


Fig. 24: Aeropuerto Internacional de Salta, Población Alcanzada

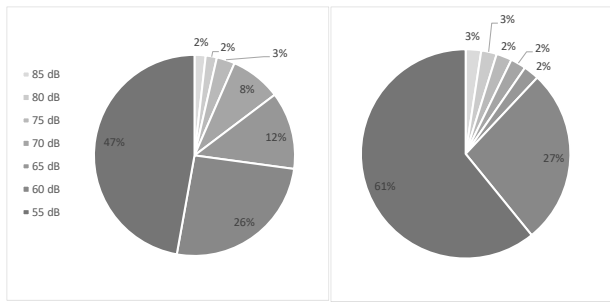


Fig. 25: Aerpuerto Internacional de Salta, Total de hogares alcanzados

CONCLUSIONES

Los mapas presentados para cada aeropuerto sobre sus áreas de influencia, permiten visualizar límites flexibles pero objetivos que aportan aspectos de planificación a los planes urbanos de ordenación de las localidades que lo circundan. De esta manera, se ofrecen datos técnicos susceptibles de ser adaptados y consensados para lograr compatibilizar la ocupación y el uso del suelo del entorno con el crecimiento aeroportuario, incursionado de esta manera en estrategias de participación social con el objetivo de obtener la aceptación de las comunidades que circundan un aeropuerto y configurar la ordenación territorial de estos entornos.

Los análisis que se llevaron 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 la situación con respecto a los admitidos por la legislación pertinente.

Asimismo, resulta muy interesante observar la población afectada para cada aeropuerto que surge del análisis espacial entre los contornos acústicos y los datos de radios censales. Para el caso del Aeropuerto Internacional Jujuy, se observa que del total de hogares alcanzados por las operaciones afectadas a la cabecera 34, un 27 % de los hogares cae bajo las curvas de ruido mayores a 65 DNL. Respecto a la cabecera 16, un 12% del total de los hogares es afectado por niveles mayores a 65 DNL. Esto muestra que, bajo la hipótesis planteada, la concentración poblacional en el área de influencia es muy baja. Destacando que estos valores surgen de considerar la suma de las posibilidades de operar todos los movimientos por cada una de las cabeceras, sería necesario considerar la situación planteada como punto de partida para ordenar el entorno aeroportuario, de manera tal que se mantengan o disminuyan los niveles de población afectadas por el ruido considerando la posibilidad del crecimiento aeroportuario.

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.

De acuerdo a las recomendaciones de OACI (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2008b), los métodos y los escenarios temporales analizados en el presente informe corresponden a criterios y objetivos mensurables. Los mapas estratégicos de ruido fueron realizados mediante la

aplicación de las métricas recomendadas por OACI (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2008b) y utilizadas en distintos países de referencia (Federal Aviation Administration, 1983)(Unión Europea, 2002).

Por otro lado, contemplando la utilización de los escenarios propuestos, se observa que en todos los Aeropuertos existe una población alcanzada por 65 dB (valor límite de la FAR 150: Airport Noise Compatibility Planning, para la planificación de uso de suelo), con excepción de la Pista 34 en Jujuy. De forma complementaria debería de contrastarse los resultados obtenidos con los códigos urbanos propios de los municipios intervinientes en cada afectada.

Por último, se menciona la posibilidad de tomar las herramientas abordadas en el presente estudio para pensar en una Planificación Prospectiva del entorno aeroportuario. La planificación prospectiva permite construir hipótesis sobre el futuro, identificando las variables que condicionaran escenarios complejos de actuación. Según la temática abordada, se podría considerar la máxima expansión de cada aeropuerto según Plan Maestro y la tasa de crecimiento poblacional estimada para cada municipio. Integrando estas variables, se obtendrían escenarios simulados para evitar o minimizar conflictos socio-ambientales incluso a futuro.

Cabe aclarar que si bien distintos estudios (Coppa *et al.*, 2013, 2016) atacan la relación aeropuerto – ciudad a partir del análisis de la afectación ambiental desde cuatro ejes: emisiones acústicas, emisiones gaseosas, superficie limitadora de obstáculos y probabilidad de accidentes, la OACI adopta únicamente el ruido como elemento de planificación en el Manual de Planificación Aeroportuaria (International Civil Aviation Organization (ICAO), 2002)

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires por el financiamiento mediante una Beca Doctoral al Ing. Lucas Sznajderman N° 2018-207-GDEBA-CICMCTI.

REFERENCIAS

- [1] Coppa, M., Brito, E. M., Ramírez, G., Tomassini, N. and Pablo Gregorio, D. (2013) 'Análisis y caracterización de aeropuertos emplazados en grandes urbes', in IV Congreso de la Red Iberoamericana de Investigación en Transporte Aéreo, p. 151.
- [2] Coppa, M., D'Iorio, J. I., Pitrelli, S. and Bernardi, A. Di (2016) 'Análisis de la interacción entre la operatividad aerocomercial y el entorno inmediato. Competitividad Territorial.', in I Congreso Internacional sobre Ciudades inteligentes, Innovación y Sostenibilidad, pp. 50–68.
- [3] Federal Aviation Administration (1983) Advisory Circular 150/5020-1, "Noise Control and Compatibility Planning for Airports".
- [4] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2002) Doc 9184: Airport Planning Manual. Available at: <http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/Caep.aspx>.
- [5] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2006) Annex 16: Environmental Protection - Volume I: Aircraft Noise. doi: 10.2105/AJPH.65.9.986.
- [6] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2008a) Doc. 9111 Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports. Available at: <http://www.icao.int/icao/en/download.htm#Docs>.
- [7] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2008b) Doc. 9829 - Orientación sobre el Enfoque equilibrado para la gestión del ruido de las aeronaves.

5° Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica - CAIA 2018

- [8] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2011) Doc 9889: Airport air quality manual. doi: Doc 9889.
- [9] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2013) 2013 Environmental Report: 'Destination Green'. Available at: <http://www.icao.int/environmental-protection/Pages/Caep.aspx>.
- [10] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2015) Doc 9501 - Manual técnico-ambiental - Volumen I Procedimientos de homologación acústica de las aeronaves.
- [11] International Civil Aviation Organization (ICAO) (2016) Asamblea - 39° Período de sesiones.
- [12] Kasarda, J. D. (2008) 'The Evolution of Airport Cities and the Aerotropolis', *Airport Cities: The Evolution*, pp. 1–39.
- [13] Revoredo, T. C. and Slama, J. G. (2008) 'Noise metrics comparison and its use on urban zoning in airport surveys: A Brazilian case study', *Journal of Air Transport Management*, 14(6), pp. 304–307. doi: 10.1016/j.jairtraman.2008.08.003.
- [14] Unión Europea (2002) 'DIRECTIVA 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental', *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, p. 14.