

DETERMINACIÓN DE RUIDO AERONÁUTICO MEDIANTE SIMULACIÓN OPERACIONAL DE HELICÓPTEROS – CASO DE ESTUDIO: HELIPUERTO

Di Bernardi, C. Alejandro; D'lorio, Juan I.; Nadal Mora, Vicente, J.; Santoiani, Gastón; Pitrelli, Sergio

Grupo Transporte Aéreo - UID GTA-GIAI, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de La Plata. Calle 116 e/ 47 y 48, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: Ruido, Helicópteros, Helipuerto, Simulación, Entorno.

Resumen

El objeto del presente es comentar sobre ciertas métricas utilizadas para determinar ruido aeronáutico mediante simulación operacional de helicópteros. Para ello se utilizan como referencia básica una flota de helicópteros en un emplazamiento prefijado con trayectorias operacionales definidas.

Los análisis se realizaron utilizando el software INM (Integrated Noise Model v7.0) simulando trayectorias de aterrizaje y despegue. Se representa el ruido generado por la operación de la aeronave crítica en un determinado momento, y el ruido acumulado diario para todas las operaciones realizadas en un día pico.

En particular se tomó como referencia para la realización del análisis las FAR Part 150 (AC 150/5020-1). De allí se desprende el uso del Nivel Día-Noche (DNL) para el cálculo de las huellas. Este método contempla un factor de corrección en horario nocturno (22 a 7) de 10 dB. A su vez se realizó un análisis con la métrica de ruido SEL para obtener el ruido puntual en una operación determinada. Esta es de las denominadas métricas de nivel máximo de ruido de un evento singular. Aplicando la misma se obtiene un nivel de ruido que ha sido filtrado para reducir la influencia de las frecuencias extremas, tanto altas como bajas. Los niveles de ruido obtenidos con esta métrica se pueden relacionar directamente con los niveles de las fuentes de ruido del transporte en superficie. Esto es de especial importancia para realizar una comparación y determinar el aporte de ruido efectivo de las operaciones aéreas al entorno.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de un nuevo helipuerto, o el crecimiento de ciertos helipuertos existentes, o bien la incorporación de un helipuerto en un sistema aeroportuario conllevan actividades que suelen ser impopulares por el impacto acústico que las operaciones aéreas incorporan al medio ambiente. En ese sentido se debe planificar considerando las numerosas restricciones que se pueden llegar a presentar, debiendo, por lo tanto, evaluar diferentes escenarios operacionales.

Estas restricciones son una serie de condicionamientos que pueden modificar los estudios teóricos que sobre el emplazamiento se realicen, y que esquemáticamente se han representado en la siguiente figura

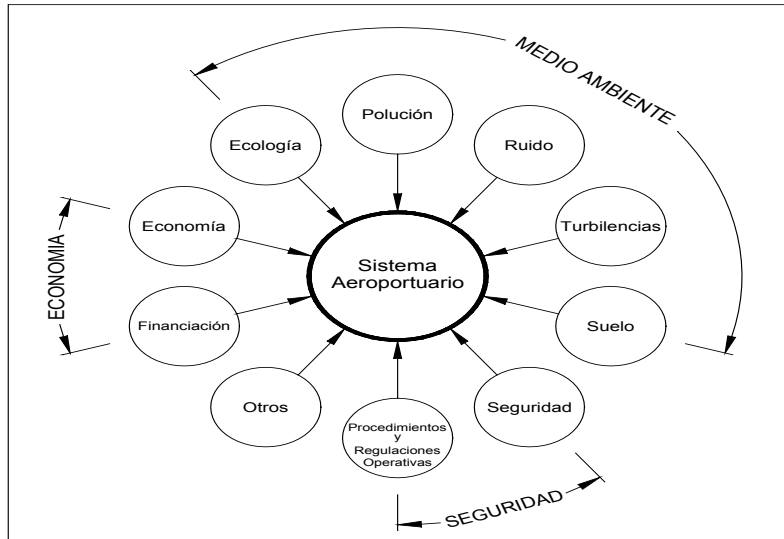


Figura 1. - Restricciones Sistema Aeroportuario -

Estas restricciones pueden clasificarse en tres categorías generales:

- Seguridad.
- Medio ambiente.
- Economía y finanzas.

Cierto es que en un helipuerto se realizan una serie de actividades que necesariamente conllevan la generación de todo tipo de impactos (económicos, sociales, culturales, ambientales entre otros tantos) siendo, por lo general, el ruido, el contaminante de mayor percepción social por parte de la población general. A título indicativo, se presenta a continuación un cuadro comparativo de niveles percibidos.

W/m ²		db
10	Motor a reacción	130
1	Nivel de dolor	120
10 ⁻¹	Banco de prueba de motores	110
10 ⁻⁵	Tráfico gran ciudad	70
10 ⁻⁶	Conversación ordinaria	60
10 ⁻⁹	Oficina privada	30
10 ⁻¹¹	Murmullo de hojas	10
10 ⁻¹²	Umbral de audición de un joven 1000 hz	0

Figura 2. Tabla indicativa de niveles de ruido generado

Si bien es cierto que los constructores de aeronaves han colaborado a la mejora continua del sistema aeronáutico construyendo aparatos menos ruidosos ello no ha sido suficiente para neutralizar los problemas generados por ruido aeronáutico.

Algunos especialistas sintetizan estos problemas en la palabra **pain** (dolor, sufrimiento).

- La **p** de people. Gente que trabaja en el emplazamiento y gente que vive en su entorno
- La **a** de access. Complejidad en ciertos accesos a dichos emplazamientos
- La **i** de income. Impuestos y tasas elevadas
- La **n** de noise. Ruido

Otros con las primeras letras del alfabeto:

La **a** de accès. , la **b** de bruit. Ruido, la **c** de congestion.

La **d** de délais. Retraso, la **e** de environnement. Medio ambiente

La **f** de finances. Impuestos y tasas elevadas, la **g** de grèves. Huelgas, la

Con frecuencia todos estos problemas se magnifican, olvidándose de las ventajas de todo tipo, especialmente económicas o sanitarias que algunos emplazamientos heliportuarios proporcionan a su entorno.

Es evidente entonces que resulta necesario conocer la ubicación y localización relativa de dicho helipuerto para realizar distintas simulaciones sobre supuestos escenarios operacionales para así determinar posibles afectaciones al entorno.

Las métricas de ruido (medición del sonido) consisten en tres diferentes bloques: nivel de presión de ruido, medido en decibeles [dB], frecuencia o paso del sonido y el tiempo. Los niveles de presión del sonido para varias frecuencias para un tiempo dado son combinados usualmente en un espectro de frecuencias. Así surgen las diferentes clases de métricas:

- Niveles de ruido máximo de un evento aislado.
- Dosis de energía de un evento aislado.
- Métricas de energía promedio acumulada.
- Métricas de tiempo acumulado.

En este caso se utilizaron dos métricas: la DNL, que es la métrica estándar especificada por FAA para determinar la exposición acumulada al ruido en el entorno de un helipuerto o aeropuerto (AC 150/5020-1); y la SEL, que es una métrica utilizada para medir un evento particular (dosis de energía).

La métrica DNL fue desarrollada para predecir los efectos en la población a la exposición al ruido a largo plazo. Tiene en cuenta la duración y magnitud del mismo, integrado durante un período de 24 horas. Se divide este en 3 etapas: diaria, de 7 a 19; tarde, de 19 a 22; y noche, de 22 a 7. Se le agrega a esta última una corrección al valor obtenido de 10 dB para contemplar la incomodidad adicional que implica en la población.

En el caso de la métrica SEL, es una medida de la duración y magnitud de un solo evento, determinada como nivel de ruido corregido para reducir la influencia de bajas y altas frecuencias (A-weighted). Se mide por sobre un nivel de umbral especificado que es al menos 10 dB por debajo del valor máximo.

Los análisis se realizaron utilizando el software INM (Integrated Noise Model v7.0) simulando trayectorias de aterrizaje y despegue. Se representa el ruido generado por la operación de la aeronave crítica en un determinado momento, y el ruido acumulado diario para todas las operaciones realizadas en un día pico.

PARTE EXPERIMENTAL

Para realizar las simulaciones se contemplaron los siguientes aspectos globales

Metodología de trabajo

- Recopilación de los antecedentes y de la documentación técnica disponible.
- Análisis de la mezcla de tráfico actual y futura de los helicópteros. Determinación de sus plantas motrices.
- Análisis del tipo y características de las operaciones actuales y futuras. Movimientos diarios. Determinación de horarios de funcionamiento.
- Análisis preliminar de la localización en el predio y configuración inicial del helipuerto.

- Análisis preliminar de las trayectorias de despegue y aterrizaje definidas.
- Construcción de los modelos de simulación.
- Simulación y construcción de las huellas de ruido. Corridas y representación gráfica.
- Generación de informe técnico de resultados

Condiciones de Contorno impuestas

- Mezcla de tráfico suministrada teniendo en cuenta varios factores implícitos, a saber: tipo de aeronave, peso de despegue, plantas poder, entre otros considerandos.
- Emplazamiento genérico del helipuerto.
- Trayectorias de aproximación y despegue.
- Horario de funcionamiento del helipuerto.

Hipótesis de trabajo realizadas

- Temperatura y presión de atmósfera estándar, o sea 15 °C y 1 atm de presión (1013,2 hPa).
- Para contemplar el caso más desfavorable se supuso que los movimientos de despegue se realizaron con el peso máximo establecido para cada helicóptero. A su vez se utilizó el helicóptero de mayor tamaño (motores más potentes, mayor peso de despegue, entre otros considerandos) para las corridas puntuales (Métrica SEL). Este helicóptero es el BK117 C1.
- Operaciones aéreas diarias.
- Todos los aterrizajes son realizados suponiendo aproximaciones visuales.
- Se utilizó como referencia la siguiente flota de helicópteros: dos BO105 S con dos motores Allison 250-C18, dos BK117 C1 con dos motores Lycoming LTS 101-650 B-1 y un EC135 T1 con dos motores Allison 250-C18.

Operaciones estimadas

- Promedio diario: cinco (5) operaciones, distribuidas de la siguiente manera: tres (3) operaciones BK117 C1, una (1) operación del EC135 T1 y una (1) operación del BO105 S). Nota: Entiéndase por operación un aterrizaje y un despegue.
- Característica de la operación: Típicamente tránsito con espera promedio de hasta dos (2) horas.
- Tripulación por operación: Dos (2) tripulantes piloto y copiloto.
- Pasajeros por promedio diario: 20 pax (Considerados para cada aeronave la máxima declarada en el certificado tipo adjunto).
- Pasajeros promedio por operación: 4 pax.

Criterios de análisis

- Se analizaron 3 casos, considerando los movimientos de despegue y aterrizaje según posibles alternativas de aproximación y despegue.

Trayectorias preliminares de aterrizaje y despegue

- Son las reflejadas en los siguientes esquemas básicos generales

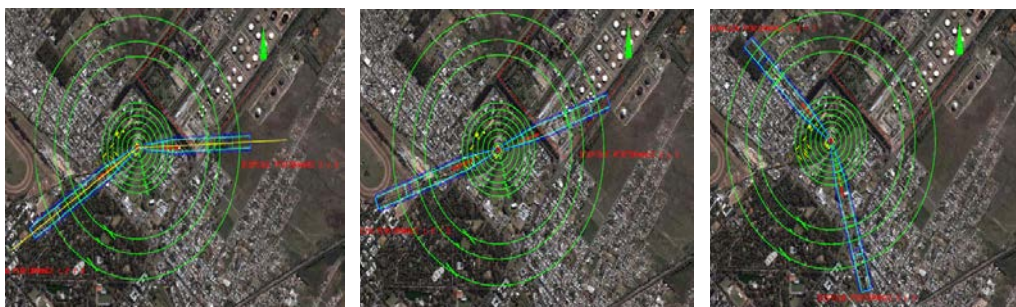


Figura 3. Alternativas 1 – 2 – 3 de aproximaciones y despegues.

Modelo básico de simulación

Se realizaron seis diferentes corridas para la simulación y obtención de las huellas de ruido para diferentes escenarios operacionales.

Estas se corresponden con las operaciones suministradas y una operación de la aeronave crítica, o sea el BK117 C1, y se dividen de la siguiente manera:

- Escenario 1: las cinco operaciones diarias para la alternativa 1 de aproximaciones y despegues.
- Escenario 2: las cinco operaciones diarias para la alternativa 2 de aproximaciones y despegues.
- Escenario 3: las cinco operaciones diarias para la alternativa 3 de aproximaciones y despegues.
- Escenario 4: una operación del BK117 C1 para la alternativa 1 de aproximaciones y despegues.
- Escenario 5: una operación del BK117 C1 para la alternativa 2 de aproximaciones y despegues.
- Escenario 6: una operación del BK117 C1 para la alternativa 3 de aproximaciones y despegues.

De las cinco operaciones citadas, cuatro se asignaron al segmento día (7 a 19 hs) y una al segmento noche (22 a 7 hs) para el cálculo en métrica DNL.

RESULTADOS

Escenario 1:

Operaciones día tipo (5; 4 en el día y en la noche) con la métrica DNL.

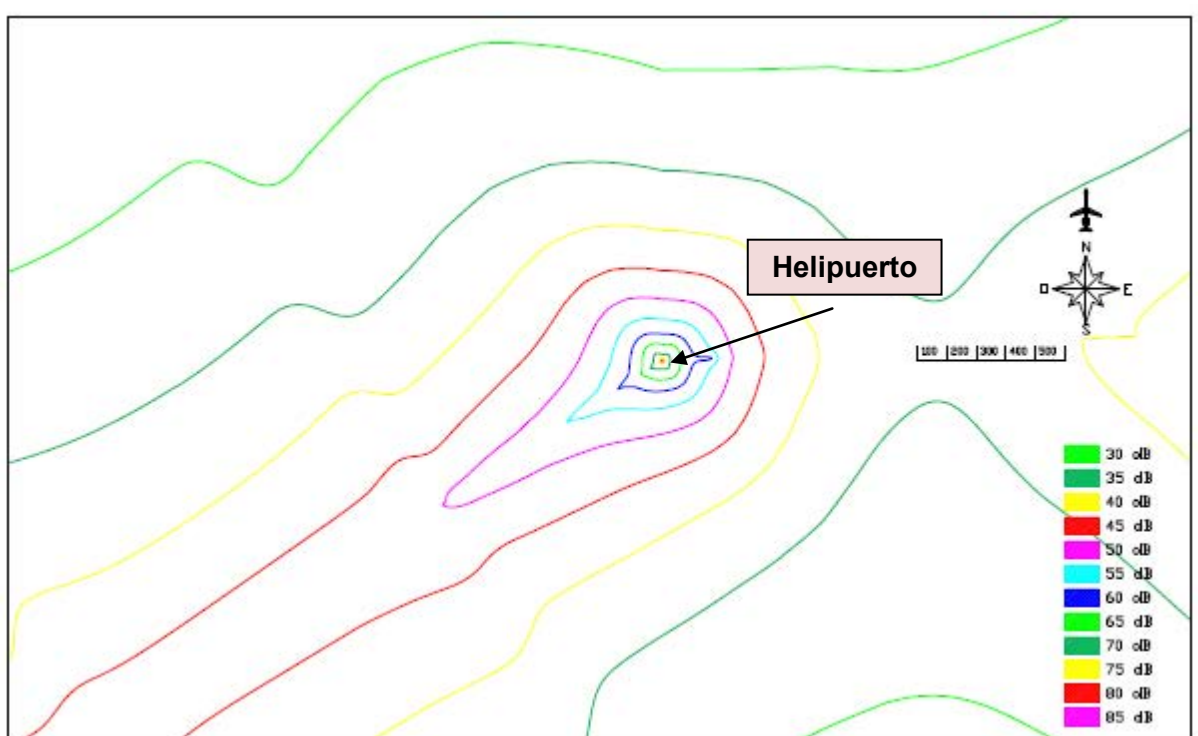


Figura 4. Resultados Escenario 1.

Escenario 2:

Operaciones día tipo (5; 4 en el día y en la noche) con la métrica DNL.

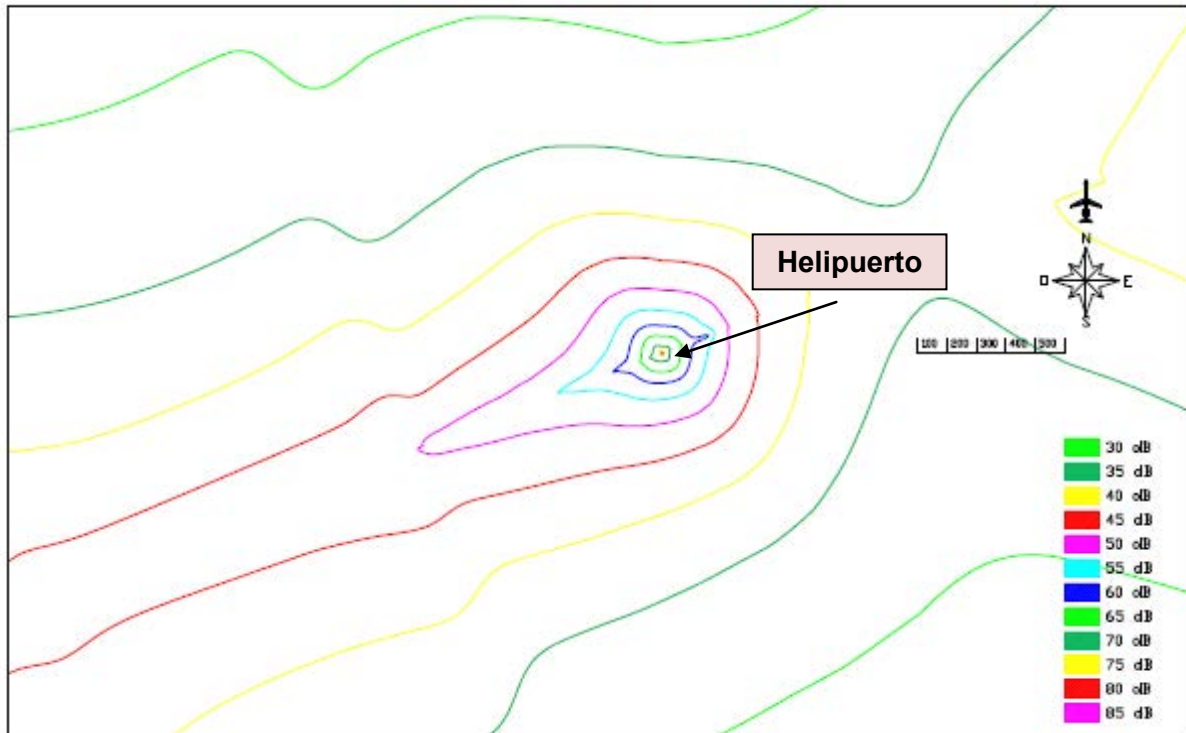


Figura 5. Resultados Escenario 2.

Escenario 3:

Operaciones día tipo (5; 4 en el día y en la noche) con la métrica DNL.

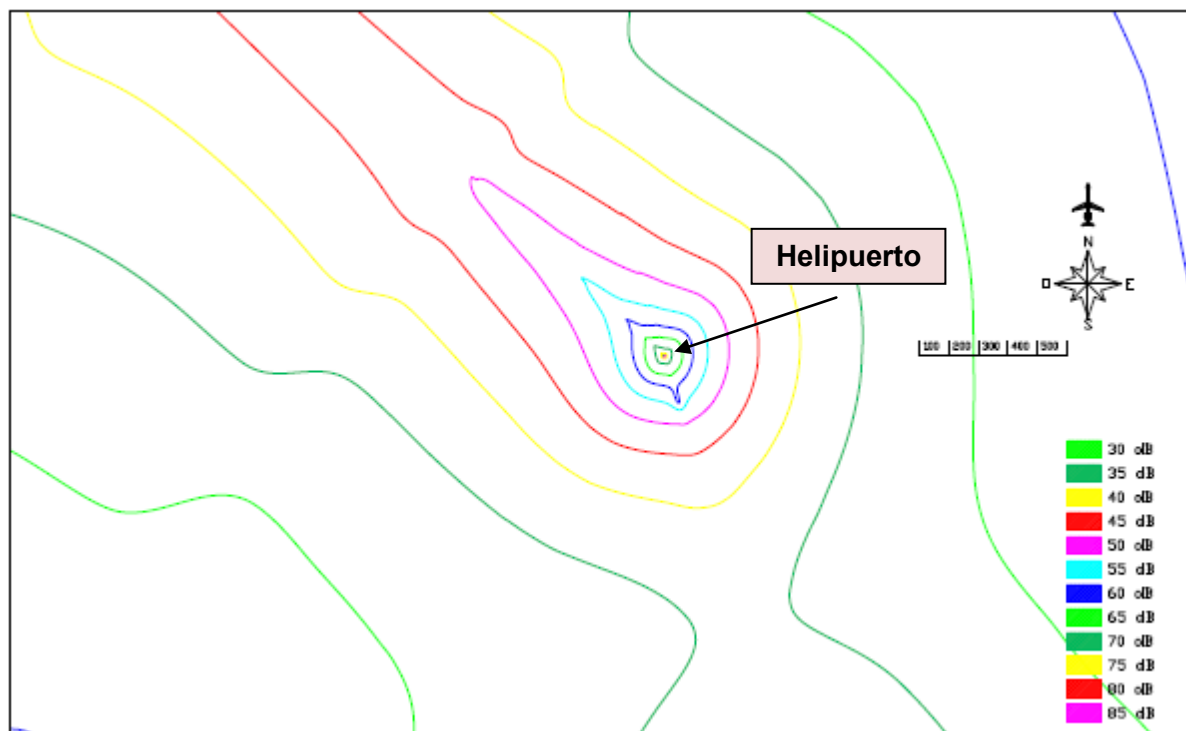


Figura 6. Resultados Escenario 3.

Escenario 4:

Una operación con el BK117 C1 con la métrica SEL.

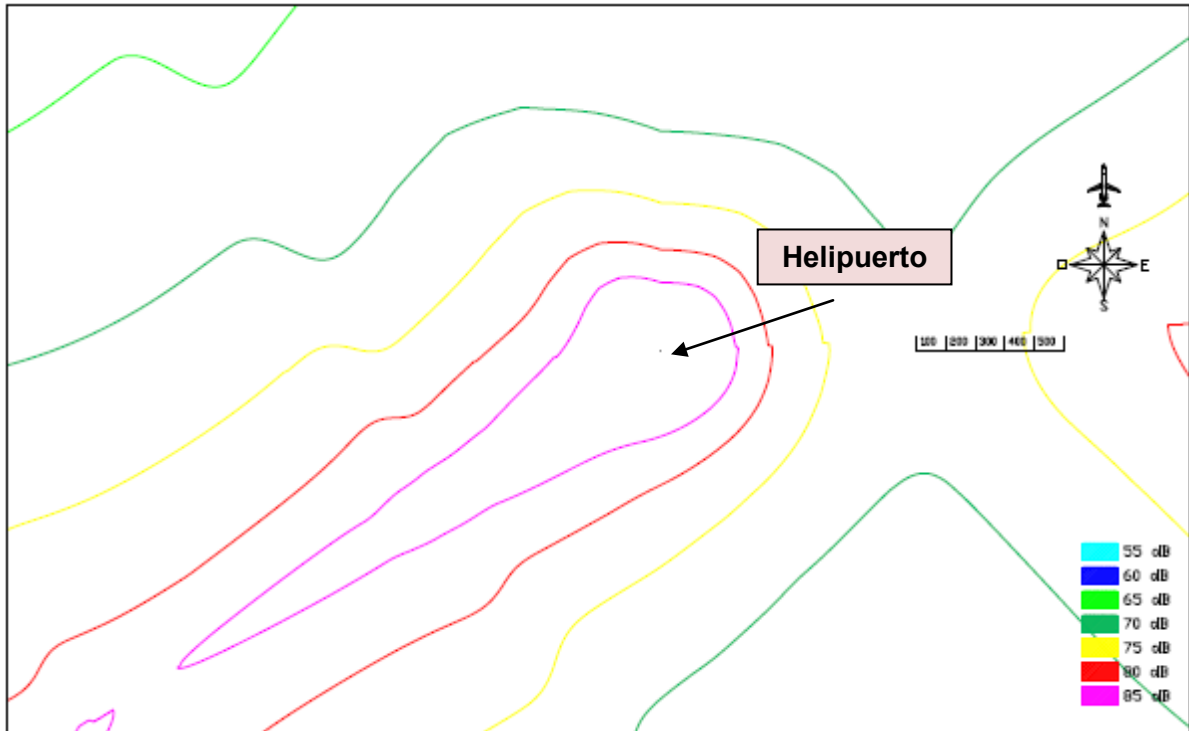


Figura 7. Resultados Escenario 4.

Escenario 5:

Una operación con el BK117 C1 con la métrica SEL.

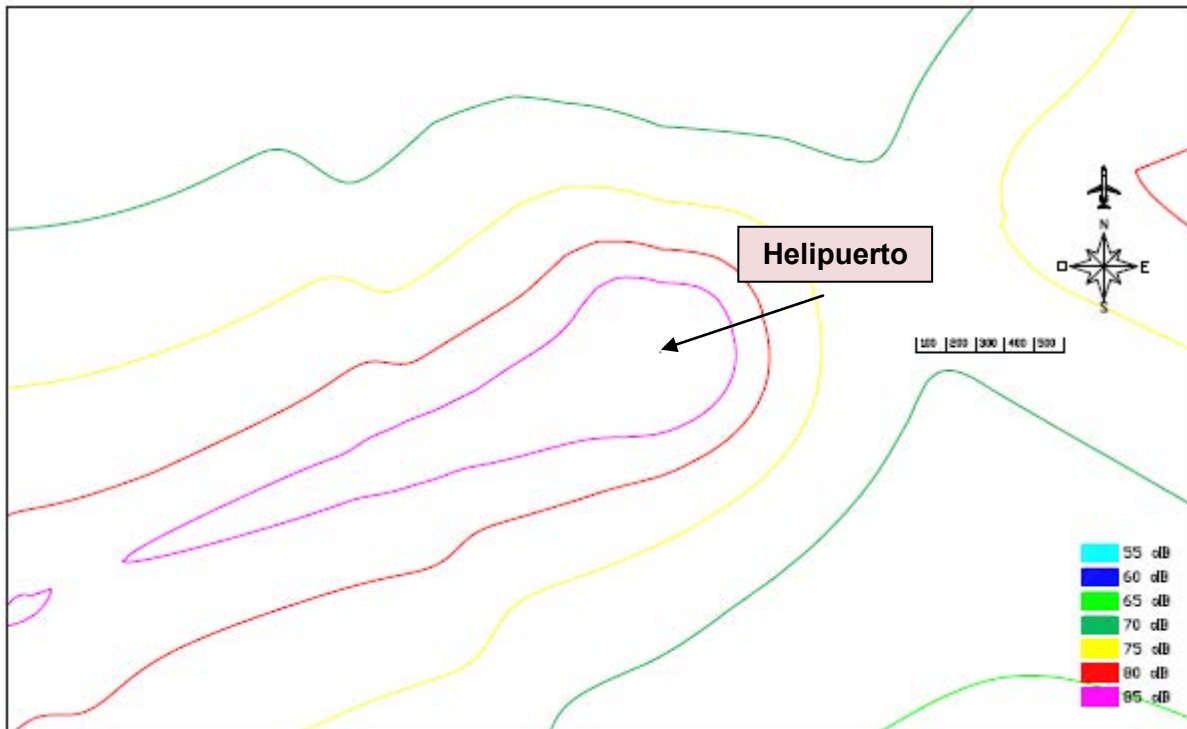


Figura 8. Resultados Escenario 5.

Escenario 6:

Una operación con el BK117 C1 con la métrica SEL.

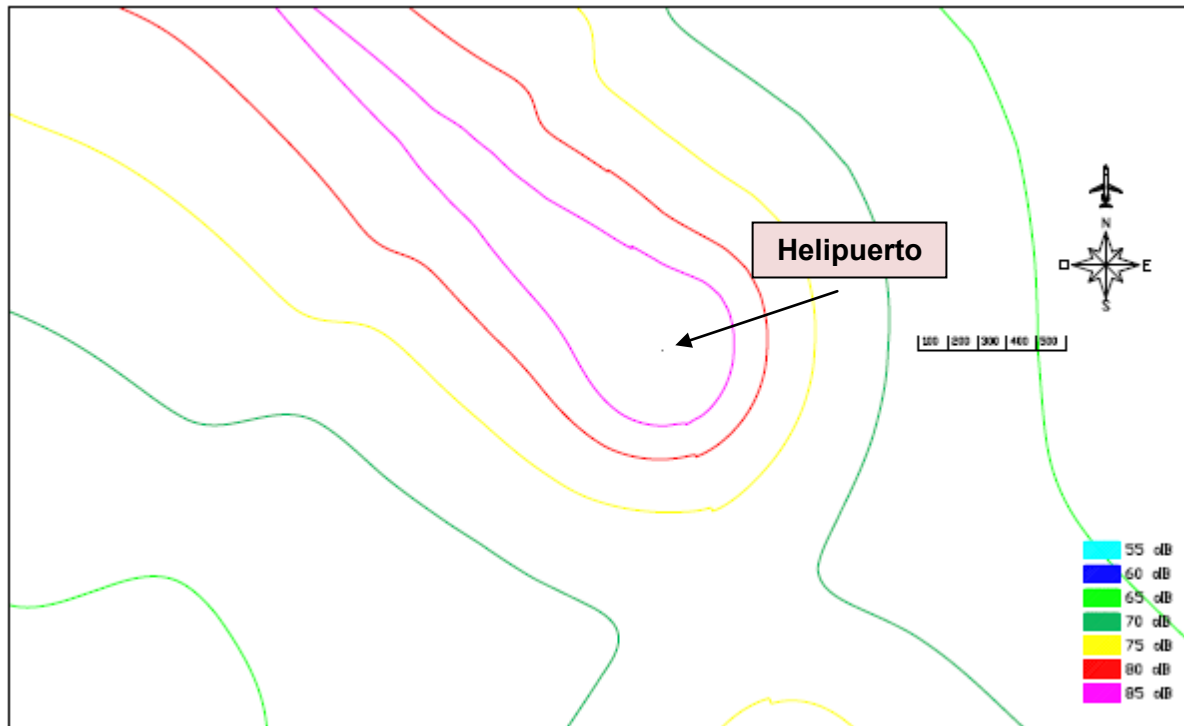


Figura 9. Resultados Escenario 6.

CONCLUSIONES

Como se puede observar en las huellas de ruido obtenidas con la métrica DNL, los niveles de ruido percibidos alcanzan un máximo de apenas 45 dB. Siendo en este caso compatibles con los niveles de ruido urbano.

En cuanto a las huellas obtenidas con la métrica SEL, los valores máximos obtenidos son de 85 dB. En este caso en particular se deberá evaluar adecuadamente la ubicación relativa del emplazamiento del helipuerto a los efectos de adecuarlo a las ordenanzas municipales, en particular aquellas indicadas en el código urbano, que sobre el uso de suelo se realicen.

En todo caso cualquier simulación debería estar complementada con estudios que contemplen todas las fuentes de ruido en superficie, como así también con la determinación del ruido de fondo para las distintas condiciones y actividades que se dan en el entorno inmediato del predio, al tiempo de realizar análisis comparativos entre las fuentes de ruido generadas por estas actividades, el tráfico terrestre y aéreo, actual y previsto.

Bibliografía

- ACr 150/5020-1, Noise Control and Compatibility Planning for Airports, FAA, 1983.
- Aviation Noise Effects, Newman, J. and Beattie, K., Report No. FAA-EE-85-2, 1985.
- OACI Anexo 16 – Protección del Medio Ambiente, Vo, Ruido de las Aeronaves, 2005.
- Cuadernos de Ingeniería de Aeropuertos, Vicente Qudos, ETSIA, UPM, 2005.
- Informe Técnico “Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Ministro Pistarini de Ezeiza”, UID GTA-GIAI, 2008. Informe Técnico “Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Jorge Newbery - Aeroparque”, UID GTA-GIAI, 2008.
- Ruido aeronáutico en operaciones aeroportuarias utilizando software de simulación, Santoiani, D’lorio, Di Bernardi. 2do CAIA, Córdoba. 2010.