



Crédito: Boeing Company

Informe Anual de Niveles de Ruido

Aeropuerto Arturo Merino Benítez 2017

Departamento de Aeródromos y Servicios Aeronáuticos

Dirección General de Aeronáutica Civil



Uno de los principales efectos asociados a la operación de un Aeropuerto y la industria aeronáutica es el impacto ambiental en sus cercanías, y para ser más específicos, la contaminación acústica que las aeronaves pueden ocasionar en las comunidades.

El Aeropuerto Arturo Merino Benítez, ubicado en la ciudad de Santiago, es el principal terminal aéreo del país y presenta un incremento significativo en el número de operaciones, con un crecimiento anual cercano al 10%, lo cual plantea la necesidad de un análisis en relación a los niveles de ruido generados y el impacto en la ciudadanía. En base a lo anterior, en el presente informe se realiza un análisis estadístico de las operaciones registradas en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez durante el año 2017, con lo cual se elabora el mapa de ruido para dicho periodo. Mediante esta información es posible la identificación de los sectores afectados, permitiendo un estudio comparativo de los últimos años.

Si bien los resultados indican un aumento de los niveles de ruido y el área afectada en relación al último periodo de muestreo, se observa una disminución significativa en relación a los niveles de ruido históricos, donde el área afectada sobre los 65 dB YDNL (Nivel promedio anual día-noche) se ha reducido en un 50% en comparación al año 2012. Dicha mejora se debe principalmente a las exigencias de la Dirección General de Aeronáutica Civil, que apuntan a la eliminación progresiva de aeronaves ruidosas y restricciones operativas en el uso de pistas. Sin embargo, se observan sectores habitacionales con niveles de ruido sobre los 65 dB YDNL, lo cual se debe al poblamiento de sectores cercanos al Aeropuerto que históricamente han presentado niveles de ruido elevados, inhibiendo de esta manera las medidas adoptadas por la DGAC para reducir los niveles de ruido y minimizar el impacto en la población. Se concluye que de no existir una planificación territorial que contemple aspectos ambientales, como es la contaminación acústica, el desarrollo tecnológico e implementación de medidas de gestión y reducción del ruido, no impedirán que la población cercana a los aeropuertos se vea afectada por dicho contaminante.



Contenido

1	ANTECEDENTES	3
1.1	<i>Aeropuerto Arturo Merino Benítez (Ap. AMB)</i>	3
1.2	<i>Crecimiento de operaciones año 2017</i>	4
1.3	<i>Exigencias ambientales</i>	6
1.3.1	<i>Resolución de Calificación Ambiental N°410/2003</i>	6
1.3.2	<i>Regulación de Aviación Federal (FAR 150)</i>	6
2	METODOLOGÍA DE MODELACIÓN MAPA DE RUIDO	7
2.1	<i>Modelo Integrado de Ruido (INM)</i>	7
2.2	<i>Descriptorios Acústicos</i>	8
2.3	<i>Monitoreo de niveles de ruido</i>	9
3	MAPA DE RUIDO	14
4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	15
4.1	<i>Escenario 2016 -2017</i>	15
4.2	<i>Área afectada sobre 65 dB YDNL</i>	17
5	CONCLUSIÓN	21

1 ANTECEDENTES

1.1 AEROPUERTO ARTURO MERINO BENÍTEZ (AP. AMB)

El Aeropuerto Arturo Merino Benítez, se encuentra ubicado en la comuna de Pudahuel en el sector noroeste de la ciudad de Santiago, y ubicado próximo a diversos tipos de edificaciones, principalmente asociadas a uso industrial. Sin embargo, sectores habitacionales cercanos al Aeropuerto han ido aumentando paulatinamente durante los últimos años.

El Aeropuerto AMB cuenta con dos pistas, paralelas y distanciadas entre sí a 1.560 m, las cuales presentan las siguientes características:

- Pista 17L/35R; Dimensiones (m) 3.750 x 55.
- Pista 17R/35L; Dimensiones (m) 3.800 x 45.

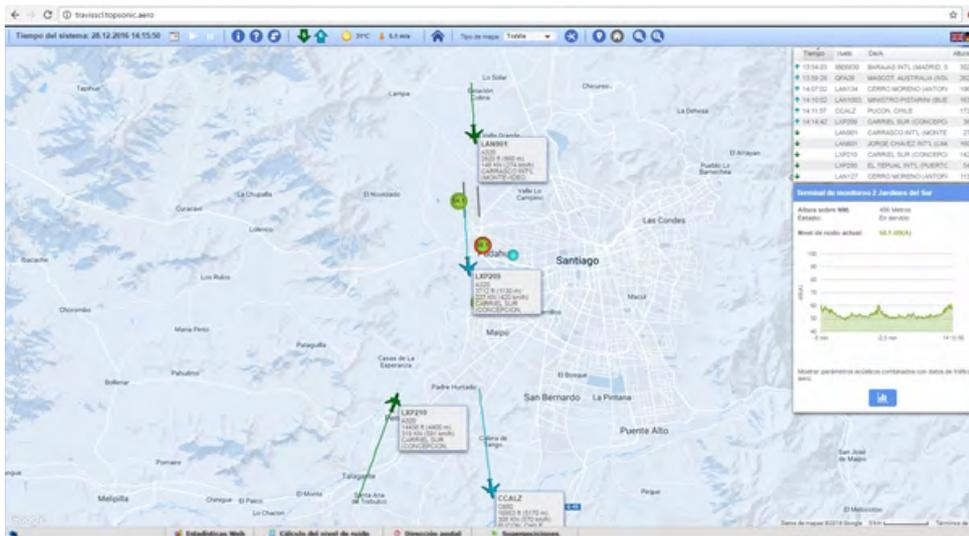


Figura 1 Ubicación Aeropuerto Arturo Merino Benítez. La visualización corresponde a la plataforma TRAVIS del Sistema de Monitoreo de Ruido, la cual permite acceder a las trayectorias de vuelo y niveles de ruido históricos de cada aeronave. Dicha aplicación se encuentra disponible para la comunidad mediante el sitio web <http://travisscl.topsonic.aero/>



1.2 CRECIMIENTO DE OPERACIONES AÑO 2017

Durante el año 2017 se registraron 164.113 operaciones, de las cuales 148.671 corresponden a traslado de carga y pasajeros. Lo anterior representa un crecimiento del 9.6% respecto al total de operaciones durante el año 2016.

Del total de operaciones correspondientes a traslado de carga y pasajeros, el 74.3% se realizó durante el día (07:00 a 22:00 hrs.), mientras que el 25.7% restante en periodo nocturno (22:00 a 07:00 hrs.)

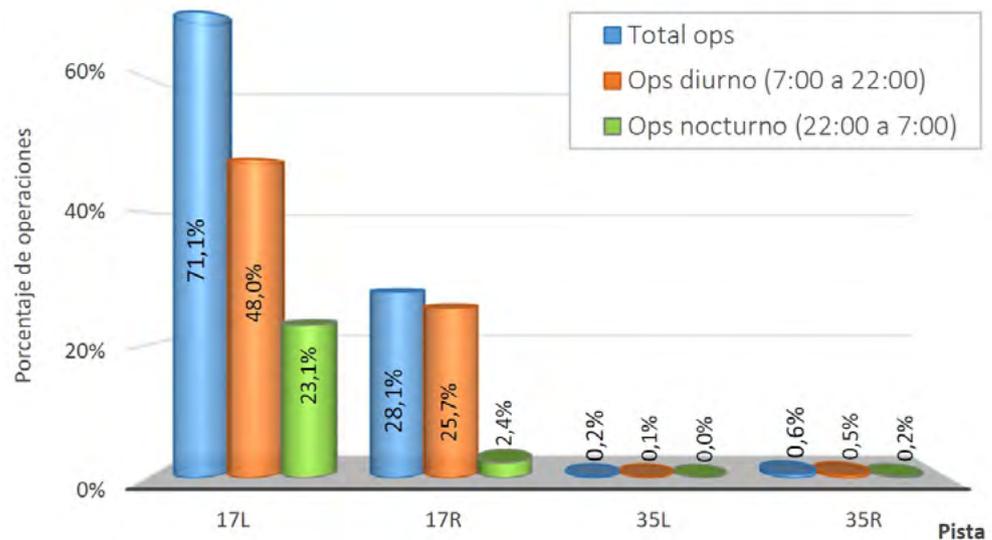


Figura 2 Distribución de operaciones en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez año 2017.

De dicho análisis, se observa un porcentaje de operaciones inferior al 1% por pistas 35L y 35R, asociado a la condición de viento en la ciudad

de Santiago. A su vez, se observa un uso predominante por pista 17L, atribuido principalmente a las restricciones operativas existentes en pista 17R. Cabe señalar que la Dirección General de Aeronáutica Civil dispuso el cierre de dicha pista para maniobras de despegues entre las 22:00 y 7:00 hrs, además de restricción del uso de reversa en maniobras de aterrizaje. Dichas medidas están exclusivamente relacionadas con una disminución de los niveles de ruido hacia el poniente del Aeropuerto, específicamente en el sector de Campo Alegre y Peralito.

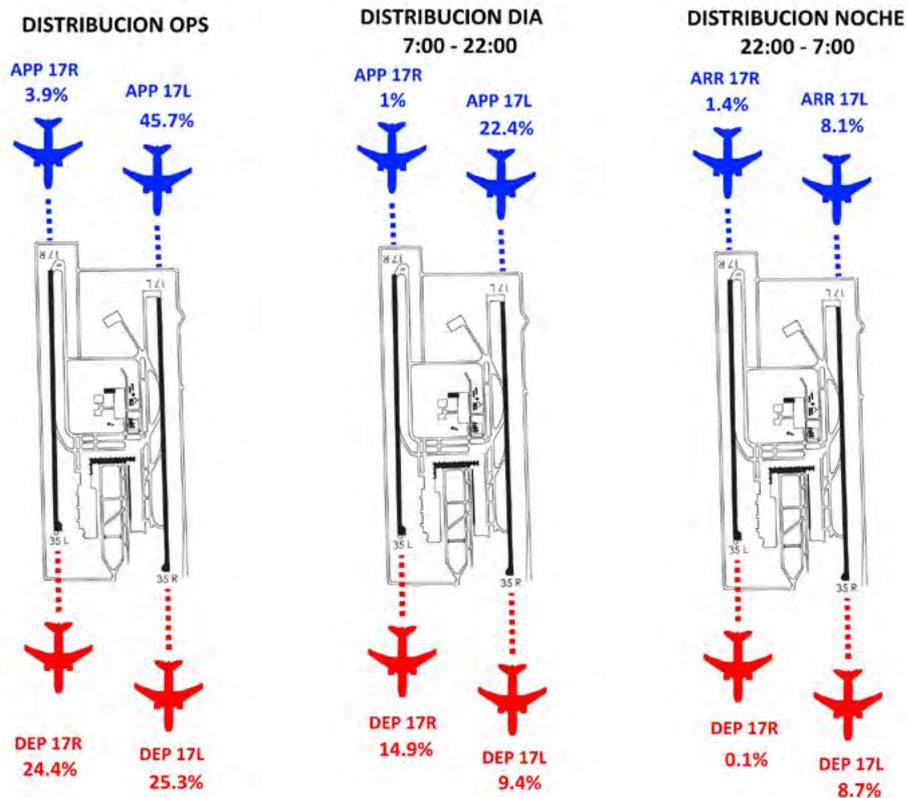


Figura 3 Distribución de operaciones en pistas 17L /17R por periodo diurno y nocturno



1.3 EXIGENCIAS AMBIENTALES

1.3.1 RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL N°410/2003

La Resolución de Calificación Ambiental N°410/2003 establece que el titular del proyecto deberá cumplir una serie de exigencias ambientales y de esta manera minimizar los impactos ambientales asociados a la construcción y operación de la pista 17R/35L del Aeropuerto AMB. Dentro de estas exigencias, dicha RCA establece en su numeral 6.2.10 que el Titular del proyecto deberá:

“Implementar las medidas de control tendientes a garantizar lo establecido en la Adenda 1 del proyecto, especialmente a lo que se refiere a los procedimientos de despegue que no deberá superar el estándar de 65 dB(A) de nivel equivalente día-noche promedio anual (YDNL) medidos en sectores habitacionales cercanos y alejados al proyecto, comunas de Maipú, Pudahuel, Cerro Navia, entre otras”

1.3.2 REGULACIÓN DE AVIACIÓN FEDERAL (FAR 150)

Desarrollada por la Administración de Aviación Federal (F.A.A.) de los Estados Unidos, permite normar los usos de suelo en las cercanías de los Aeropuertos, determinando los niveles de ruido permitidos según la actividad que se desea desarrollar. Para ello se especifica una tabla (Anexo 1) de compatibilidad entre niveles de ruido y uso de suelo permitido dentro de dichas zonas. Dicha regulación a su vez establece una serie de requerimientos para la elaboración, periodicidad y presentación de los mapas de ruido. Cabe señalar que las regulaciones indicadas en la FAR 150 son voluntarias y los operadores de aeropuertos no se encuentran obligados a dar cumplimiento. Sin

embargo, la aprobación de un programa de compatibilidad de ruido (NCP) indicado en dicha regulación es el principal elemento para recibir recursos federales para proyectos de reducción del ruido. Cabe señalar que el nivel 65 dB(A) YDNL utilizado en la RCA N°410/2003 corresponde al estándar aplicado en dicha regulación para sectores residenciales.



2 METODOLOGÍA DE MODELACIÓN MAPA DE RUIDO

En el presente capítulo se indican los pasos metodológicos empleados para la elaboración del mapa de ruido del Aeropuerto AMB, correspondiente al periodo enero-diciembre de 2017. Se realiza una reseña del software empleado en la modelación, y se indican los descriptores acústicos utilizados, para finalizar con un análisis estadístico de los datos registrados en la bitácora de operaciones.



2.1 MODELO INTEGRADO DE RUIDO (INM)

El Software INM, por sus siglas en inglés Integrated Noise Model, es desarrollado por la Administración de Aviación Federal de los Estados Unidos en conjunto con ATAC Corporation (Aviation Analysis Experts) y el Departamento de Transporte Estadounidense.

Dicho software permite cuantificar el grado de contaminación acústica producida por la operación de aeronaves, evaluando la reducción o aumento de los niveles de ruido como consecuencia de modificaciones en las trayectorias de despegue o aterrizaje, cambios en la flota de aeronaves, utilización de pistas u otro medio de gestión del ruido aeroportuario.



El Modelo Integrado de Ruido utiliza algoritmos de cálculo recomendados por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), establecidos en la Circular 205, para la elaboración de los contornos de ruido.

2.2 DESCRIPTORES ACÚSTICOS

Para efectos de análisis, en el presente informe el descriptor acústico utilizado para evaluar el ruido de aeronaves corresponde al nivel promedio anual día- noche (YDNL, Yearly day-night average sound level), el que se define por medio de la siguiente ecuación;

$$YDNL = 10 \log \left[\frac{1}{365} \sum_{j=1}^{365} 10^{\frac{L_{DNj}}{10}} \right] \quad \text{Ecuación 1}$$

Dicho descriptor entrega un nivel representativo de todo un año, considerando los niveles diarios L_{DN} durante 365 días, donde L_{DN} se define mediante la siguiente ecuación:

$$L_{DN} = 10 \log \left\{ \left(\frac{1}{24} \right) \left[(15 \times 10^{0.1L_D}) + (9 \times 10^{0.1(L_N+10)}) \right] \right\} \quad \text{Ecuación 2}$$

L_D : Nivel de presión sonora continuo equivalente día (medido de 07:00 a 22:00 horas).

L_N : Nivel de presión sonora continuo equivalente noche (medido de 22:00 a 07:00 horas).

Cabe señalar que los valores L_{DN} corresponden al aporte exclusivo de aeronaves, por lo cual las condiciones acústicas de entorno (ruido de tráfico rodado, industrial, comunitario, etc) no son consideradas en la modelación.

Para efectos de análisis, al modelo computacional se ingresaron aquellas aeronaves con un porcentaje de operación superior al 1%, considerando que bajo dicho valor el aporte en los niveles de ruido se considera poco significativo.

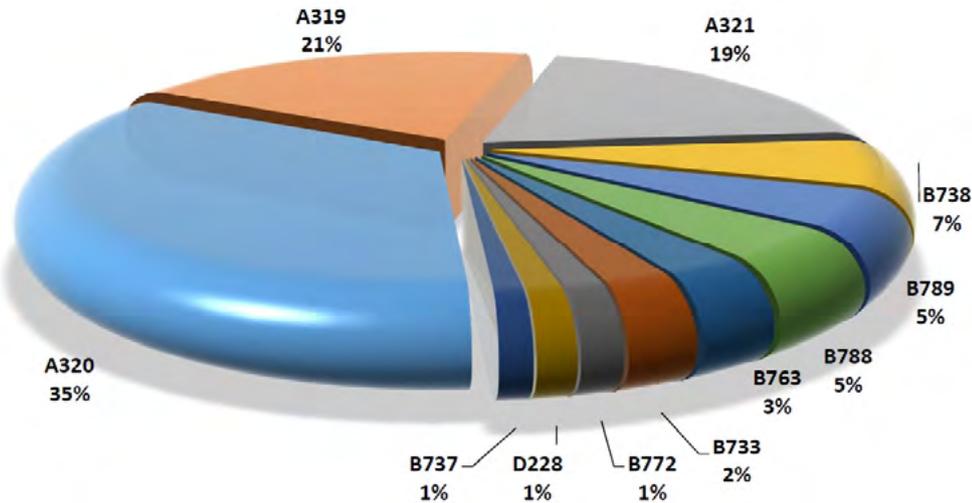


Figura 4 Distribución de operaciones por tipo de aeronave

2.3 MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO

Para efectos de calibración del mapa de ruido, el Aeropuerto Arturo Merino Benítez cuenta con un sistema de monitoreo de ruido cuya funcionalidad es el registro de los niveles de ruido producidos por el paso de aeronaves. El sistema actualmente cuenta con 3 estaciones de monitoreo ubicadas en sectores habitacionales cercanos al Aeropuerto, los cuales se visualizan en Figura 5.



Figura 5 Ubicación terminales de monitoreo de ruido

Ubicacion	Latitud	Longitud
TMR 1 Campo Alegre	-33.390176	-70.808894
TMR 2 Jardines de Vespucio	-33.434247	-70.780504
TMR 3 Huentelenfu	-33.490737	-70.785008



Tabla 1: Latitud y longitud en grados decimales de los terminales de monitoreo de ruido. DATUM WGS84



TMR 1 Campo Alegre



TMR 2 Jardines de Vespucio



TMR 3 Huentelenfu



Figura 6 Terminales de monitoreo de ruido

El reconocimiento y registro de los niveles de ruido son realizados acorde a lo indicado en la norma ISO 20906:2009, Acoustics — Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports, la cual proporciona los lineamientos para el monitoreo de niveles de ruido en aeropuertos. Para ello se realiza una correlación de los niveles de ruido con información de radar y planes de vuelo.

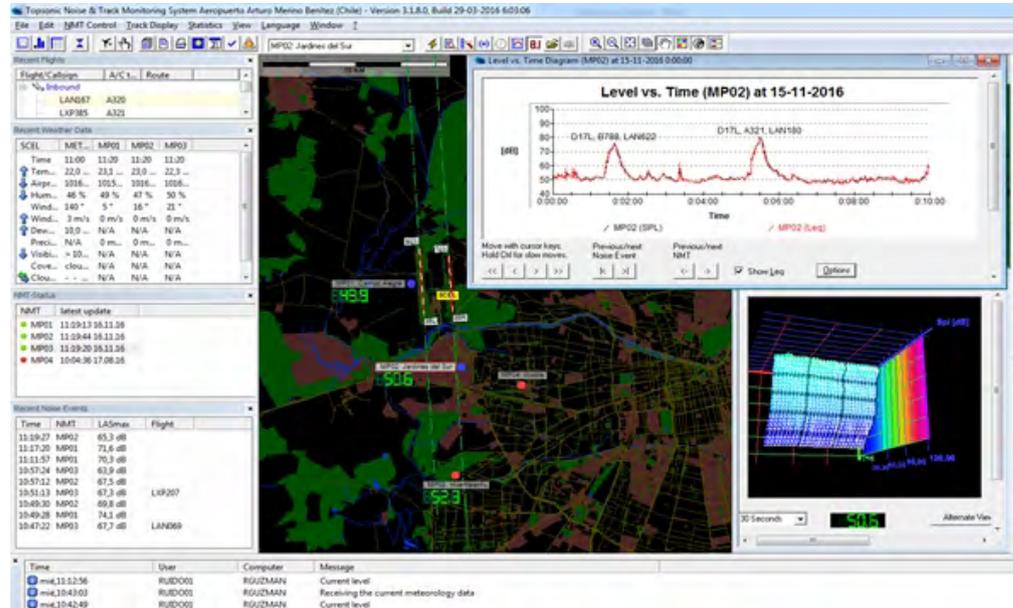


Figura 7 Software de control y configuración del Sistema de Monitoreo de Ruido.

El nivel de ruido promedio anual YDNL es determinado para cada estación de monitoreo, lo cual posteriormente es utilizado para calibrar el mapa de ruido.

Nivel Sonoro Continuo Equivalente
Campo Alegre
 Year 2017

	Sonido Total [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	58,7	55,7	62,7
febrero de 2017	59,0	52,5	60,7
marzo de 2017	60,5	53,6	61,9
abril de 2017	60,4	53,0	61,5
mayo de 2017	60,9	55,5	63,2
junio de 2017	61,0	55,4	63,2
julio de 2017	62,1	59,9	66,7
agosto de 2017	61,8	57,0	64,5
septiembre de 2017	62,2	56,4	64,3
octubre de 2017	59,8	57,5	64,3
noviembre de 2017	59,7	58,4	65,0
diciembre de 2017	60,3	58,1	64,9
Suma	60,7	56,6	63,9

	Sonido de Aeronave [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	54,3	40,3	53,2
febrero de 2017	55,6	37,4	53,9
marzo de 2017	57,2	36,1	55,3
abril de 2017	52,9	40,3	52,1
mayo de 2017	57,0	45,7	56,6
junio de 2017	57,7	47,3	57,5
julio de 2017	59,2	49,8	59,4
agosto de 2017	59,2	41,6	57,6
septiembre de 2017	59,4	30,7	57,4
octubre de 2017	45,0	42,9	47,9
noviembre de 2017	31,5	24,4	32,8
diciembre de 2017	53,1	43,1	53,1
Suma	56,4	43,2	55,4

	Sonido de Fondo [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	56,8	55,5	62,1
febrero de 2017	56,4	52,4	59,6
marzo de 2017	57,8	53,5	60,9
abril de 2017	59,5	52,7	61,0
mayo de 2017	58,6	55,1	62,2
junio de 2017	58,2	54,7	61,8
julio de 2017	59,0	59,5	65,8
agosto de 2017	58,2	56,9	63,5
septiembre de 2017	59,0	56,4	63,3
octubre de 2017	59,6	57,5	64,2
noviembre de 2017	59,7	58,4	65,0
diciembre de 2017	59,4	58,0	64,6
Suma	58,6	56,4	63,2

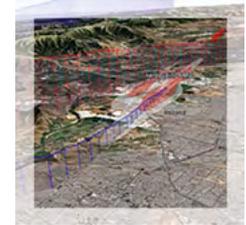


Nivel Sonoro Continuo Equivalente
Jardines del Sur
 Year 2017

	Sonido Total [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	59,5	62,2	68,3
febrero de 2017	61,9	62,5	68,8
marzo de 2017	60,4	61,3	67,6
abril de 2017	57,6	60,9	67,0
mayo de 2017	60,6	60,9	67,2
junio de 2017	62,9	60,7	67,5
julio de 2017	61,8	61,9	68,3
agosto de 2017	61,7	61,4	67,9
septiembre de 2017	62,3	61,3	67,9
octubre de 2017	65,2	61,7	68,8
noviembre de 2017	64,9	62,5	69,3
diciembre de 2017	63,4	63,1	69,6
Suma	62,3	61,8	68,2

	Sonido de Aeronave [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	55,6	60,5	66,4
febrero de 2017	59,6	62,0	68,2
marzo de 2017	54,9	60,6	66,6
abril de 2017	48,9	56,2	62,0
mayo de 2017	58,4	60,1	66,3
junio de 2017	60,5	59,8	66,3
julio de 2017	59,9	61,2	67,4
agosto de 2017	59,7	60,6	66,9
septiembre de 2017	59,2	60,7	67,0
octubre de 2017	64,3	61,1	68,1
noviembre de 2017	64,2	62,0	68,8
diciembre de 2017	62,3	62,5	68,9
Suma	60,4	60,8	67,2

	Sonido de Fondo [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	57,1	57,3	63,7
febrero de 2017	58,1	52,7	60,5
marzo de 2017	58,9	53,1	60,9
abril de 2017	57,0	59,1	65,3
mayo de 2017	56,7	52,9	60,1
junio de 2017	59,1	53,3	61,2
julio de 2017	57,3	53,4	60,6
agosto de 2017	57,4	53,9	61,0
septiembre de 2017	59,3	52,4	60,7
octubre de 2017	57,9	52,6	60,3
noviembre de 2017	56,6	52,9	60,1
diciembre de 2017	56,6	54,1	61,0
Suma	57,8	54,6	61,6



Nivel Sonoro Continuo Equivalente
Huentelenufú
 Year 2017

	Sonido Total [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	60,1	61,5	67,7
febrero de 2017	60,4	60,5	66,9
marzo de 2017	61,5	60,5	67,0
abril de 2017	60,1	56,6	63,7
mayo de 2017	61,0	57,3	64,4
junio de 2017	62,4	56,5	64,4
julio de 2017	61,3	58,3	65,3
agosto de 2017	62,1	58,3	65,5
septiembre de 2017	61,9	58,4	65,5
octubre de 2017	62,1	57,7	65,1
noviembre de 2017	61,9	58,4	65,5
diciembre de 2017	61,4	61,4	67,8
Suma	61,4	59,1	66,0

	Sonido de Aeronave [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	53,1	54,0	60,3
febrero de 2017	54,3	54,7	61,1
marzo de 2017	52,7	53,6	59,9
abril de 2017	48,4	49,4	55,7
mayo de 2017	54,2	53,5	60,0
junio de 2017	54,9	53,0	59,7
julio de 2017	54,6	54,3	60,8
agosto de 2017	55,1	54,0	60,5
septiembre de 2017	54,4	53,4	60,0
octubre de 2017	57,4	54,2	61,2
noviembre de 2017	57,3	54,7	61,6
diciembre de 2017	55,8	55,3	61,8
Suma	54,9	53,9	60,4

	Sonido de Fondo [dB(A)]		
	L _{eq} Día	L _{eq} Noche	L _{DN}
enero de 2017	59,1	60,6	66,9
febrero de 2017	59,1	59,1	65,5
marzo de 2017	60,8	59,4	66,1
abril de 2017	59,8	55,7	63,0
mayo de 2017	59,9	54,9	62,5
junio de 2017	61,6	53,9	62,6
julio de 2017	60,3	56,0	63,4
agosto de 2017	61,2	56,4	63,9
septiembre de 2017	61,1	56,7	64,1
octubre de 2017	60,3	55,2	62,8
noviembre de 2017	60,0	55,9	63,2
diciembre de 2017	60,0	60,2	66,6
Suma	60,3	57,6	64,5

Ubicacion	Nivel YDNL medido	Nivel YDNL modelado
TMR 1 Campo Alegre	55.4	55.7
TMR 2 Jardines de Vespucio	67.2	67.4
TMR 3 Huentelenfu	60.4	60.1

Tabla 2: Nivel YDNL 2017 medido y modelado en software INM



4 Análisis de Resultados

4.1 Escenario 2016 -2017

Contrastando los resultados del periodo 2016, se observa una disminución del área asociada a las operaciones por Pista 17R/35L. Lo anterior producto del cierre temporal de dicha pista debido a trabajos de reparación y conexión con calles de rodaje, lo cual generó un aumento de operaciones en Pista 17L y un incremento en el área de 65 dB(A) hacia el sector sur del Aeropuerto.





Figura 9 Mapa de ruido Ap. AMB. Comparación año 2016 y 2017

Cabe señalar que la cantidad de operaciones se ha incrementado en un 20% en relación al año 2012, sin embargo el área afectada de 65 dB(A) se ha reducido 50% aproximadamente en relación a dicho año, lo cual representa un avance significativo en la reducción de los niveles de ruido. Lo anterior se debe principalmente al recambio de la flota aérea, especialmente el retiro de aeronaves Capitulo 2 de la OACI y al incremento de aeronaves tipo B788/B789 con aproximadamente un 10% del total de operaciones, los cuales presentan niveles de ruido considerablemente menores.



Tabla 3: Superficie afectada bajo la curva de 65 dB YDNL

4.2 Área afectada sobre 65 dB YDNL

La Dirección General de Aeronáutica Civil ha realizado gestiones para reducir los niveles de ruido producidos por la operación de aeronaves, sin embargo el crecimiento inmobiliario y la construcción de viviendas en sectores cercanos al Aeropuerto, han impedido una

mayor efectividad de dichas medidas. Producto de ello, actualmente existen sectores con niveles de ruido sobre los 65 dB YDNL. En la Figura 10 se observa el sector habitacional “Jardines de Vespucio” con niveles mayores a 65 dB YDNL.

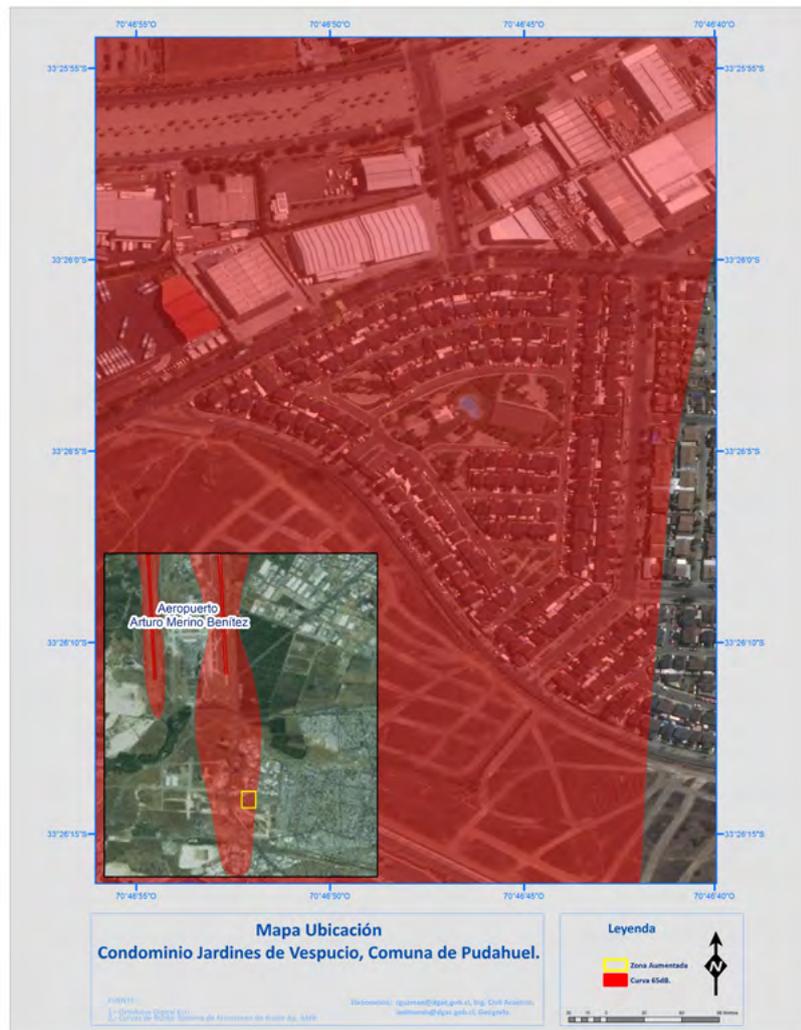


Figura 10 Área residencial con niveles mayores a 65 dB

Cabe señalar que toda medida operacional para reducir los niveles de ruido, es infructuosa si no va acompañada de una planificación territorial. Si bien ha existido una disminución del área de 65 dB(A) durante los últimos años, el desarrollo de proyectos inmobiliarios cercanos al Aeropuerto ha generado que dichos sectores se vean afectados por las operaciones aéreas.

En Figura 11 se observa el sector Jardines de Vespucio al año 2003. Si bien los niveles de ruido eran mayores¹ en dicha zona, no existían sectores habitacionales afectados con niveles de ruido superiores a los 65 dB YDNL.

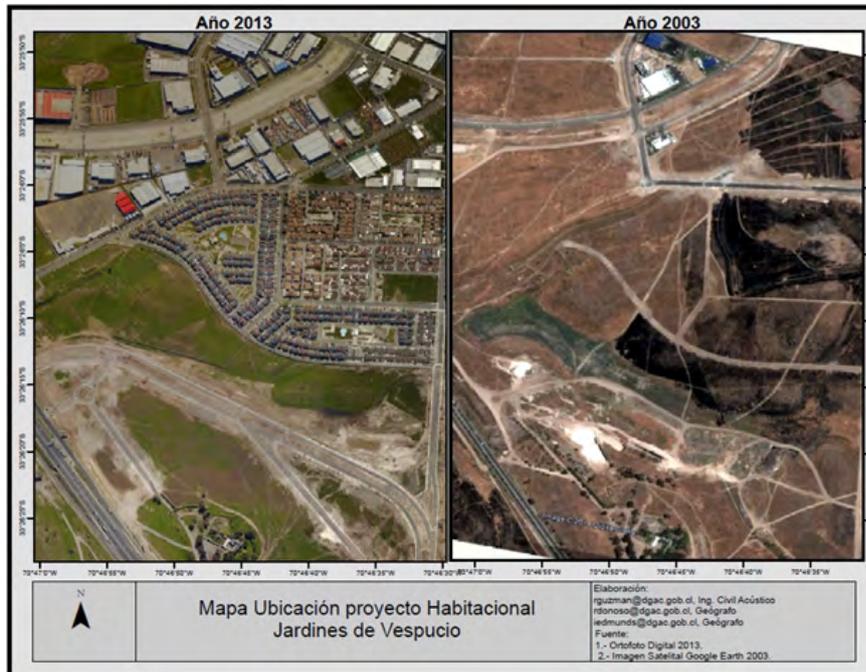


Figura 11 Sector Jardines de Vespucio comparación año 2013 y 2003

¹ Datos recogidos de Estudio de Impacto Ambiental realizado por el Ministerio de Obras Públicas, año 2003.

Con fecha 26 de noviembre de 2013, se publicó en el Diario Oficial la modificación 100 al Plan Regulador Metropolitano de Santiago, en el cual se observa la expansión del suelo urbano (áreas habitacionales).

Al contrastar los niveles de ruido correspondientes al año 2017 con las nuevas zonas urbanizables (Figura 12) se visualizan áreas afectadas con niveles mayores a 65 dB YDNL.

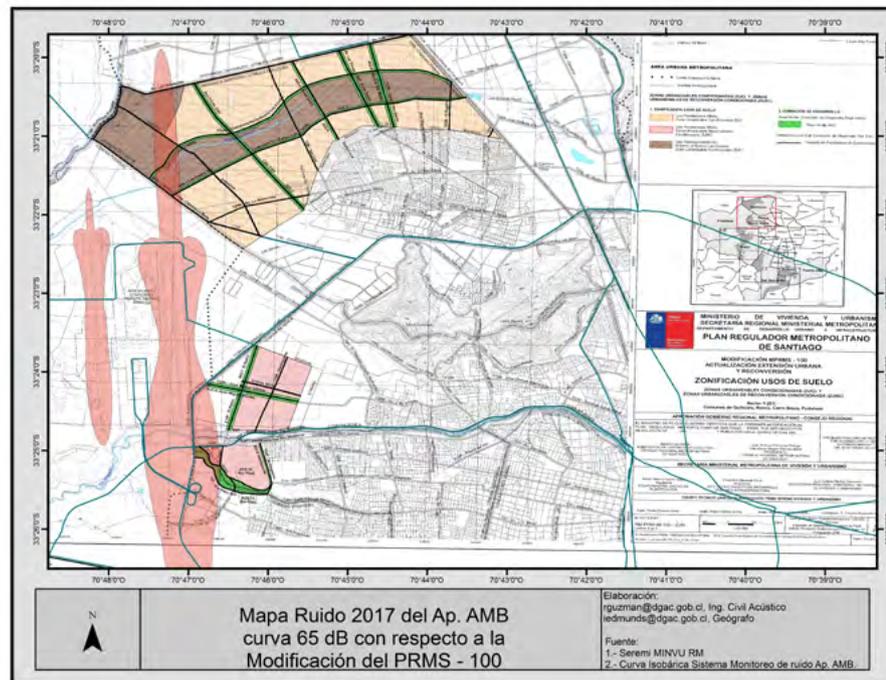


Figura 12 Plan Regulador Metropolitano y área de 65 dB

5 Conclusión

Se realizó un análisis estadístico de la información contenida en la bitácora de operaciones del Aeropuerto Arturo Merino Benítez, considerando el periodo entre el 01 de enero y 31 de diciembre de 2017. A partir de dicho análisis se ingresaron los datos de entrada al modelo computacional Integrated Noise Model, obteniendo como resultado el mapa de ruido YDNL, de acuerdo al compromiso ambiental establecido en la RCA N°410/2003.

En base a los antecedentes expuestos, se observa un incremento de la superficie con niveles de ruido sobre los 65 dB YDNL en relación al periodo anual 2016 (12.7 km²).

Sin embargo, es necesario destacar que, si bien los niveles se han reducido considerablemente en relación al año 2012, existe un sector residencial con niveles de ruido sobre los 65 dB YDNL, de acuerdo al análisis indicado en el presente informe. Cabe señalar que el sector analizado fue construido y poblado recientemente, y claramente sin considerar los efectos de la operación de aeronaves.

Finalmente, es importante destacar que cualquier medida operacional o de gestión del ruido que se realice en el Aeropuerto, y que permitan una disminución de la contaminación acústica, debe ser complementada con una planificación territorial de los sectores aledaños al Aeropuerto.





Informe elaborado por el Departamento de Aeródromos
y Servicios Aeronáuticos
Dirección General de Aeronáutica Civil
Av. San Pablo N°8381, Pudahuel - Santiago, Chile

Aclaraciones y consultas:

Ricardo Guzmán López

Correo electrónico: rguzman@dgac.gob.cl

Teléfono: (+56) 2 2290 4659

<http://www.dgac.gob.cl>

Alejandro Riveros Torres

Diseño Gráfico

