

# PRIMERAS JORNADAS REGIONALES DE ACÚSTICA AdAA 2009

19 y 20 de noviembre de 2009, Rosario, Argentina



AdAA2009-A023

## Mapa de ruido de la Base Vicecomodoro Marambio Antártida Argentina

Jorge Perez Villalobo<sup>(a)</sup>,  
Hector P. Sappia<sup>(b)</sup>,  
Mario R. Serra<sup>(a), (c)</sup>.

(a) Centro de Investigación y Transferencia en Acústica, CINTRA, Unidad Asociada del CONICET, Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, X5016ZAA, Córdoba, Argentina. E-mail: jperez@electronica.frc.utn.edu.ar

(b) Profesional Independiente.

(c) Miembro de la Carrera del Investigador Científico y Tecnológico del CONICET, Argentina.

### Abstract

This study presents a set of noise maps of the Vicecomodoro Marambio Base, Province of Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, which belongs to the Argentine Air Force. The noise maps were obtained during various activities carried out within the area of the Vicecomodoro Marambio Base, covering a total area of approximately 194 400 m<sup>2</sup>. Software simulation and prediction of noise levels were used to draw the maps.

### Resumen

En este estudio se presenta un conjunto de mapas de ruido realizados en la Base Vicecomodoro Marambio, Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur, dependiente de la Fuerza Aérea Argentina. Los mapas de ruido fueron relevados durante el desarrollo de distintas actividades realizadas dentro del área comprendida por la Base Vicecomodoro Marambio, cubriendo una superficie total de aproximadamente 194.400 m<sup>2</sup>. Para la realización y diseño se utilizaron además programas informáticos de simulación y predicción de niveles sonoros.

## 1 Introducción

Entre los meses de Septiembre de 2008 y Abril de 2009, personal técnico comprendido por los Ingenieros Héctor Pablo Sappia y Jorge Pérez Villalobo, bajo el asesoramiento técnico del Ingeniero Mario René Serra (Director del Centro de Investigación y Transferencia en Acústica, CINTRA, de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba) efectuaron una serie de relevamientos de niveles sonoros en la Base Vicecomodoro Marambio, provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

Este estudio tuvo como finalidad la realización de un conjunto de mapas de ruido durante el desarrollo de distintas actividades realizadas dentro del área comprendida por la Base Vicecomodoro Marambio, cubriendo una superficie total de aproximadamente 194.400 m<sup>2</sup>.

La Base está compuesta por un conjunto de edificaciones que contienen distintos tipos de salas como dormitorios, comedor, oficinas, museo, hangar, usina eléctrica, etc. Todas las edificaciones están esparcidas en el área que comprende la Base y se conectan entre sí a través de pasarelas peatonales.

## 2 Metodología

En una primera visita a la Base (el 24 de Septiembre de 2008) se realizó un relevamiento del entorno cercano a la Usina de generación eléctrica, ubicada en el sector Sudoeste de la Base, para el cual se midieron varios puntos fijos en diferentes direcciones y luego se predijeron los niveles sonoros restantes por medio del programa de confección de mapas sonoros Cadna A, dando como resultado el mapa de ruido del entorno circundante a la Usina(ver Figura 7).

En las siguientes visitas se realizaron distintos relevamientos, en los cuales las actividades se dividieron en cuatro etapas:

a)Primera etapa: a partir de una foto satelital, se confeccionó una grilla con coordenadas de latitud y longitud global. La resolución de la grilla fue de aproximadamente 40 m x 40 m (ver Figura 9)

b)Segunda etapa: mediante la utilización de GPS (Global Positioning System) y medidor de nivel sonoro, se relevaron los valores de coordenadas de posicionamiento global y sus respectivos niveles sonoros en la mayor parte de los puntos que conforman la grilla, durante la realización de diferentes actividades cotidianas de la Base.

c)Tercera etapa: con los datos recolectados se confeccionaron grillas de niveles sonoros que muestran la distribución de éstos, identificándose la localización de cada uno de los puntos de medición.

d)Cuarta etapa: con las distintas matrices de datos relevadas y mediante el uso del programa de confección de mapas de ruidos Cadna A y un programa especialmente desarrollado en Matlab por el CINTRA para cálculo de niveles sonoros (Beranek, L. 1954 y 1967; Kinsler, L. et al. 1962; Aballéa F. et al. 2004; Jonsson, G et al. 2008), se construyeron los mapas correspondientes a la Base Vicecomodoro Marambio durante las diferentes actividades que se llevan a cabo en la misma (ver Figuras 10 a 21)

## 3 Mediciones

Las mediciones se realizaron durante cuatro visitas a la Base, las que se detallan a continuación conjuntamente con las actividades relevadas en cada caso:

- **24 de Septiembre de 2008:** relevamiento de niveles sonoros del área circundante a la usina de la Base, con el grupo electrógeno N° 3 (marca Caterpillar de 650 KVA) en funcionamiento (ver Figura 1).



**Figura 1.** Mediciones en área circundante a la Usina.

- **10 a 12 de Noviembre de 2008:** relevamiento de niveles sonoros de la Base con la aeronave Hércules-C130 en la pista de aterrizaje con sus motores detenidos y la unidad APU funcionando, mientras se realizaban operaciones de carga y descarga de la aeronave (ver Figura 2).



**Figura 2.** Aeronave Hércules-C130 en la pista de aterrizaje.

- **13 a 15 de Febrero de 2009:**

- a) Relevamiento de niveles sonoros de la Base en condición de actividad normal, es decir, sin la presencia de actividad de equipos aéreos o terrestres (aeronaves C130-Hércules y Twin Otter, Helicópteros Bell 212, topadoras Caterpillar y Terex, máquinas viales, etc). Las fuentes sonoras mas importantes que se encontraban en funcionamiento al momento de las mediciones eran el grupo electrógeno N°3 en la usina y la bomba de agua para consumo, localizada en las proximidades de la laguna (ver Figura 3).
- b) Relevamiento de niveles sonoros de la Base con un grupo constituido por dos helicópteros Bell 212 realizando diferentes tareas: en primer lugar, check lists y operaciones de entrenamiento en la zona próxima al hangar, y en segundo lugar,

operaciones de aprovisionamiento de combustible y traslado de personal en la zona de embarque próxima a la pista de aterrizaje (ver Figura 4).

- c) Relevamiento de niveles sonoros de la Base con la aeronave Hércules-C130 realizando la puesta en marcha de los motores y el carreteo hacia la cabecera de la pista de aterrizaje.



**Figura 3.** Base con actividad normal sin operaciones externas.



**Figura 4.** Helicópteros Bell 212 realizando check lists y entrenamiento.

- **3 a 9 de Abril de 2009:** relevamiento de niveles sonoros de la Base con una aeronave Twin Otter realizando check lists y operaciones de entrenamiento próximas al hangar y luego el traslado hacia la pista de aterrizaje (ver Figura 5).



**Figura 5.** Aeronave Twin Otter realizando operaciones de entrenamiento.

En todos los casos, las mediciones realizadas fueron de carácter estadístico durante tiempos representativos en función de la variabilidad de los ruidos del entorno sonoro relevado. En cada punto se relevó un grupo de descriptores estadísticos de ruido (Percentiles) siendo el L50 (representativo del valor medio) el descriptor utilizado para la confección de los mapas de ruido (ISO 1996-2: 1987; González, J. et al. 2003). Las mediciones se realizaron siempre bajo condiciones meteorológicas buenas con niveles de viento en superficie por debajo de los 4 m/s y temperaturas externas por encima de los  $-15^{\circ}$  C. Los niveles de nieve acumulada en el terreno no sobrepasaban los 2,0 m.

Para los relevamientos de los niveles sonoros en campo se empleó el siguiente instrumental propiedad del CINTRA:

- Medidor de nivel sonoro marca Bruel & Kjaer modelo 2250 <sup>(1)</sup>
- Medidor de nivel sonoro marca Bruel & Kjaer modelo 2238 <sup>(1)</sup>
- Dos micrófonos de precisión marca Bruel & Kjaer modelo 4155 <sup>(1)</sup>
- Fuente sonora de referencia marca Bruel & Kjaer modelo 4231 <sup>(1)</sup>
- Grabador de audio digital marca Sony modelo DAT TCD-D8
- Preamplificador para micrófono marca Norsonic
- Micrófono de precisión marca Norsonic
- Notebook marca Hewlet Packard modelo Pavilion DV6000
- Distanciómetro láser marca Trimble modelo HD150
- GPS marca Garmin modelo Pilot III
- Varios: trípodes, protectores de viento

<sup>(1)</sup> Trazables con los patrones de la Unión Europea a través del Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), de Braunschweig, Alemania.

#### 4 Resultados

En las siguientes figuras se muestran las distintas matrices y sus correspondientes mapas de ruido obtenidos de acuerdo a las actividades que se desarrollan en la Base. Los niveles sonoros en celeste corresponden a los medidos cuando la actividad es normal, es decir, sin aeronaves y vehículos terrestres en operación. En cambio, los niveles en naranja son los que se modifican considerablemente (por encima de los 2 dBA con respecto a los celestes) cuando las aeronaves o vehículos se encuentran en operación. Cabe aclarar, que la

incertidumbre de los niveles sonoros estimados por medio de los programas de predicción de mapas de ruidos utilizados es de aproximadamente +/- 1,5 dBA.

**Área circundante a la Usina.**



**Figura 6.** Imagen satelital de la usina con los puntos relevados.

**Tabla 1.** Niveles medidos alrededor de la Usina.

Punto de medición N°	Distancia a la pared perimetral de la Usina	Dirección	Nivel sonoro [L50] (dBA)
1	10 m	Sureste	81,5
2	20 m	Sureste	74,0
3	40 m	Sureste	64,0
4	80 m	Sureste	58,5
5	20 m	Noroeste	56,5
6	40 m	Noroeste	50,1
7	20 m	Noreste	60,3
8	40 m	Noreste	55,5
9	20 m	Suroeste	65,4
10	40 m	Suroeste	61,2

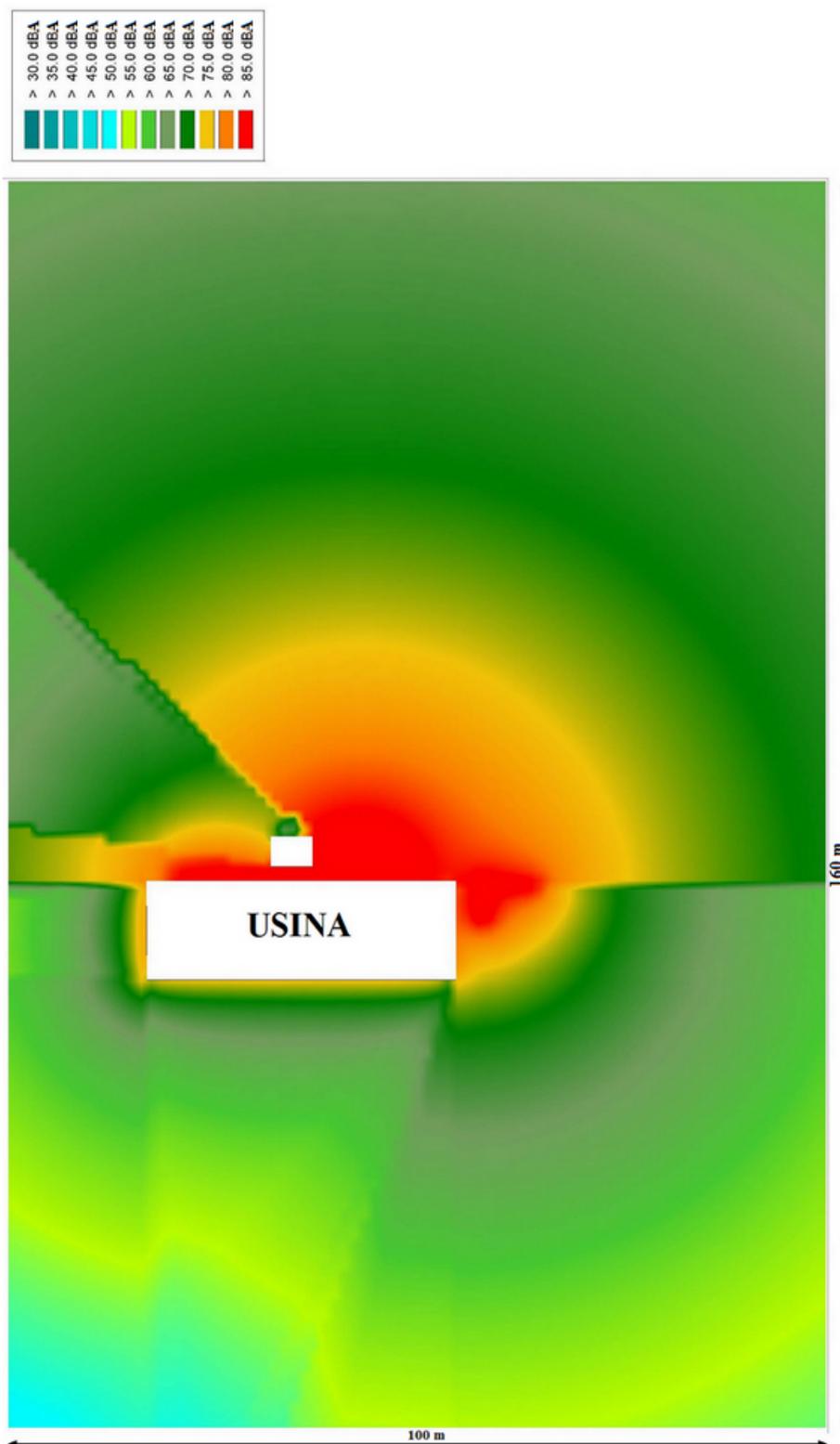


Figura 7. Mapa de ruido alrededor de la usina.

### Base Marambio completa

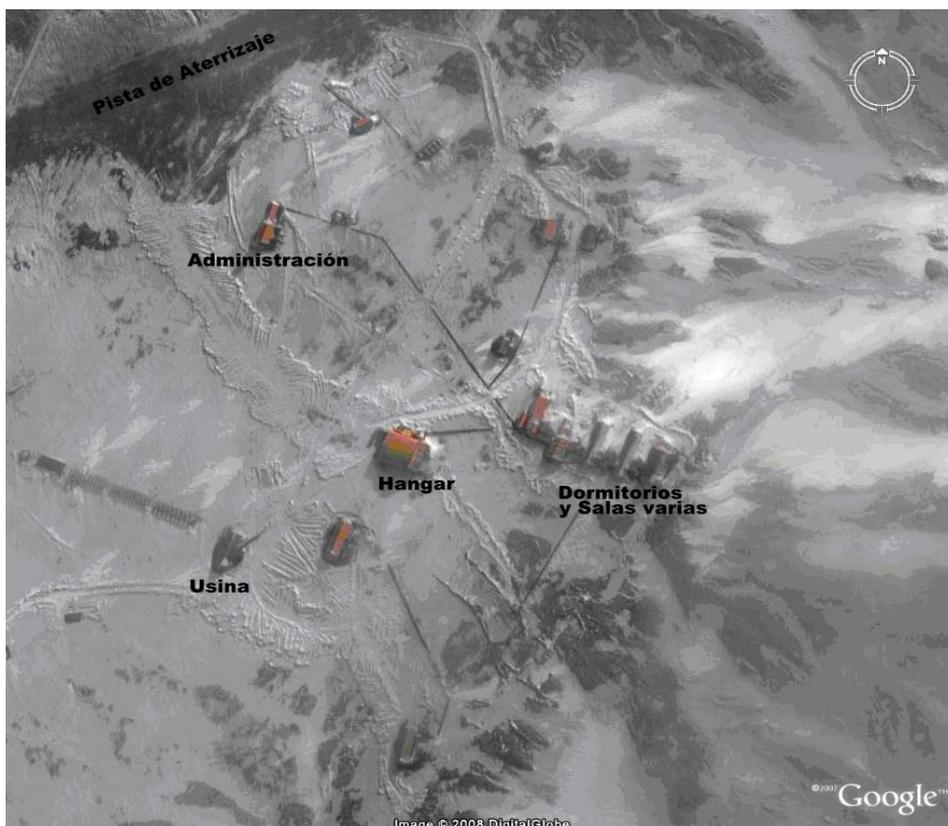


Figura 8. Imagen satelital de la Base completa.

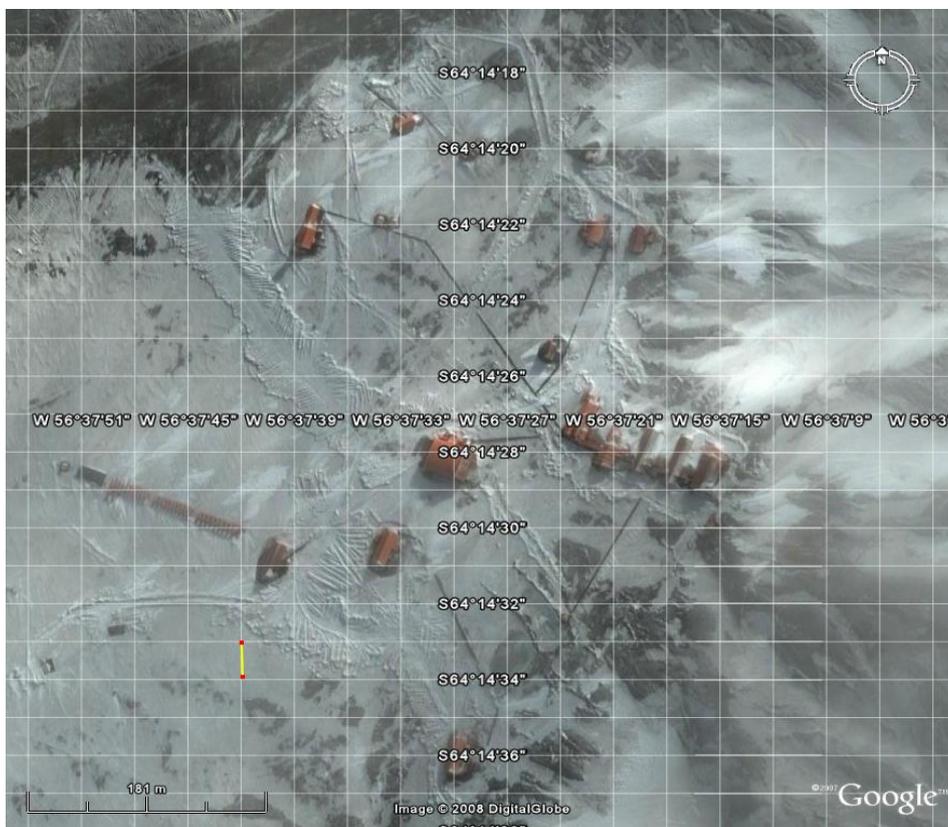
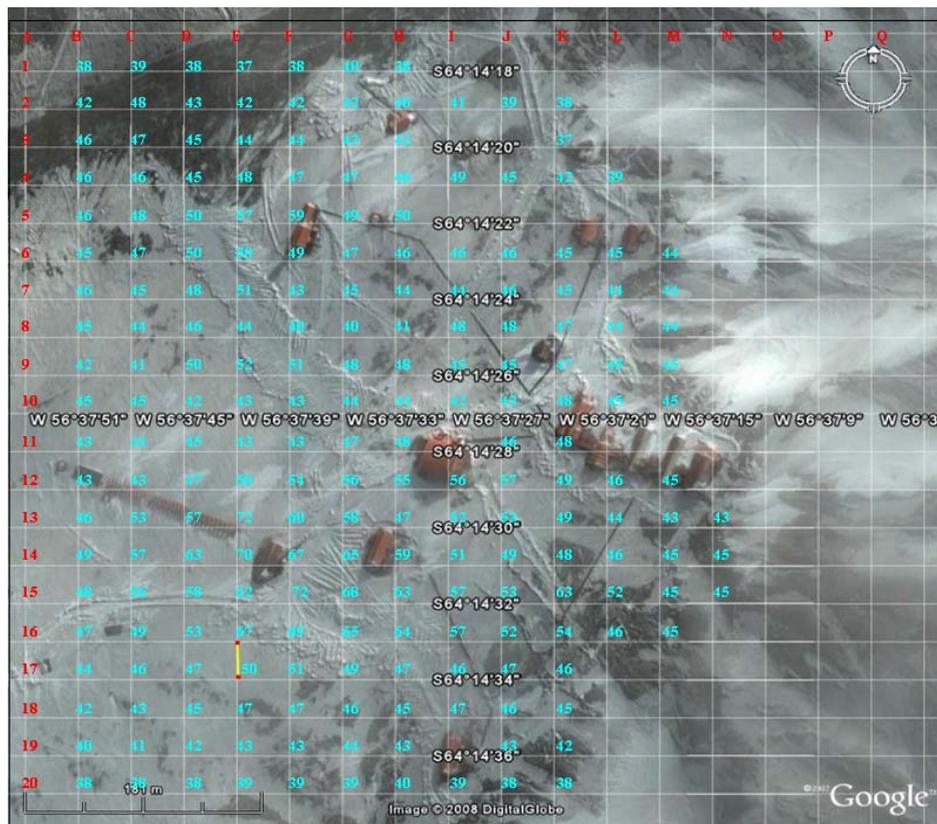
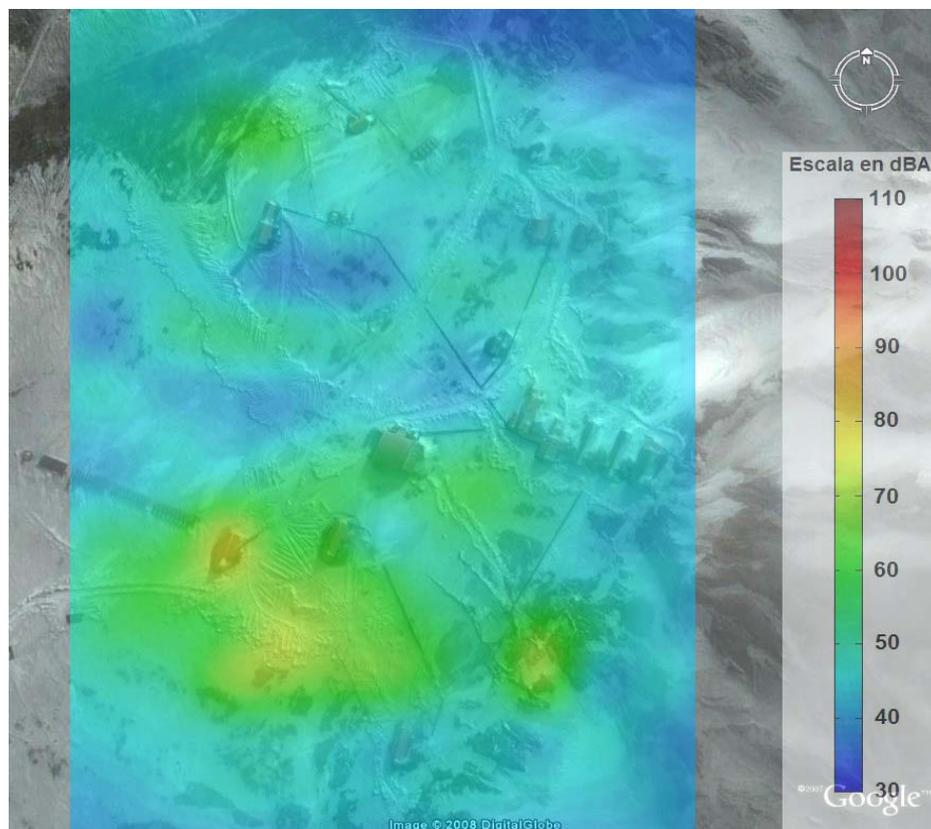


Figura 9. Grilla de medición con sus coordenadas globales.

**Base con actividad normal y sin operaciones externas**

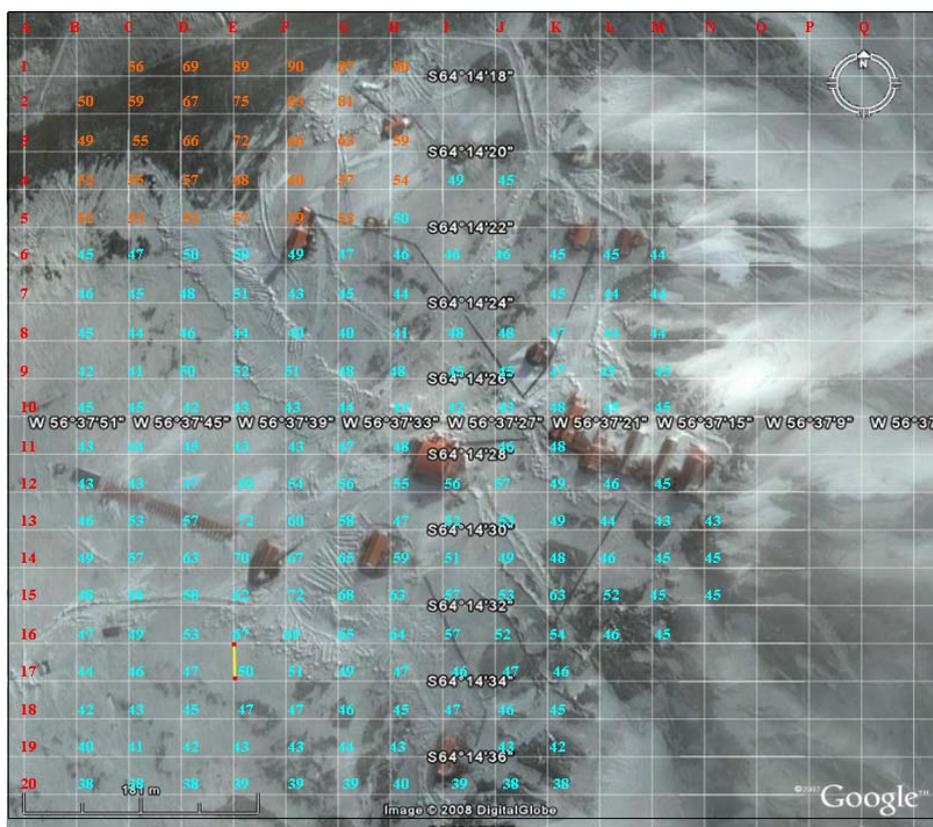


**Figura 10.** Grilla con coordenadas y niveles sonoros en dBA .

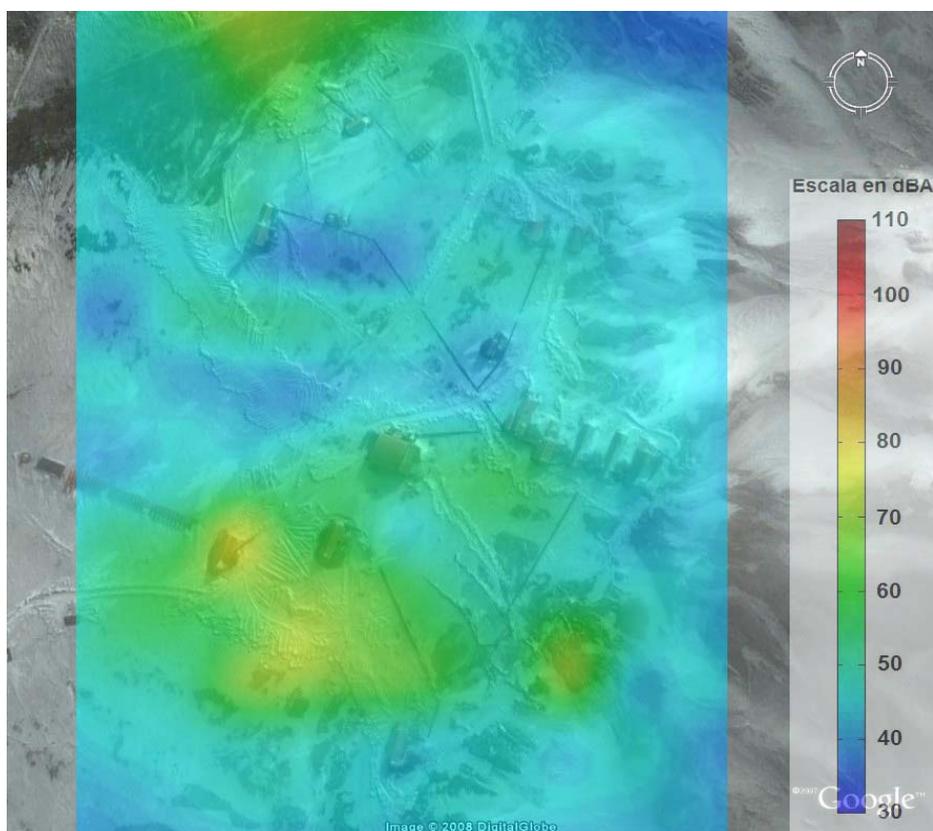


**Figura 11.** Mapa de ruido de la base con actividad normal.

**Base con aeronave Hércules-C130 en pista de aterrizaje.**



**Figura 12.** Grilla con niveles sonoros en dBA.



**Figura 13.** Mapa de ruido de la Base con Hércules C-130 en pista.

**Base con Hércules-C130 realizando puesta en marcha de motores y carreteo**

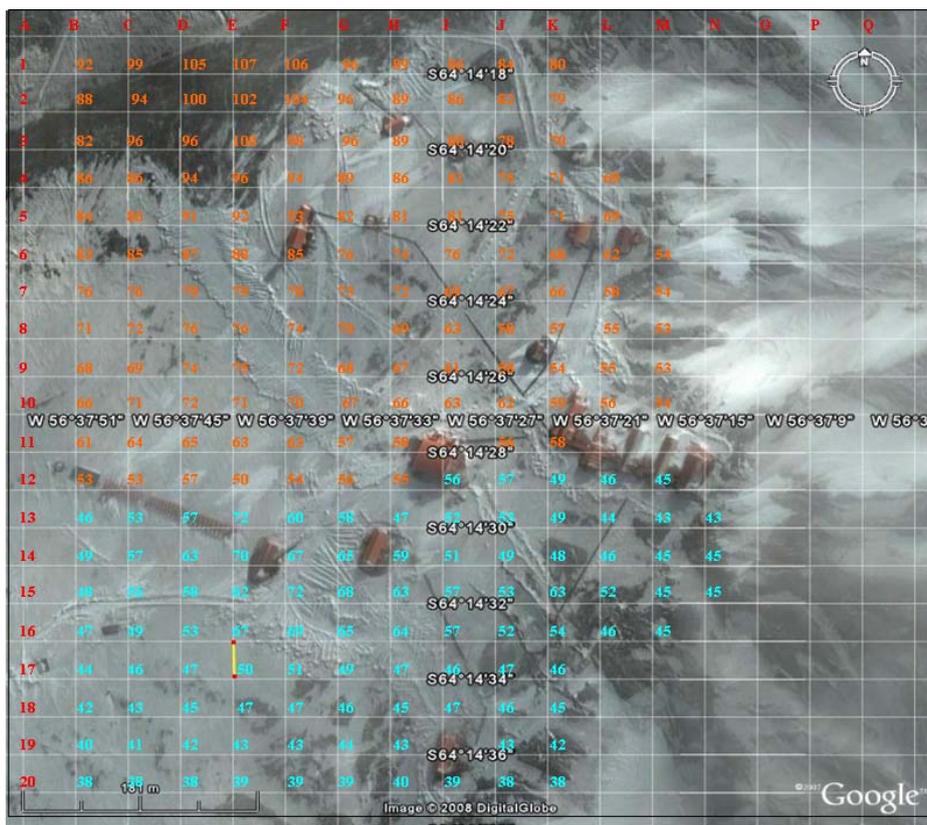


Figura 14. Grilla con niveles sonoros en dBA.

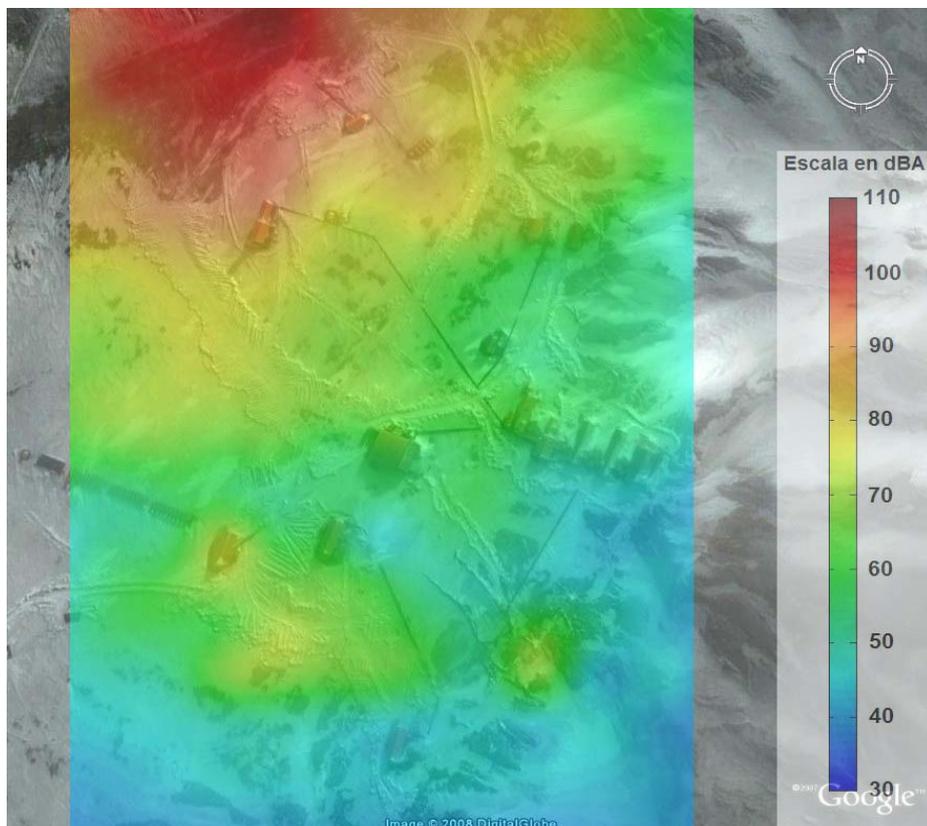


Figura 15. Mapa de ruido de la Base con Hércules C-130 en puesta en marcha y carreteo.

**Base con helicópteros Bell 212 realizando check lists y entrenamientos**

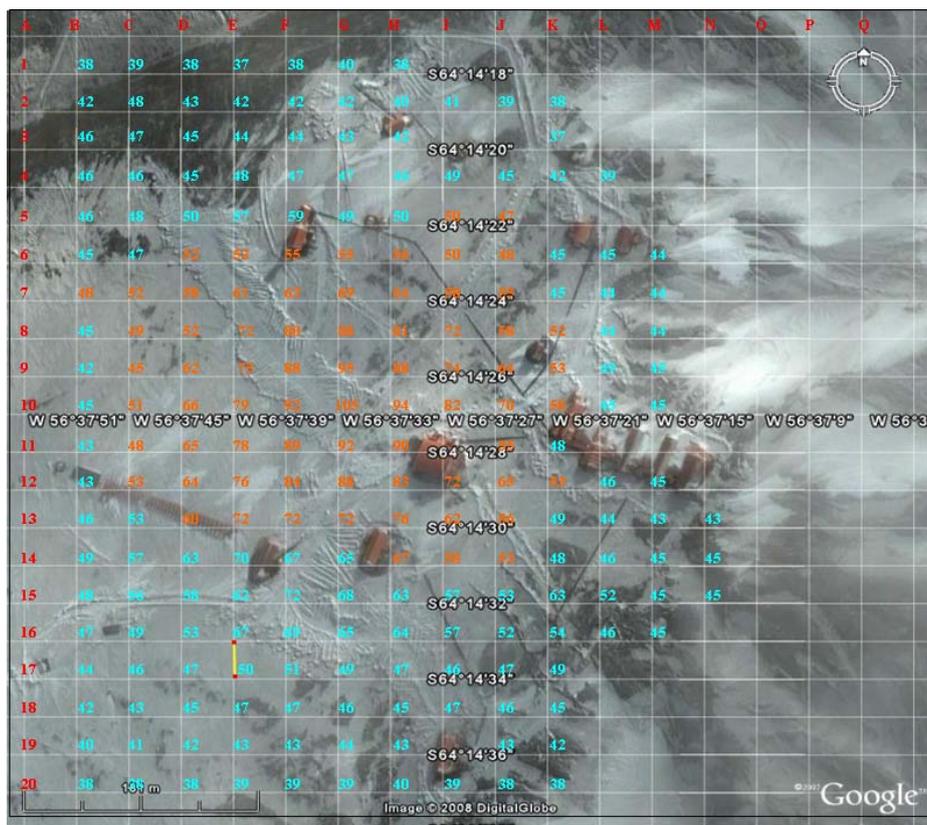


Figura 16. Grilla con niveles sonoros en dBA.

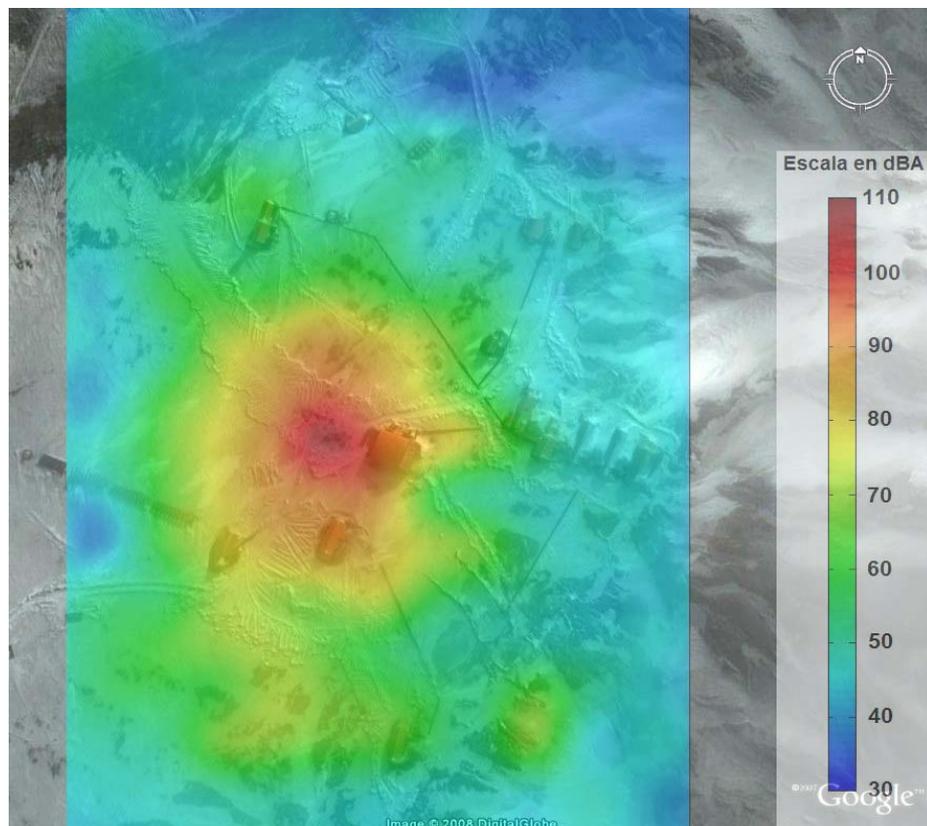
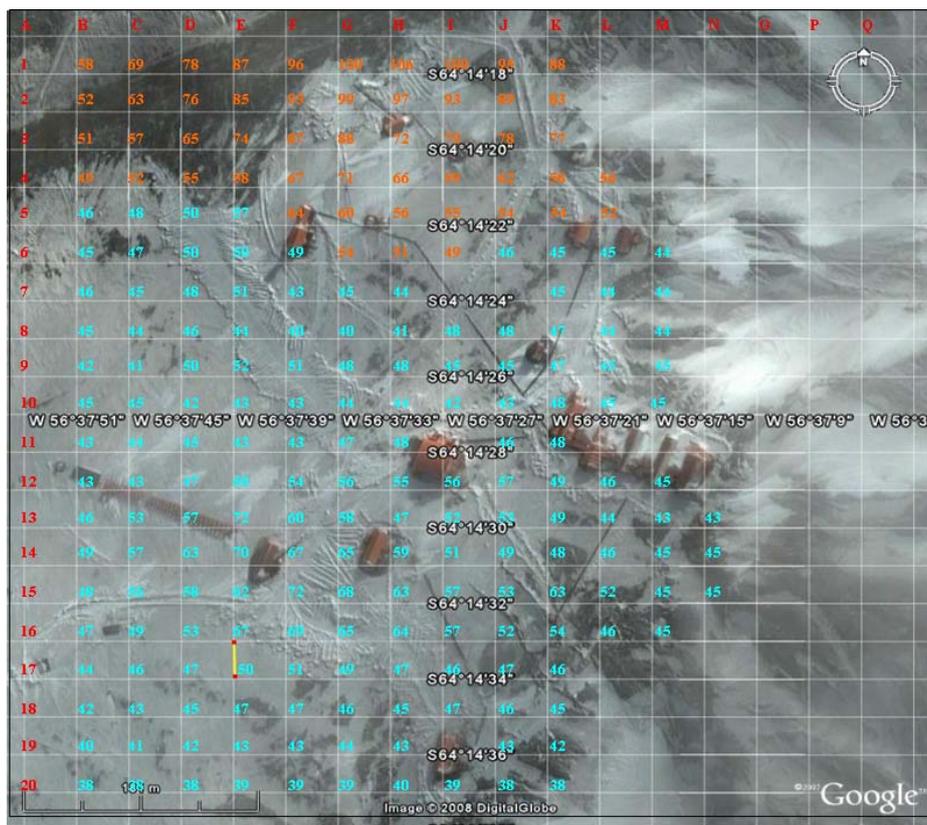
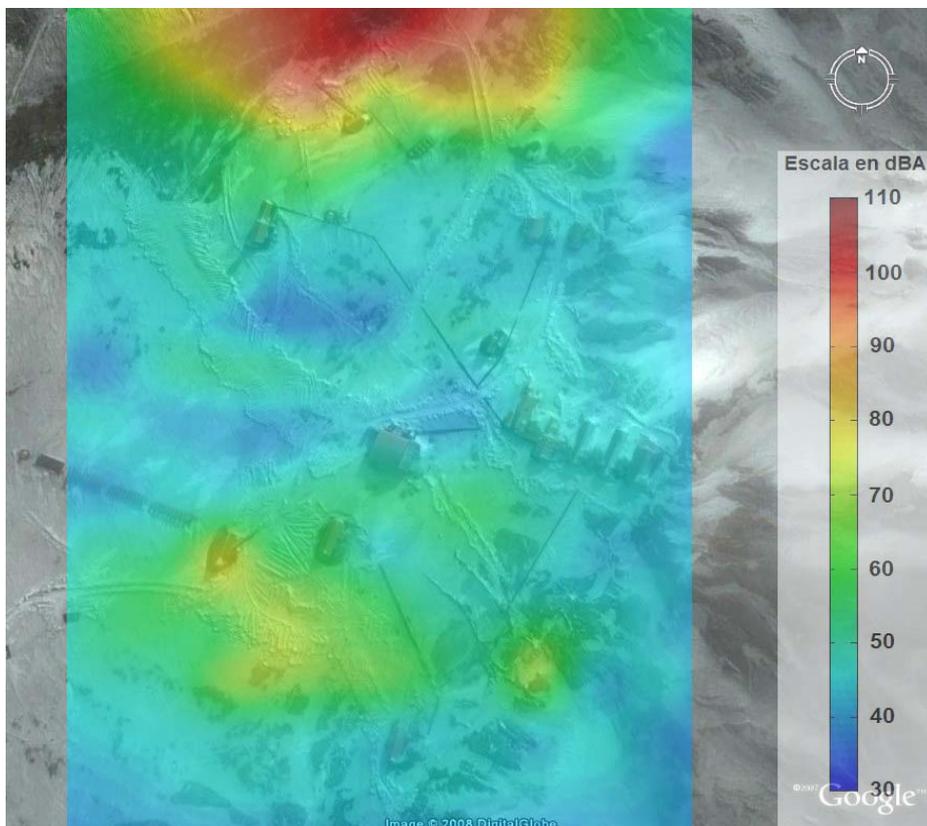


Figura 17. Mapa de ruido con helicópteros Bell 212 en check lists y entrenamientos.

**Base con helicópteros Bell 212 realizando aprovisionamiento y traslado de personal**

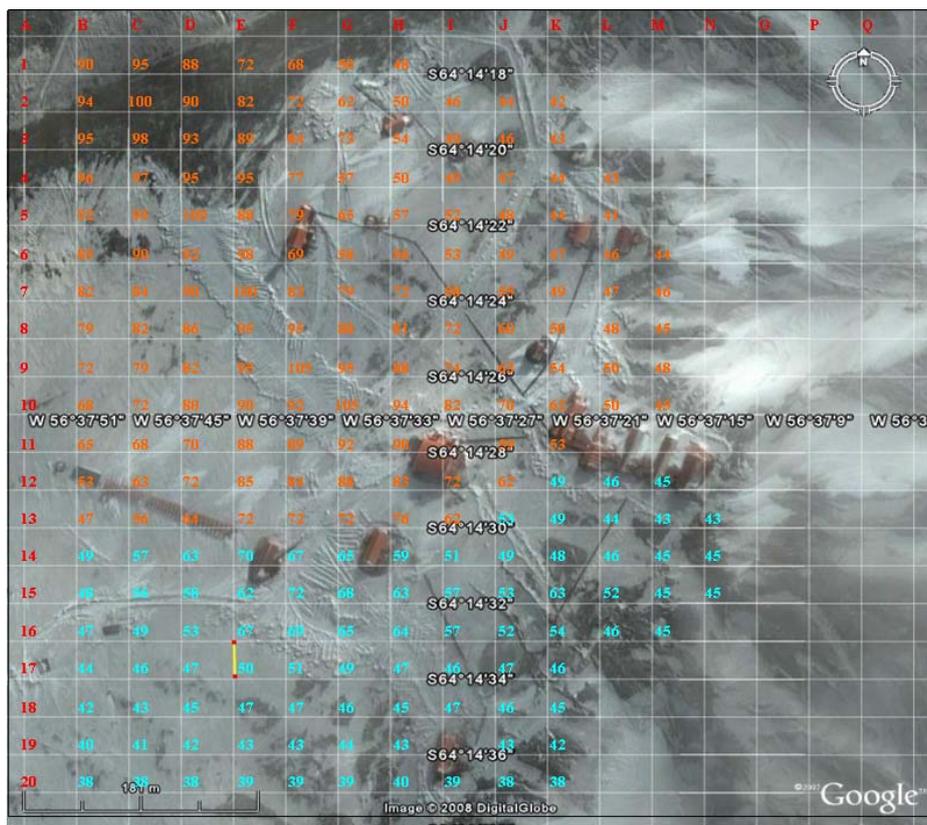


**Figura 18.** Grilla con niveles sonoros en dBA.

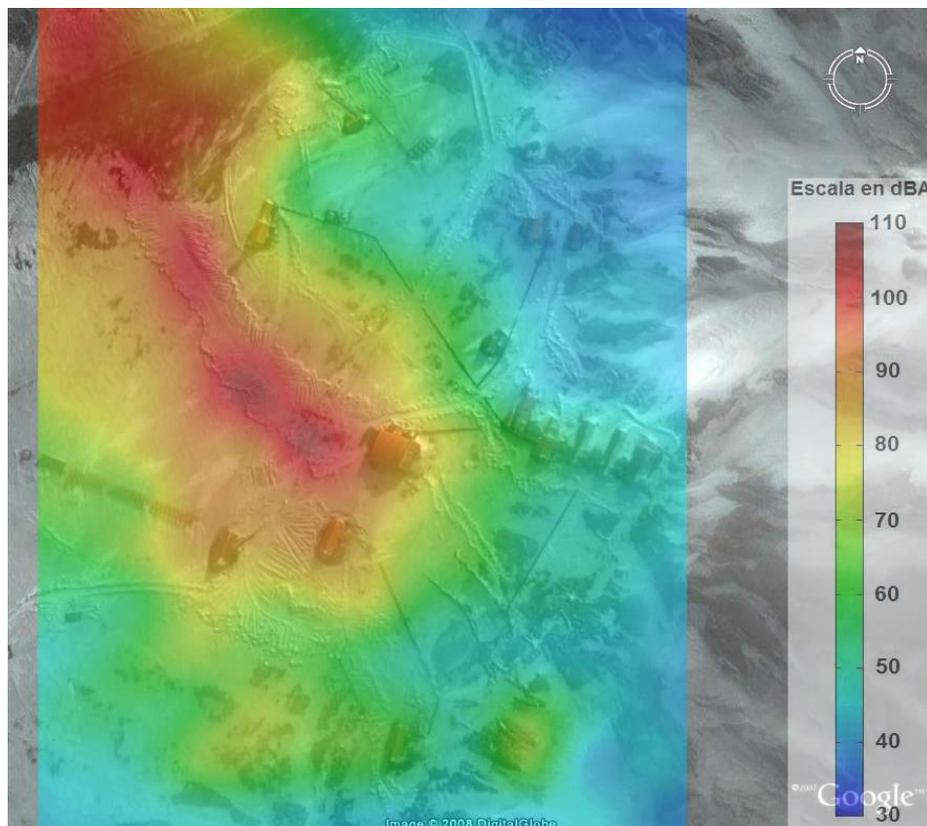


**Figura 19.** Mapa de ruido con Bell 212 en aprovisionamiento y traslado de personal.

**Base con aeronave Twin Otter realizando entrenamiento y traslado hacia pista**



**Figura 20.** Grilla con niveles sonoros en dBA.



**Figura 21.** Mapa de ruido con Twin Otter realizando entrenamiento y traslado a pista.

## 5 Conclusiones

Analizando los distintos mapas de ruido relevados para las diferentes actividades que se llevan a cabo en la Base podemos concluir que:

a) La Base en condiciones normales y sin operaciones externas presenta niveles sonoros bajos, provocando un impacto ambiental en lo relativo al ruido de escasa importancia.

b) Cuando se realizan actividades externas relacionadas con la puesta en marcha, operación y traslado de aeronaves o helicópteros los niveles sonoros son altos en los ámbitos de operación, sin embargo se puede apreciar que en el entorno lejano (a más de 400 m) los niveles no presentan incrementos importantes en relación a cuando la Base se encuentra en condiciones normales y sin operaciones.

c) La topografía del terreno es bastante irregular mayormente en la zona próxima a la Usina, dado tanto por formaciones típicas del terreno como por las acumulaciones de nieve, lo que configura campos sonoros variables que escapan a las consideraciones teóricas de propagación.

## Referencias

- ISO 1996-2: 1987 "Acoustics –Description and measurement of environmental noise- Part 2: Acquisition of data pertinent to land use".
- Jonsson, G; Jacobsen, F. "A Comparison Of Two Engineering Models For Sound Propagation: Harmonoise And Nord2000". Internet: <http://www.ver.is/bnam2008/Session VI Traffic Noise and Noise Mapping/Gunnar Birnir Jonsson.pdf>
- González, J.; Machimbarrena, M.; Sánchez, J.(2003). "Mapa de Ruidos de Valladolid 2002". Tecniacustica 2003. Bilbao, España.
- Aballéa F.; Defrance J. (2004). "Sound Propagation Over Irregular Terrain With Complex Meteorological Effects Using the Parabolic Equation Model" Proc. Internoise. Prague.
- Kinsler, L.; Frey, A. (1962). "Fundamentals of Acoustics". Second edition, John Wiley & Sons. USA.
- Beranek, L. (1967). "Acoustic Measurements". John Wiley & Sons. USA.
- Beranek, L. (1954). "Acoustics". McGraw-Hill Book Company. USA.