

EXTRACTO DEL DOCUMENTO:

PROYECTO DE DESCONTAMINACION AMBIENTAL
REGION METROPOLITANA

ESTUDIO BASE DE GENERACION
DE NIVELES DE RUIDO

AGOSTO, 1989

CONTRATANTE : - INTENDENCIA REGIONAL METROPOLITANA

CONTRAPARTE TECNICA DE LA INTENDENCIA :

- SECRETARIA REGIONAL DE PLANIFICACION
Y COORDINACION METROPOLITANA

- DAMES & MOORE

FINANCIA :

- INTENDENCIA REGIONAL METROPOLITANA
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
Préstamo BID Nº 469/OC-CH

CONSULTOR :

- UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
- FACULTAD DE CIENCIA
DEPARTAMENTO DE FISICA

1.- DESCRIPCION GENERAL

1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

El "Estudio Base de Generación de Niveles de Ruido" fue contratado por la Intendencia Regional Metropolitana a través de un concurso entre las Firmas o Consorcios Consultores, que preclasificaron en la Convocatoria Pública Internacional que efectuó la Intendencia Regional, para la ejecución de Proyectos Específicos de Descontaminación de la Región Metropolitana.

Su objetivo general consiste en: "Realizar un diagnóstico temporal y espacial, de los niveles de ruido habitualmente presentes, que permita pronunciarse sobre la existencia o no de problema(s) de contaminación acústica en sectores del área urbana de la ciudad de Santiago".

ETAPAS DEL ESTUDIO:

- La primera etapa del estudio consistió en una recopilación de antecedentes técnicos, tanto nacionales como internacionales, que permitiera a través de un análisis crítico determinar el estado del arte, recuperar los datos o procedimientos válidos y, precisar las respectivas limitaciones de dichos antecedentes para el diseño del estudio.
- En la segunda etapa se efectuó una recopilación sobre el estado actual del conocimiento científico en relación a los efectos comprobados que el ruido provoca en la salud y el bienestar del ser humano o de la comunidad, y el riesgo que implica la exposición del individuo a distintos niveles de ruido.
- La tercera etapa tiene relación con el diseño propiamente tal, el cual incluye la definición de la red o área de monitoreo de ruido, y el método seguido en la adquisición de todas las variables medidas ya sean estas acústicas, meteorológicas o urbanas. También se definen en la etapa, los descriptores de ruido utilizados, según los criterios empleados con más frecuencia y que permiten decidir, objetivamente, sobre la existencia o no de problemas de ruido que puedan afectar a la salud o el bienestar del ser humano.
- La cuarta etapa corresponde al desarrollo del programa de mediciones, el cual incluye tres tipos de estaciones de mediciones de ruido: una Estación Fija, para evaluar las tendencias que resultan a las escalas de tiempo más grandes, las cuales, por la duración del proyecto son sólo de tipo semanal y mensual. Estaciones Zonales que cubren 12 zonas durante todo el estudio y

permiten evaluar las variaciones en el rango: día y hora. Finalmente, Estaciones Móviles que monitorean el ruido en períodos: mañana, tarde y noche en 180 puntos, uno en cada distrito censal. Estas también miden los casos especiales desde el punto de vista acústico que prioritariamente se presentan en los distritos. De ellos se midieron aproximadamente 340 durante todo el desarrollo del programa de mediciones.

- La quinta etapa corresponde al análisis e interpretación de resultados. Los datos procesados en cinta magnética fueron analizados estadística y espectralmente con un analizador de tiempo real. Todos los resultados se presentan compensados en escala A, en forma gráfica y con los rangos de variación típicos para su mayor comprensión.

- En la sexta etapa o de Diagnóstico se resumió toda la información en términos cartográficos para presentar visualmente la existencia de problemas de contaminación con su correspondiente representatividad espacial.

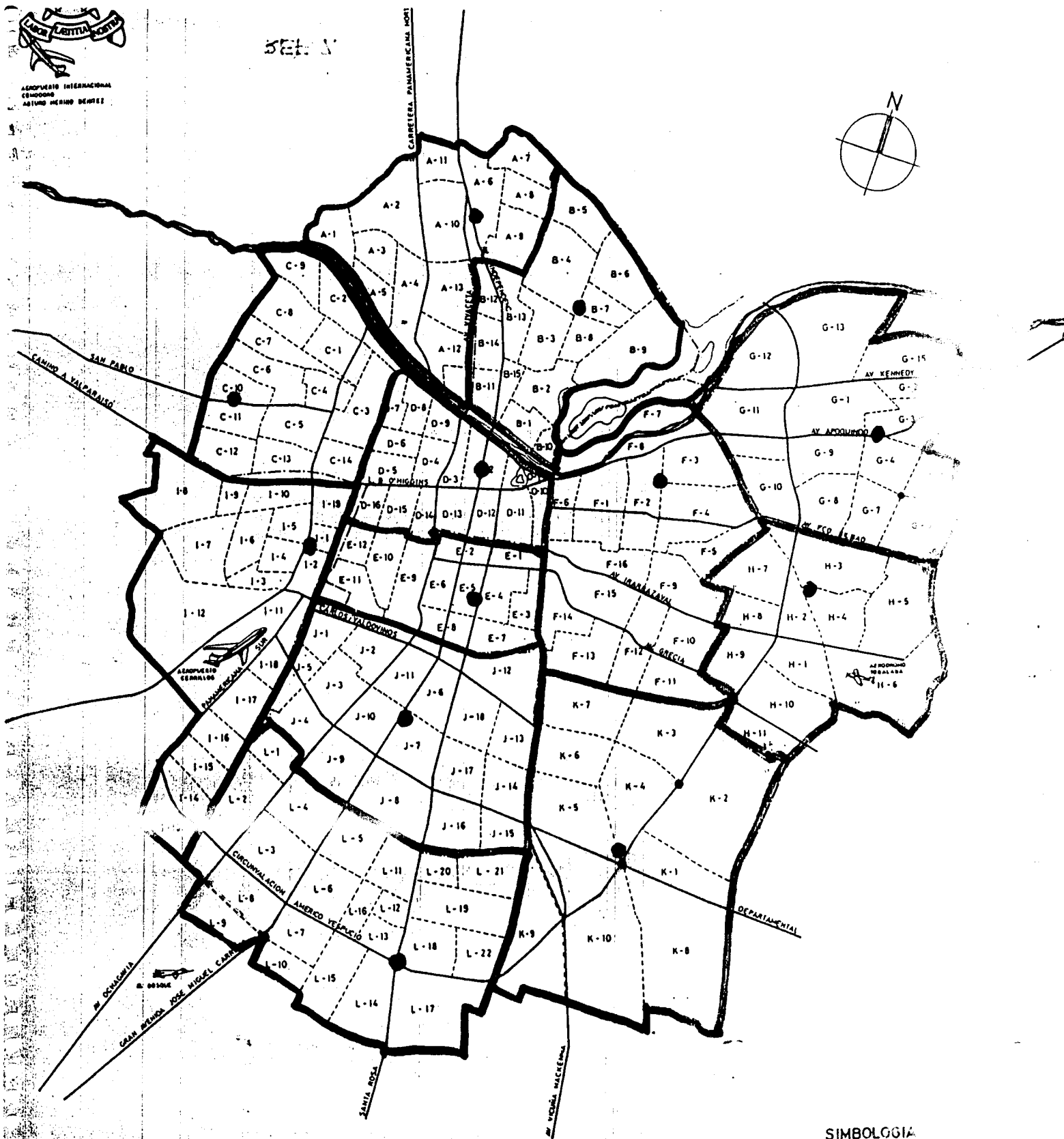
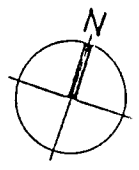
- La última etapa corresponde a Conclusiones y Recomendaciones. Estas se encuentran separadas en tres rubros:

- a) Estudios futuros específicos
- b) Evaluación de las normativas vigentes y,
- c) Proposición de modelo de norma con sus correspondientes limitaciones.



ASOCIACION INTERNACIONAL
DE AERONAUTICA
ESTADOS UNIDOS

SE 11



SIMBOLOGIA

- CALLES PRINCIPALES
- LIMITE ZONAS
- DISTRITOS

PLANO DE DISTRITOS DE MEDICION

ESCALA 1:50,000

1.3 DESCRIPCIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL EXTERIOR

1.3.1 Descripción Básica

La descripción del ruido comunitario y su nivel de contaminación, requiere considerar todas las fuentes de ruido presentes en el entorno. El ruido comunitario es esencialmente fluctuante en el tiempo y el espacio, de tal modo que presenta grandes variaciones en magnitud y esto se manifiesta en valores menores en períodos nocturnos donde el tránsito vehicular es muy bajo con relación a los diurnos, donde la actividad de la ciudad es mucho mayor. Debido a estas fluctuaciones una descripción adecuada del ruido comunitario debe contemplar tanto las variaciones espaciadas como temporales, de tal manera que la descripción sea relevante respecto de los efectos en las personas "que se encuentren tanto en el exterior como en el interior de recintos". Este capítulo resume las descripciones básicas y estadísticas de las variaciones temporales del ruido comunitario exterior en un lugar específico.

1.3.2 Descripción Física Básica

La descripción física del ruido debe considerar sus características espectrales, su nivel de presión sonora en toda la región audible, y las variaciones de ambas cantidades respecto del tiempo. Debido a la dificultad de presentar datos tridimensionales se han realizado muchos esfuerzos en los últimos años para desarrollar escalas que reduzcan el número de dimensiones, la gran parte de ellos se han centrado en combinar medidas de frecuencia, con medidas en toda la banda audible, de tal modo de tener magnitudes proporcionales a la respuesta humana frente al ruido. La forma más simple que se ha encontrado para resolver este problema ha sido compensar electrónicamente las amplitudes de cada banda de frecuencia, de tal forma que se tenga una respuesta similar a lo que la persona escucha. Este procedimiento se ilustra en la Figura 1 que corresponde a lo que se llama Filtro A en los instrumentos de medición de nivel de presión sonora o "sonómetros".

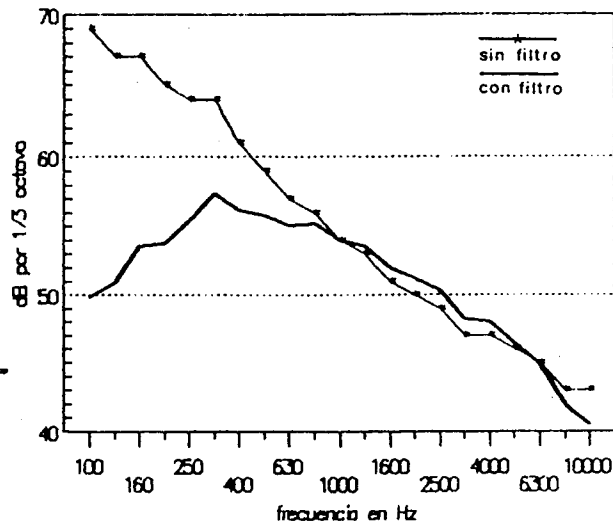


Figura 1.- Efecto Filtro A

Como se puede observar, el Filtro A disminuye el nivel significativamente en la zona de bajas frecuencias, coincide a la frecuencia de 1000 ciclos/seg., entre 1000 y 5000 ciclos/seg. aumenta levemente el nivel, y sobre los 5000 Hz. nuevamente provoca una disminución pero mucho más leve que en la zona de bajas frecuencias.

Debido a que esta forma simple de compensación con el Filtro A, no es perfecta para evaluar la percepción humana respecto del ruido, se han generado otras escalas que intentan cuantificar mejor la "sonoridad" y/o "ruidosidad" de un determinado sonido. Una de ellas es la llamada "nivel percibido corregido tonalmente" (PNL Perceived Noise Level), esta escala tiene la propiedad de distinguir entre ruidos de naturaleza al azar, que son de banda ancha y ruidos que contengan altas frecuencias o tonos puros tales como las sirenas. Para la mayoría de los sonidos el PNL asigna valores que superan al nivel sonoro con peso A en aproximadamente 13 dB, las diferencias típicas están en el rango 11 a 17 dB, dependiendo fundamentalmente de la corrección por tonos puros, por esta razón esta escala (PNL) se utiliza prioritariamente para ruido provocado por aviones, pero dado que su evaluación requiere de instrumentación compleja y que el análisis de datos es también engorroso, se ha encontrado que tiene una aplicación muy limitada para evaluar ruido comunitario. En consecuencia, el nivel sonoro con filtro A es la escala más usada para la medida de ruido comunitario exterior, razón por la cual en este Estudio se ha utilizado la escala de peso A para medir tanto los espectros como los niveles sonoros en la banda audible (banda ancha).

La descripción completa del ruido ambiental en un lugar dado requiere de la determinación de las variaciones temporales del nivel sonoro con filtro o

peso A. Estas variaciones temporales se observan con más claridad en un registro gráfico continuo tal como el que se muestra en la Figura 2.

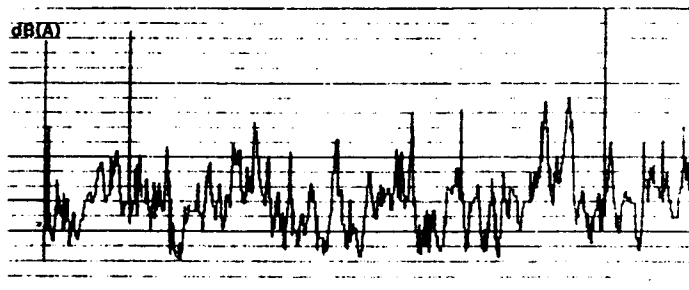


Figura 2.- Registro gráfico en el tiempo

La información que se obtiene de estos registros gráficos es muy interesante para identificar la naturaleza del ruido ambiental en un lugar determinado, sin embargo, para calificar el ruido ambiental de un lugar, de tal forma de hacer comparaciones entre distintos lugares, se necesita simplificar la descripción eliminando muchos de los detalles temporales. El método más empleado para realizar esta calificación sonora consiste en determinar las propiedades estadísticas del nivel sonoro.

1.3.3 Descripción estadística

El análisis estadístico de los niveles de ruido, entrega el porcentaje respecto del total del tiempo que el nivel sonoro está entre dos límites dados. Tal información puede presentarse directamente en la forma de histogramas (Figura 3A), o puede ser usada para construir la distribución acumulativa en términos de niveles excedidos para porcentajes de tiempo establecidos, por ejemplo, la distribución estadística de la Figura 3B.

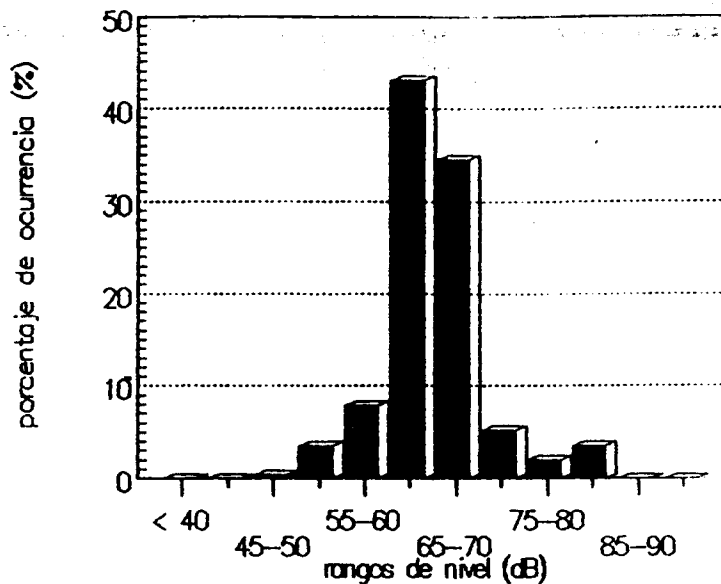


Figura 3A.- Histograma de niveles de ruido

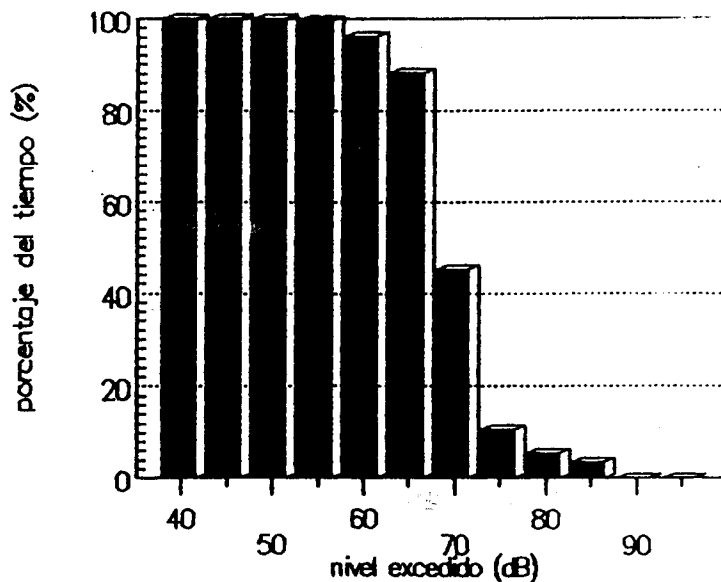


Figura 3B.- Histograma distribución acumulativa

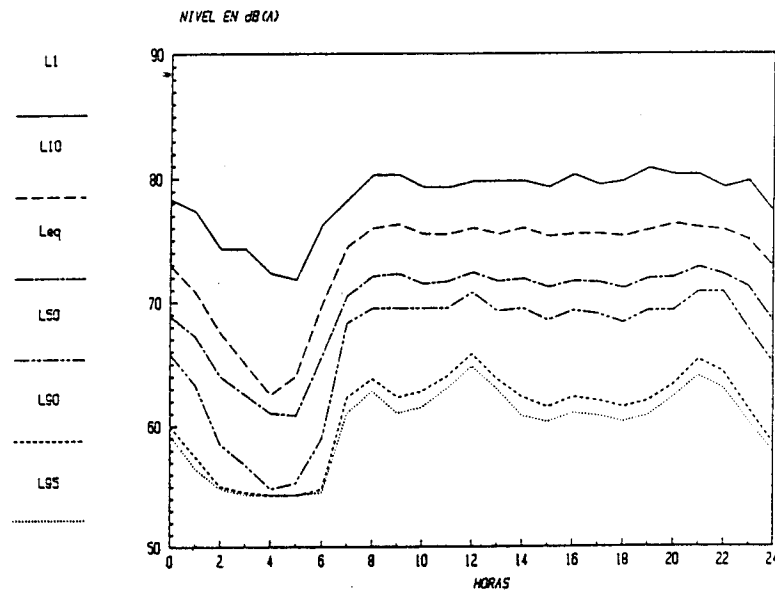
Se presenta en ambas formas, es decir, en forma de histograma y en forma de distribución acumulativa.

Para los propósitos de este Informe el nivel que es excedido el 95% del tiempo (L_{95}) será considerado como el ruido de fondo de un lugar, este criterio está de acuerdo con la Norma Chilena NCh 1619 de 1979.

El nivel mediano (L_{50}) es un descriptor útil para estimar el "ruido promedio" de un lugar, en el sentido que, la mitad del tiempo el nivel sonoro es menor que L_{50} y la otra mitad del tiempo el nivel sonoro es mayor que L_{50} . Los percentiles entre L_1 y L_{10} se utilizan

para caracterizar los niveles altos de corta duración, corresponden en cada caso a los niveles que sobrepasan el 1% y 10% respectivamente. Así por ejemplo un valor de: $L_{10} = 84 \text{ dB(A)}$, significa que el 10% del tiempo de medición el nivel sonoro es mayor que 84 dB(A) .

OSCILACION CICLO DIARIO descriptores L_n



En la figura 4 se presenta a manera de ejemplo el análisis estadístico de Quinta Normal con su correspondiente evolución temporal para un período de 24 horas. La línea punteada rotulada como L_{eq} corresponde al nivel continuo equivalente. Este descriptor toma en cuenta tanto la duración como el nivel de todos los sonidos presentes en el período, y representa una energía estacionaria igual a la que contiene la señal de ruido variable en el tiempo. El nivel continuo equivalente es uno de los descriptores más importantes en la evaluación de ruido comunitario para los propósitos de correlacionar ruido y estimar reacción de la comunidad frente al ruido.

El análisis estadístico simplifica el problema de evaluación de ruido comunitario y permite comparar acústicamente distintos lugares cuando en un lugar determinado es de tipo estacionario, esta situación ha sido verificada experimentalmente en este estudio como puede apreciarse en la Figura 5 para la evaluación diaria del descriptor L_{eq} en días hábiles.

OSCILACION CICLO DIARIO

días hábiles

LUNES

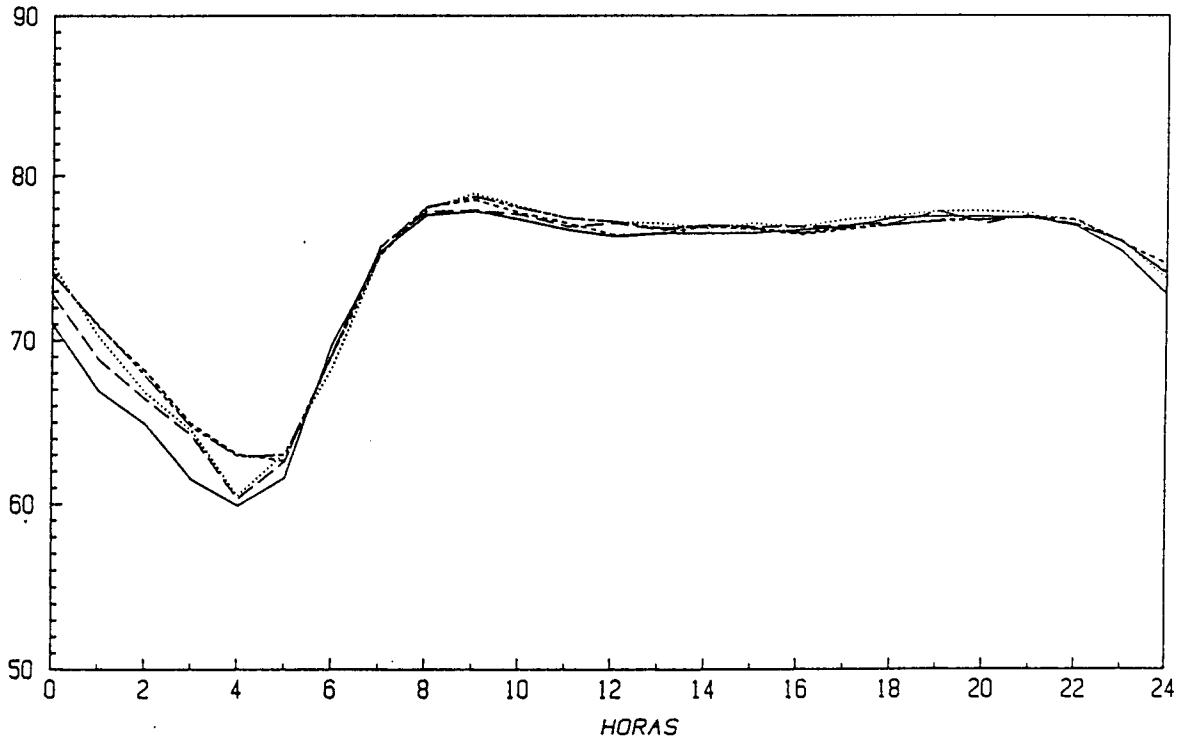
MARTES

MIERCOLES

JUEVES

VIERNES

NPSeg



8. NIVELES DE RIESGO Y POBLACION EXPUESTA

Los distintos niveles de riesgo según criterios, tanto nacionales como internacionales, se presentan gráficamente en forma de superficies achuradas, que se superponen en un plano con la ubicación de todos los distritos contemplados en el Estudio. De esta forma se tiene una visión directa de la representatividad espacial que cada riesgo tiene.

Es importante tener en cuenta que los criterios aplicados han sido obtenidos de mediciones sobre otras poblaciones y, por lo tanto, sus valores absolutos no son estrictamente válidos. Sin embargo, su aplicación a los diferentes distritos ha sido rigurosamente homogénea, por lo que la comparación entre distritos es completamente válida.

8.1 Riesgo de PERDIDA AUDITIVA en vías principales según EPA (Environmental Protection Agency). De acuerdo al criterio EPA este riesgo se puede manifestar a partir de un nivel continuo equivalente en base a 24 horas con valores superiores a 70 dB(A). Se presenta este riesgo a tres niveles en el Mapa # 7:

PRIMER NIVEL Leq24 mayor que 70 dB(A)

SEGUNDO NIVEL Leq24 mayor que 75 dB(A) (excede en 5 dB(A) el criterio)

TERCER NIVEL Leq24 mayor que 80 dB(A) (excede en 10 dB(A) el criterio)

BASE: Plano distrital

Sólo un 20 % de la población no está expuesta a ningún riesgo de pérdida auditiva. El resto de la población se distribuye en tres categorías de riesgo denominadas leve, mediano y alto, correspondientes a los tres niveles achurados en el mapa.

Un 57 % de la población se encuentra expuesta a niveles que exceden entre 0 y 5 dB el criterio EPA y, por lo tanto, tienen un riesgo leve de pérdida auditiva.

Un 21 % de la población se encuentra expuesta a niveles que exceden entre 5 y 10 dB el criterio EPA y, por lo tanto, tienen un riesgo mediano de pérdida auditiva.

Un 0,84 % de la población se encuentra expuesta a niveles que exceden más de 10 dB el criterio EPA y, por lo tanto, tienen un riesgo alto de pérdida auditiva.

Cabe destacar que el nivel observado corresponde al existente en vías principales y que el criterio EPA no establece diferencias entre ruido interior o ruido

exterior. Los riesgos indicados son aplicables a habitantes con permanencia preponderante en zonas próximas a vías principales. Por lo tanto el riesgo real dependerá del tiempo de permanencia individual.

IDENTIFICACION DE DISTRITOS CON RIESGO DE:
PERDIDA AUDITIVA A LARGO PLAZO

| DISTRITO | ZONA | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| 1 | * | * | ** | * | * | * | | * | ** | * | | * |
| 2 | | *** | * | ** | * | * | | * | * | * | | |
| 3 | * | * | ** | * | * | ** | * | * | | ** | ** | |
| 4 | * | * | ** | * | ** | * | * | | ** | * | * | * |
| 5 | * | ** | * | ** | ** | * | | * | * | | * | |
| 6 | ** | * | * | * | ** | ** | * | * | * | ** | ** | |
| 7 | * | * | ** | * | * | * | | * | * | ** | * | |
| 8 | ** | ** | ** | ** | ** | * | | ** | * | * | * | * |
| 9 | * | * | | * | * | * | * | * | | * | * | * |
| 10 | * | * | ** | * | * | * | * | | * | ** | | * |
| 11 | ** | ** | * | ** | * | * | * | * | ** | | \ | ** |
| 12 | ** | ** | * | ** | * | * | ** | \ | ** | | \ | * |
| 13 | ** | ** | * | *** | \ | * | ** | \ | ** | | \ | ** |
| 14 | \ | * | * | * | \ | * | * | \ | * | * | \ | * |
| 15 | \ | *** | \ | ** | \ | * | \ | \ | * | | \ | |
| 16 | \ | \ | \ | * | \ | ** | \ | \ | * | | \ | * |
| 17 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** | * | \ | * |
| 18 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | * | ** | \ | |
| 19 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | | \ | \ | * |
| 20 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |
| 21 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | * |
| 22 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |

RIESGO: en blanco=nulo, *=leve, **=medio, ***=alto, ****=muy alto

8.2 Aptitud RESIDENCIAL: según el HUD (Dept. of Housing and Urban Development) los distritos en los cuales las viviendas requieren sólo de la aislación acústica que contemplan las normas de construcción vigentes (USA) son aquellos en que Ldn es menor que 65 dB(A). Para valores de Ldn superiores se deben considerar tratamientos acústicos que disminuyan el nivel sonoro en el interior en 5 dB(A) para ruido exterior de 70 dB(A) y 10 dB(A) para ruido exterior de 75 dB(A). Con valores mayores que los 75 dB(A) el lugar no es aceptable.

Se presenta la incompatibilidad con el uso del suelo residencial en las vías principales de cada distrito en cuatro niveles en el Mapa # 8.

PRIMER NIVEL Ldn mayor que 65 dB(A)

SEGUNDO NIVEL Ldn mayor que 70 dB(A)

TERCER NIVEL Ldn mayor que 75 dB(A)

CUARTO NIVEL Ldn mayor que 80 dB(A)

BASE: Plano distrital con indicación en círculos azules del uso efectivo del

suelo residencial o resid. con comercio.

Aplicando este criterio se encuentra que no existe ningún distrito cuyas vías principales sean aptas para uso residencial en viviendas de construcción normal (sin tratamiento acústico especial).

Existen 6 distritos en los cuales Ldn excede 65 dB(A), pero no excede 70 dB(A) y son aptos para uso residencial condicionado a un refuerzo en la aislación acústica de 5 dB sobre lo normal.

Existen 41 distritos en los cuales Ldn excede 70 dB(A), pero no excede 75 dB(A) y son aptos para uso residencial condicionado a un refuerzo en la aislación acústica de 10 dB sobre lo normal.

Existen 87 distritos (65 %) de los 134 distritos cuyo uso de suelo efectivo es Residencial con Comercio o Residencial Exclusivo que son definitivamente no aptos para viviendas de acuerdo al criterio HUD.

IDENTIFICACION DE DISTRITOS CON RIESGO DE:
INCOMPATIBILIDAD CON USO RESIDENCIAL

| DISTRITO | ZONA | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| 1 | *** | *** | | *** | ** | *** | ** | *** | | *** | ** | *** |
| 2 | | **** | | *** | ** | *** | ** | *** | | ** | * | ** |
| 3 | *** | | | *** | | ** | ** | ** | * | *** | *** | ** |
| 4 | | *** | | * | *** | *** | *** | ** | *** | ** | *** | ** |
| 5 | *** | **** | | ** | | *** | ** | *** | | ** | *** | ** |
| 6 | *** | ** | ** | *** | | *** | ** | | | | | ** |
| 7 | *** | *** | | *** | | *** | ** | *** | *** | | | ** |
| 8 | ** | **** | | *** | *** | *** | | *** | *** | | *** | |
| 9 | ** | *** | | *** | | *** | *** | ** | * | | *** | *** |
| 10 | ** | *** | *** | *** | | *** | *** | ** | ** | | ** | *** |
| 11 | **** | | *** | *** | ** | *** | *** | *** | | * | \ | |
| 12 | *** | ** | *** | *** | ** | *** | *** | \ | | | \ | ** |
| 13 | | **** | *** | **** | \ | | *** | \ | | | \ | **** |
| 14 | \ | | *** | *** | \ | *** | *** | \ | ** | | \ | *** |
| 15 | \ | **** | \ | *** | \ | ** | \ | \ | *** | | \ | ** |
| 16 | \ | \ | \ | *** | \ | **** | \ | \ | *** | *** | \ | ** |
| 17 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | *** | | \ | *** |
| 18 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | | | \ | ** |
| 19 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | | \ | \ | *** |
| 20 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | |
| 21 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |
| 22 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | *** |

RIESGO: en blanco=nulo, *=leve, **=medio, ***=alto, ****=muy alto

8.3 Distritos residenciales CONTAMINADOS. Se utiliza en este caso un descriptor diseñado específicamente para este Estudio, el cual se ha denominado Nivel Distrital Compensado (Ldc), cuya obtención se explica en el Capítulo 3. Se debe notar que este descriptor toma en cuenta los sectores alejados de las vías principales. Se presenta cruzado con uso del suelo efectivo para zonas residenciales y mixtas, diferenciadas en 5 decibeles.

Para zonas residenciales se indican dos niveles en el Mapa # 9:

PRIMER NIVEL Ldc mayor que 65 dB(A)

SEGUNDO NIVEL Ldc mayor que 75 dB(A)

BASE: Plano de distritos con indicación en círculos azules de uso efectivo del suelo de tipo residencial.

Existen 48 distritos que exceden el criterio de 65 dB(A), lo que corresponde a un 53 % de los 90 distritos con uso de suelo efectivo tipo residencial. De estos distritos, 6 exceden en más de 10 dB(A) el criterio, lo que alcanza un 6,6 %.

Para zonas mixtas se indican los siguientes dos niveles en el Mapa # 10:

PRIMER NIVEL Ldc mayor que 70 dB(A)

SEGUNDO NIVEL Ldc mayor que 80 dB(A)

BASE: Plano de distritos con indicación en círculos negros de uso efectivo del suelo de tipo mixto residencial con industria.

Existen 26 distritos que exceden el criterio de 70 dB(A), lo que corresponde a un 56 % de los 46 distritos con uso de suelo mixto residencial con industria. De estos distritos, 1 excede en más de 10 dB(A) el criterio, lo que alcanza un 2 %.

IDENTIFICACION DE DISTritos CON RIESGO DE:
CONTAMINACION ACUSTICA

| DISTRITO | ZONA | | | | | | | | | | | |
|----------|------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| 1 | ** | | ** | ** | * | * | | | | ** | | ** |
| 2 | | *** | | ** | * | * | | ** | | | | |
| 3 | ** | ** | ** | ** | ** | * | | ** | | ** | ** | |
| 4 | ** | ** | ** | | ** | * | ** | ** | ** | ** | ** | |
| 5 | *** | ** | ** | * | ** | ** | | *** | ** | | ** | |
| 6 | ** | | | * | ** | * | ** | ** | | ** | ** | |
| 7 | | ** | | * | ** | ** | | ** | | ** | ** | |
| 8 | | *** | | ** | * | ** | | *** | | ** | | * |
| 9 | | | | ** | | | * | | | | ** | ** |
| 10 | | | * | * | ** | ** | * | | | ** | | |
| 11 | ** | ** | | * | ** | ** | * | ** | ** | ** | \ | ** |
| 12 | ** | | ** | ** | ** | ** | * | \ | ** | | \ | ** |
| 13 | ** | * | | ** | \ | | | \ | | | \ | * |
| 14 | \ | | ** | ** | \ | ** | ** | \ | | | \ | ** |
| 15 | \ | ** | \ | ** | \ | \ | \ | \ | ** | | \ | |
| 16 | \ | \ | \ | * | \ | ** | \ | \ | | ** | \ | |
| 17 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** | ** | \ | ** |
| 18 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | | ** | \ | |
| 19 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | | \ | \ | |
| 20 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |
| 21 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | |
| 22 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | |

RIESGO: en blanco=nulo, *=leve, **=medio, ***=alto, ****=muy alto

8.4 Interferencia con el SUEÑO: Considerando el criterio EPA respecto de interferencia con actividades y el nivel equivalente nocturno observado en vías principales, se presentan en el Mapa # 11 tres niveles de interferencia con el sueño:

PRIMER NIVEL Legnoche mayor que 50 dB(A)

SEGUNDO NIVEL Legnoche mayor que 60 dB(A)

TERCER NIVEL Legnoche mayor que 70 dB(A)

BASE: Plano de distritos

Todos los distritos presentan en sus vías principales niveles en exceso del criterio de interferencia con el sueño (Legnoche > 50 dB(A)), lo que representa una población de 2698 miles de habitantes.

Un 91 % de esta población está expuesta a niveles Legnoche mayores que 60 dB(A), excediendo en más de 10 dB el criterio.

Un 70 % de esta población está expuesta a niveles Legnoche mayores que 65 dB(A), excediendo en más de 15 dB el criterio.

Un 13 % de esta población está expuesta a niveles Legnoche mayores que 70 dB(A), excediendo en más de 20 dB el criterio.

IDENTIFICACION DE DISTRITOS CON RIESGO DE:
INTERFERENCIA CON EL SUEÑO

| DISTRITO | ZONA | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| DISTR. 1 | *** | **** | ** | ** | ** | ** | * | ** | *** | ** | ** | ** |
| 2 | * | **** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | ** |
| 3 | ** | *** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | ** | * | * |
| 4 | ** | ** | ** | * | ** | ** | ** | ** | *** | ** | ** | * |
| 5 | ** | *** | ** | * | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | ** |
| 6 | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * |
| 7 | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | *** | ** | * | ** |
| 8 | ** | *** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | *** | ** | ** | ** |
| 9 | ** | ** | ** | ** | * | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| 10 | ** | *** | ** | ** | * | ** | ** | ** | ** | *** | ** | ** |
| 11 | *** | **** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * | \ | *** |
| 12 | *** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | \ | ** | * | \ | ** |
| 13 | *** | *** | ** | *** | \ | ** | ** | \ | ** | ** | \ | *** |
| 14 | \ | ** | ** | ** | \ | ** | ** | \ | ** | ** | \ | *** |
| 15 | \ | **** | \ | ** | \ | ** | \ | \ | ** | ** | \ | ** |
| 16 | \ | \ | \ | ** | \ | ** | \ | \ | ** | ** | \ | ** |
| 17 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** | ** | \ | ** |
| 18 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** | ** | \ | ** |
| 19 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | * | \ | \ | ** |
| 20 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |
| 21 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |
| 22 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |

RIESGO: en blanco=nulo, *=leve, **=medio, ***=alto, ****=muy alto

8.5 IMPACTO FRACCIONAL por distrito: los valores del impacto indican en cuatro categorías el número total de personas impactadas por distrito, presentadas en un solo nivel en el Mapa # 12.

| | |
|-------------------------|-----------------------|
| sin achurar | 0 a 4000 personas |
| achurado vertical | 4000 a 8000 personas |
| achurado horizontal | 8000 a 12000 personas |
| achurado doble diagonal | más de 12000 personas |
| BASE Plano Distrital | |

El impacto total es equivalente a 1097 miles de habitantes, es decir el 41 % de la población incluida en el área de estudio está afectado por un grado de molestia significativo.

| IMPACTO | HAB.(miles) |
|----------|-------------|
| LEVE | 538 |
| MEDIANO | 2160 |
| ALTO | 600 |
| MUY ALTO | 23 |

IDENTIFICACION DE DISTRITOS CON RIESGO DE:
IMPACTO FRACCIONAL

| DISTRITO | ZONA | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| 1 | ** | * | ** | * | * | *** | * | ** | * | *** | ** | *** |
| 2 | * | *** | ** | ** | * | *** | * | * | * | ** | * | ** |
| 3 | ** | * | * | * | * | ** | ** | ** | * | *** | **** | ** |
| 4 | ** | **** | ** | * | ** | *** | ** | * | ** | ** | *** | ** |
| 5 | ** | **** | ** | * | * | * | * | * | * | ** | ** | ** |
| 6 | **** | *** | ** | ** | ** | ** | ** | *** | ** | *** | *** | ** |
| 7 | *** | ** | ** | * | * | ** | * | ** | *** | ** | ** | * |
| 8 | ** | ** | ** | ** | * | * | * | * | * | *** | **** | ** |
| 9 | ** | *** | ** | * | * | ** | ** | ** | * | ** | **** | ** |
| 10 | *** | * | ** | * | * | ** | ** | *** | ** | ** | *** | ** |
| 11 | ** | *** | *** | ** | * | *** | ** | *** | * | * | \ | *** |
| 12 | *** | * | ** | * | * | *** | ** | \ | ** | ** | \ | * |
| 13 | *** | ** | ** | ** | \ | ** | *** | \ | ** | ** | \ | *** |
| 14 | \ | ** | ** | * | \ | ** | ** | \ | ** | ** | \ | **** |
| 15 | \ | * | \ | ** | \ | ** | \ | \ | *** | * | \ | ** |
| 16 | \ | \ | \ | * | \ | ** | \ | \ | *** | ** | \ | * |
| 17 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | *** | *** | \ | *** |
| 18 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | *** | *** | \ | ** |
| 19 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | * | \ | \ | ** |
| 20 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | *** |
| 21 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |
| 22 | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | \ | ** |

RIESGO: en blanco=nulo, *=leve, **=medio, ***=alto, ****=muy alto

8.6 CUADROS RESUMEN.-

En la siguiente tabla se resume la distribución de niveles de riesgo medido en porcentaje de distritos afectados con respecto al total de distritos en que se aplica cada riesgo.

PORCENTAJE DE DISTRITOS AFECTADOS

| TIPO DE RIESGO | (%) | RIESGO NULO | RIESGO LEVE | RIESGO MEDIO | RIESGO ALTO | RIESGO MUY ALTO |
|------------------------------|------|-------------|-------------|--------------|-------------|-----------------|
| PERDIDA AUDITIVA | | 20,0 | 57,0 | 21,4 | 0,8 | --- |
| NO APTO PARA USO RESIDENCIAL | | 0,0 | 4,5 | 30,6 | 58,2 | 6,7 |
| DETERIORO BIENESTAR | | | | | | |
| (residencial) | 46,7 | --- | --- | 46,6 | 6,6 | --- |
| (mixto) | 43,5 | --- | --- | 54,3 | 2,2 | --- |
| INTERFERENCIA CON EL SUENO | | 1,6 | 4,9 | 23,1 | 58,2 | 12,2 |

En la siguiente tabla se resume el grado de participación de cada tipo de fuente en la generación de altos niveles de ruido diurno continuo equivalente en los puntos base.

FUENTES GENERADORAS DE ALTOS NIVELES DE RUIDO

| FUENTE DE RUIDO | > 75 dB(A) | > 80 dB(A) |
|---------------------|------------|------------|
| FLUJO ALTA DENSIDAD | 46,0 % | 37,5 % |
| FLUJO ALTA RAPIDEZ | 12,0 % | 25,0 % |
| TRANSITO AEREO | 13,8 % | 12,5 % |
| RECREACION | 6,3 % | 12,5 % |
| TRENES | 5,3 % | 0,0 % |
| CASOS ESPECIALES | 14,8 % | 12,5 % |

8.7 COMPARACION CON OTROS ESTUDIOS

La evaluación acústica global de grandes sectores urbanos se cuantifica a través del descriptor L_{eq} o ruido residual. El valor de L_{eq} es un indicador característico de las zonas estudiadas, aún cuando no mide directamente el nivel a que está expuesta la población.

Para efectos de comparación se presentan algunos valores de L_{eq} medidos en otras ciudades, tanto para sectores céntricos como para sectores residenciales.

SECTORES CENTRICOS

| CIUDAD | AÑO | L_{eq} DIA |
|-----------------|------|--------------|
| CHICAGO | 1948 | 68 |
| LONDRES | 1962 | 68 |
| OTTAWA | 1968 | 68 |
| LOS ANGELES | 1971 | 73 |
| SANTIAGO CENTRO | 1988 | 67 |

SECTORES RESIDENCIALES

| CIUDAD | AÑO | L_{eq} DIA |
|------------------------|------|--------------|
| CHICAGO | 1937 | 50 |
| LOS ANGELES | 1971 | 47 |
| SANTIAGO (LA FLORIDA) | 1988 | 51 |
| SANTIAGO (LO PRADO) | 1988 | 56 |
| SANTIAGO (PROVIDENCIA) | 1988 | 54 |
| SANTIAGO (LA GRANJA) | 1988 | 55 |

De lo anterior se puede concluir que las zonas céntricas presentan niveles de ruido comparables a otras ciudades, los que son típicos de zonas con predominio de fuentes móviles de baja velocidad con alta densidad de vehículos.

En las áreas residenciales, en cambio, se observa niveles consistentemente más elevados.