

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA SANITARIA

NIVELES DE RUIDO EN LA

CIUDAD DE LIMA

TESIS DE GRADO

ALBERTO HERNAN GONZALES ZAVALA

RICARDO RAFAEL CISNEROS VARGAS

LIMA — PERU

1975

INDICE

	página
CAPITULO 1.- INTRODUCCION.....	1
Introducción.....	2
CAPITULO 2.- FUNDAMENTO DEL ESTUDIO.....	13
Fundamento del estudio.....	14
Antecedentes.....	16
El ruido en la colectividad.....	17
Objetivos del estudio.....	20
CAPITULO 3.- EL RUIDO COMO AGENTE DE CONTAMINA- CION AMBIENTAL.....	21
El ruido como agente de contamina- ción ambiental.....	22
Fuentes de ruido.....	23
El transporte como productor de ruido.....	24
La industria como fuente de ruido..	25
La actividad ruidosa de la gente...	26
Las construcciones civiles y el ruido que producen.....	27
El problema en la ciudad de Lima...	28
CAPITULO 4.- METODOLOGIA DEL ESTUDIO.....	35
Selección de las áreas de estudio..	36
Número y localización de las esta- ciones de muestreo.....	38
Medición de los niveles totales....	45
Instrumentos usados.....	46

	página
El decibelímetro Philips FM 6400...	48
El decibelímetro Bruel Kjaer 2205..	50
CAPITULO 5.- EVALUACION.....	53
Normas de comparación.....	54
Evaluación del ruido.....	62
Niveles totales y fluctuaciones por área de estudio.....	64
Agrupación por intervalos de amplitud.....	89
Contaminación ambiental de la ciudad de Lima.....	100
CAPITULO 6.- CONTROL DEL RUIDO EN LA CIUDAD.....	104
Control del ruido en los medios de transporte.....	105
Control del ruido en la actividad industrial.....	109
Control del ruido en la actividad de la gente.....	112
Control legal del ruido.....	113
CAPITULO 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
Conclusiones.....	117
Recomendaciones.....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	127

RELACION DE TABLAS, CUADROS Y GRAFICOS

	página
Fig. 1.- Nomograma para adición de intensidades de sonido.....	5
Fig. 2.- Tabla para adición de intensidades de sonido.....	6
Fig. 3.- Relación entre presión y nivel de sonido.....	7
Fig. 4.- Equivalencia entre Sones y Fones.....	10
Fig. 5.- Origen y porcentaje de molestia causada por el ruido.....	19
Fig. 6.- Niveles de ruido en calles de Lima relacionados con el tráfico automotor....	30
Fig. 7.- Cuadro comparativo del ruido en calles de Lima relacionado con el tráfico automotor.....	31
Fig. 8.- Cuadro central de la tesis "Normas de aislamiento acústico en la Lima metropolitana" de los Arqs. Baracco y Lavado..	34
Fig. 9.- Distritos de Lima en que se realizará el estudio.....	37
a.- Localización exacta de las estaciones de muestreo.....	40
Fig. 10.- Plano de Lima Metropolitana, con la ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.....	44
Fig. 11.- Formato usado para las mediciones.....	47

	página
Fig. 12.- El decibelímetro Philips FM 6400.....	49
Fig. 13.- El decibelímetro Brüel & Kjær 2205.....	52
Fig. 14.- Máximos niveles de ruido permitidos en la ciudad de Osaka - Japon.....	55
Fig. 15.- Ordenanzas de la Municipalidad de Chicago sobre zonificación.....	57
Fig. 16.- Valores límites en dBA para vehículos automotrices.....	59
Fig. 17.- Niveles estándares de ruido.....	61
Fig. 18.- Índice máximo de evaluación del ruido en lugares cerrados no residenciales..	63
Fig. 19.- Reacciones del público ante exceso de ruido en zonas residenciales.....	63
Fig. 20.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de San Isidro.....	65
Fig. 21.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Miraflores.....	66
Fig. 22.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Magdalena.....	67
Fig. 23.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Surco.....	68
Fig. 24.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Chorrillos.....	69
Fig. 25.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Lima "E".....	70
Fig. 26.- Niveles de intensidad de ruido en	

	página
el distrito de Lima "O".....	71
Fig. 27.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Breña.....	72
Fig. 28.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Jesús María.....	73
Fig. 29.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Barranco.....	74
Fig. 30.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de San Martín de Porras...	75
Fig. 31.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de San Luís.....	76
Fig. 32.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de La Molina.....	77
Fig. 33.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de San Miguel.....	78
Fig. 34.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito del Rimac.....	79
Fig. 35.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Ate.....	80
Fig. 36.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Surquillo.....	81
Fig. 37.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de Pueblo Libre.....	82
Fig. 38.- Niveles de intensidad de ruido en el distrito de La Victoria.....	83
Fig. 39.- Niveles de intensidad de ruido en	

	página
el distrito de Lince.....	84
Fig. 40.- Niveles de intensidad de ruido (dB) en Lima Metropolitana.....	86
Fig. 41.- Niveles totales de sonido por actividad industrial.....	88
Fig. 42.- Número de determinaciones de niveles totales de ruido, por intervalos de intensidad. Zona residencial.....	91
Fig. 43.- Número de determinaciones de niveles totales de ruido, por intervalos de intensidad. Zona Comercial.....	92
Fig. 44.- Número de determinaciones de niveles totales de ruido, por intervalos de intensidad. Zona Industrial.....	93
Fig. 45.- Número de determinaciones de niveles totales de ruido, por intervalos de intensidad. Zona Tránsito.....	94
Fig. 46.- Distribución de las mediciones de ruido por intervalos de intensidad zona residencial.....	96
Fig. 47.- Distribución de las mediciones de ruido por intervalos de intensidad zona comercial.....	97
Fig. 48.- Distribución de las mediciones de ruido por intervalos de intensidad zona industrial.....	98

Fig. 49.- Distribución de las mediciones de ruido por intervalos de intensidad zona tránsito.....	99
Fig. 50.- Valores predominantes por períodos horarios para cada zona estudiada.....	101
Fig. 51.- Variación del nivel de ruido en la ciudad de Lima.....	103

P R O L O G O

El presente trabajo contiene un estudio sobre NIVELES DE RUIDO EN LA CIUDAD DE LIMA, efectuado en los 20 distritos que conforman el área urbana de la ciudad, este estudio, se realizó desde el punto de vista del Saneamiento Ambiental, con el fin de hacer más sano y agradable el medio ambiente limeño.

Otro de los fines, es el de lograr el Título de Ingeniero Sanitario para cada uno de sus autores y a la vez, el de brindar a las autoridades y entidades encargadas del Saneamiento Urbano de Lima, un análisis de las causas, efectos y posibles soluciones para el problema del ruido urbano y aumentar el interés por este.

Así mismo, es nuestro deseo, el fomentar la creación de una conciencia acústica entre los pobladores de Lima, para que las autoridades encuentren en ellos, a decididos colaboradores en la ardua labor que implica el hacer de nuestra ciudad capital, un lugar apropiado para el apacible desenvolvimiento de sus habitantes.

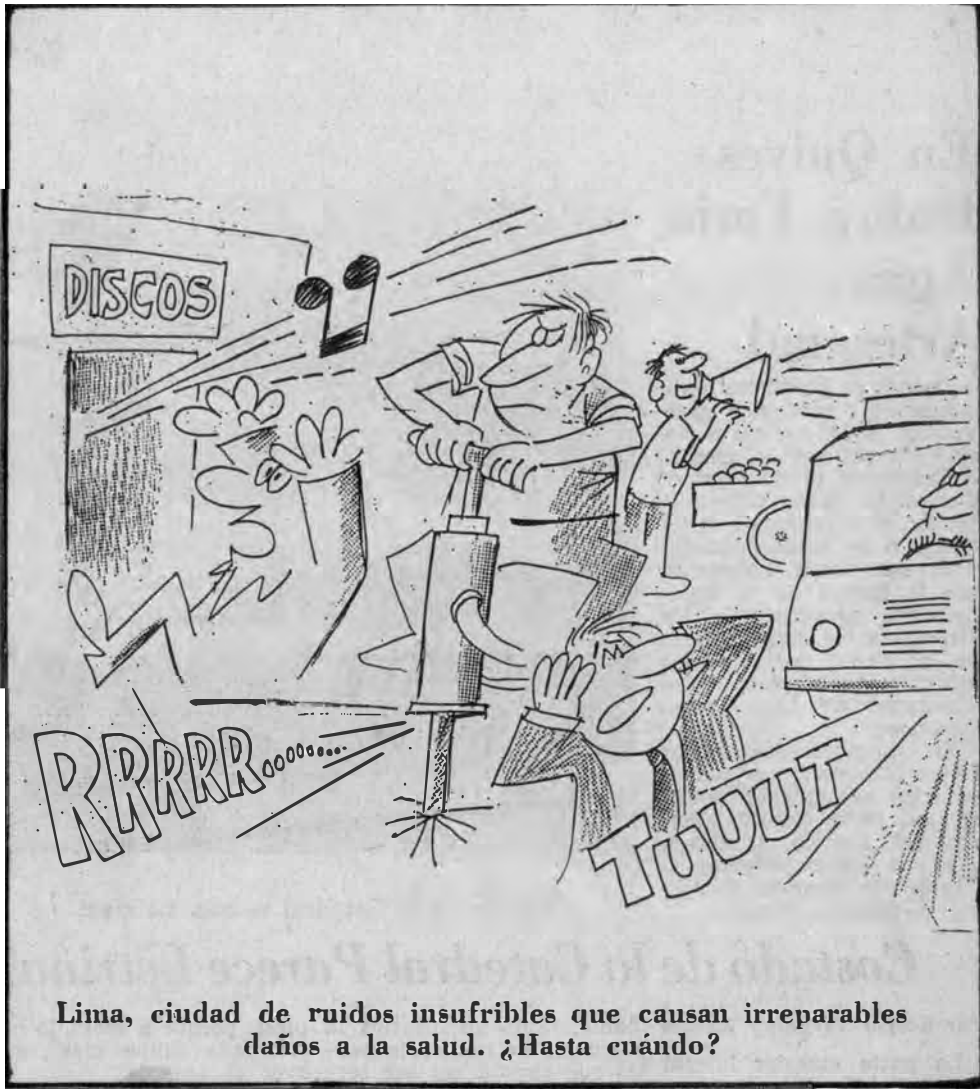


Ilustración tomada del diario " La Prensa " fechado en Lima,miércoles 23 de Mayo de 1973.

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

A manera de introducción y para una total y exacta comprensión del presente trabajo, se hace necesario mencionar una serie de definiciones y conceptos básicos sobre el ruido, sus características y manifestaciones, agregando además algunas asepciones usadas en el Saneamiento Ambiental.

SONIDO y RUIDO, físicamente hablando, no existe ninguna diferencia entre ambos y decimos que están constituidos por las variaciones de presión del aire, sobre y bajo la presión atmosférica, producidos por una fuente de vibración; fisiológicamente, el ruido es la sensación producida en el oído por dichas variaciones de presión.

Desde el punto de vista Psicológico, se denomina SONIDO a aquellas ondas sónicas agradables al oído y señalamos como RUIDO a aquellos sonidos desagradables y molestos, que son productos de una desordenada superposición de ondas de diferentes frecuencias y amplitudes.

PRESION DE SONIDO, es la energía que producen las ondas sónicas en su propagación, siendo la presión de sonido más débil que puede captar el

oído humano normal, del orden de las 0.0002 dinas/cm al cuadrado o Microbares.

Antes de sentir molestia alguna, el oído humano puede soportar sonidos de presión sonora del orden de los 200 Microbares, vale decir, una presión un millón de veces mayor que la mínima perceptible; como una referencia, podemos decir que la presión atmosférica normal es de 1,033 Microbares.

Existe una relación logarítmica que facilita el uso de estas presiones de sonido, relacionando entre sí a la presión real o actual del sonido que se mide y la presión que se usa como base o referencia (Presión mínima captada por el oído humano). Esta relación, da origen al DECIBEL (dB) que es considerada como la unidad representativa de la cantidad de sonido.

La relación que hemos mencionado, es la siguiente:

$$\text{dB} = 20 \log \frac{\text{presión del sonido que se mide}}{\text{presión mínima captada por oído humano}}$$

De acuerdo con esta fórmula, el

nivel de sonido es cero, cuando la presión es exactamente 0.0002 Microbares y que aumenta en 20 unidades cada vez que la presión aumenta 10 veces. La presión de 1 Microbar, corresponde a un nivel sonoro de 74 decibeles y cada vez que la presión se duplica, el nivel sonoro aumenta en 6 decibeles.

Siendo el DECIBEL una función logarítmica, los valores correspondientes a diversas mediciones, no se pueden sumar directamente y para saber el nivel que se alcanzaría si se combinan dos sonidos medidos separadamente, recurrimos a nomogramas semejantes al de la FIGURA Nro. 1, que nos resuelve el problema con aceptable aproximación. En caso de que se desee combinar más de dos niveles, se aplica el nomograma para los dos niveles más altos y el valor hallado se combina en forma similar con el valor inmediato en orden decreciente, y así sucesivamente con los valores siguientes.

Para una aplicación más sencilla y práctica, pero igualmente exacta, se puede usar tablas como la que presentamos en la FIGURA Nro. 2, procediendo en forma similar al uso del nomograma.

La relación existente entre nivel i presión de sonido, se puede apreciar en la FIGURA Nro. 3, donde se tiene además la relación de las presio

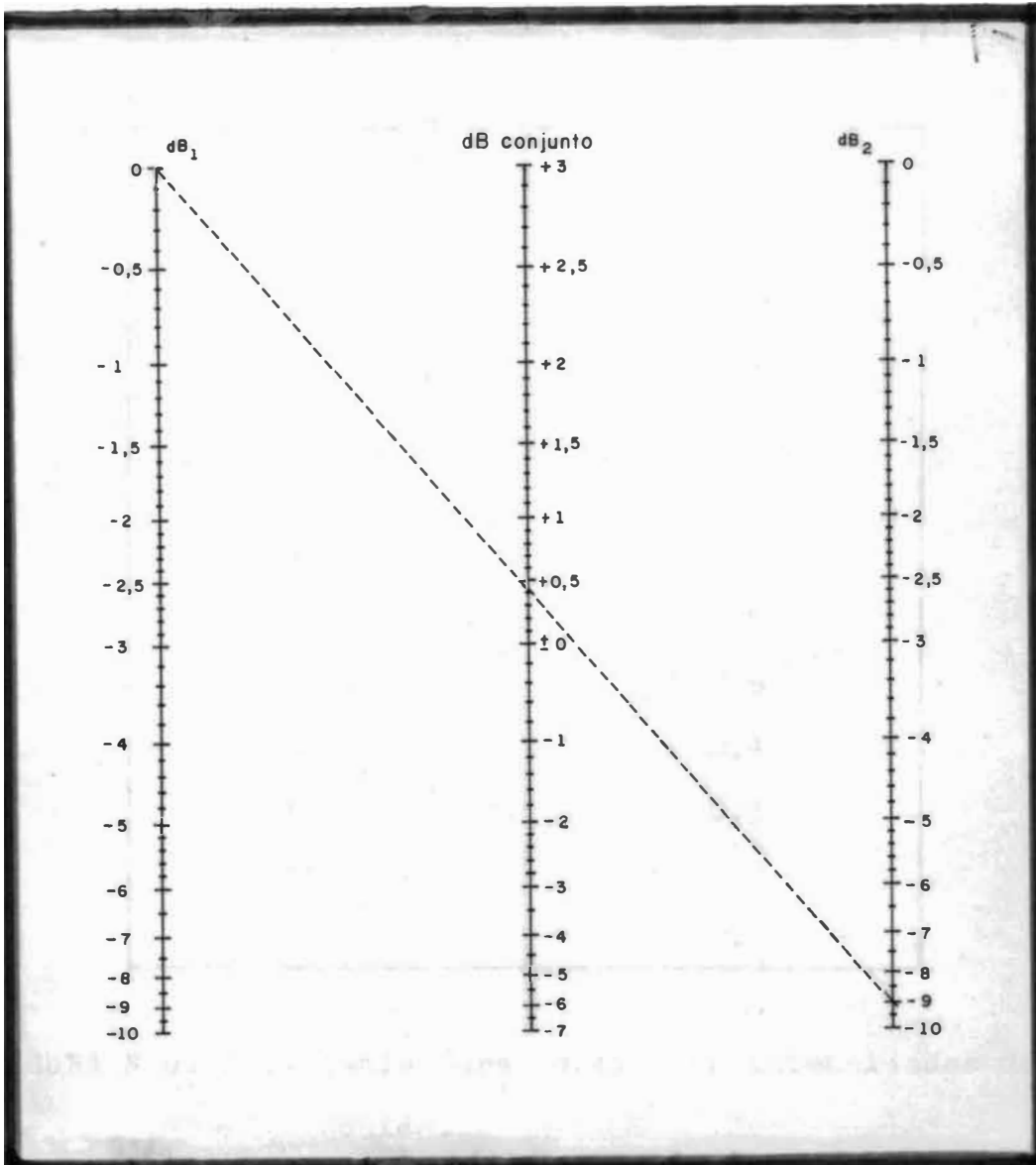


FIGURA Nro. 1 .- Nomograma para adición de Intensidades de Sonido.

(Werner Bürk - 1969)

DIFERENCIA ENTRE LAS 2 MEDICIONES (dB)	dB QUE SE DEBE A GREGAR AL NIVEL MAYOR
0	3.0
1	2.6
2	2.1
3	1.8
4	1.5
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
10	0.4
12	0.3
14	0.2
16	0.1

FIGURA Nro. 2 .- Tabla para adición de intensidades de
Sonido.

Ing. C. Sáenz Peña I.S.O. 1964

PRESION DE SONIDO (MICROBAR)	RELACION ENTRE pa. y pb	NIVEL DE SONIDO (dB)	FUENTE DE SONIDO
0.0002	1.00	0	
0.00063	3.15	10	
0.002	10.0	20	Cuchicheo
0.0063	31.5	30	Tic Tac del Reloj a 1 metro
0.02	100.0	40	Sector de Viviendas Residenc.
0.063	305.0	50	Sector Residencial
0.2	1000.0	60	Conversación Normal
0.63	3150.0	70	Oficina Normal (Máquinas)
1.0	5000.0	74	Astilleros
2.0	10000.0	80	Astilleros
6.3	31500.0	90	Ind. Metálicas - Aserraderos
20.0	100000.0	100	Embotelladoras
63.0	315000.0	110	Fab. Textiles
200.0	1000000.0	120	Aeropuerto (Aviones a Reacción)
2000.0	10000000.0	140	Manufacturas por Impacto

Fig. N° 3 Relación entre Presión y Nivel de Ruido.

nes del sonido medido (pa) y la usada como base,denominándola (pb) y cuyo valor es de 0.0002 Microbares.

Llámase FRECUENCIA,al número de veces que una onda sónica completa se repite en la unidad de tiempo,expresándosele en Ciclos por Segundo o en HERTZ (Hz). Ha sido científicamente comprobado, que un oído humano sano y normal,es capaz de percibir sonidos cuyas frecuencias están comprendidas entre los 20 y los 20,000 Hz.,por lo que se le considera a este rango como el de la audición normal.

Para una evaluación más real y práctica de la intensidad del sonido captado por el oído humano,desde el momento en que este no actúa como si fuera un instrumento sino que puede percibir como distintos a dos sonidos de igual nivel,se ha creado una unidad que expresa la intensidad de sonido,pero con una frecuencia fija,equivalente a 1,000 Hz,esta unidad se denomina FON o FONIO.

Otra unidad muy importante es el SON o SONIO,que mide la intensidad de un sonido y no su nivel de intensidad,como lo hace el Fon,existe una relación entre estas unidades,de modo que cuando un sonido tiene un nivel de intensidad de 40 Fones,tiene una intensidad de 1 Son y por cada 10 Fones que au-

mente, el número de Sones se duplica; para visualizar mejor esta relación, ver la FIGURA Nro.4 .

Es necesario tener presente que se debe establecer una clara diferencia entre el nivel de intensidad que pueda tener un sonido dado y la intensidad misma; el Fon es un valor relativo que no se puede acumular directamente, lo que no sucede con el Son , que por representar energía si admite la adición directa.

UMBRAL AUDITIVO, es el punto de la escala de intensidad, en que se comienza a oír cada tono y varía para cada persona.

AUDICION NORMAL, es la capacidad auditiva media de un grupo de personas, representativas de una población dada, se trata de un valor promedio mas no de una cifra exacta, ya que la audición normal no es uniforme para todos, sino que abarca unos 15 dB a cada lado del valor promedio, siendo en los jóvenes, de aproximadamente de unos 7 dB a 125 Hz, 6 dB a 2,000 Hz y hasta de 9 dB a unos 8,000 Hz. (Dadson y King en 1952).

TRAUMA ACUSTICO, es el daño que sufre el órgano auditivo al captar un sonido de intensidad mayor a la que puede soportar según su constitución, este daño puede ser, muy leve, pero puede también condu-

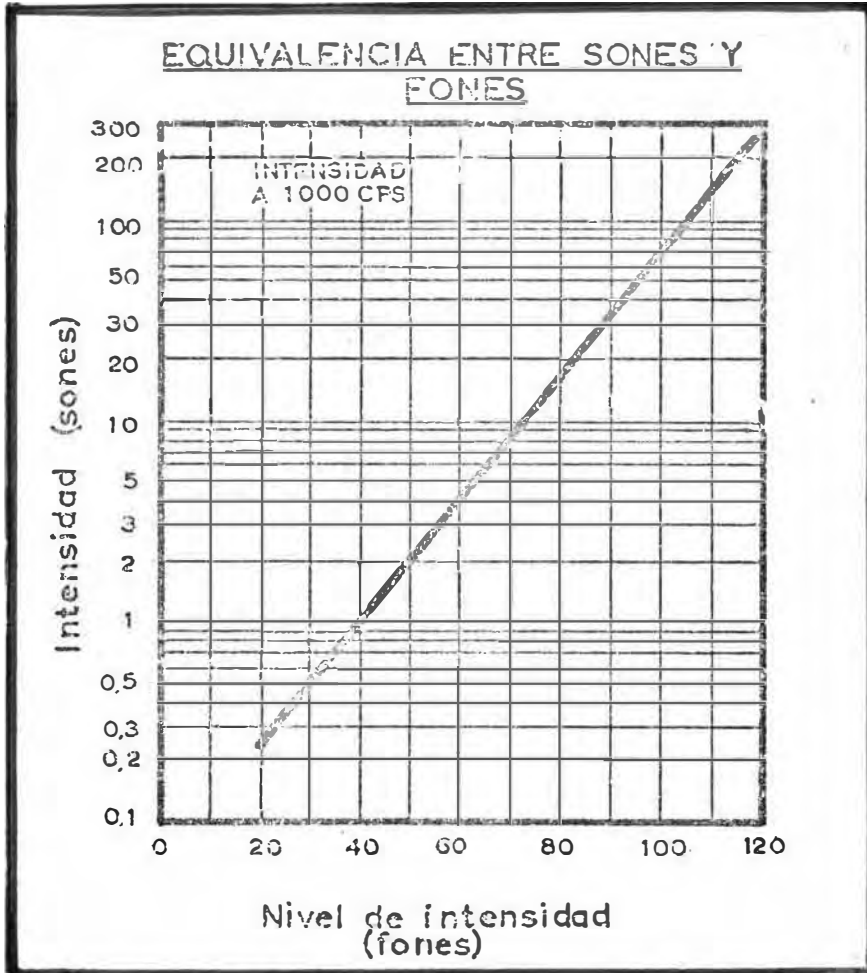


FIGURA Nro. 4 .- Relación entre Sones y Fones
(J.J. Bloomfield - 1964)

cir a la sordera total.

FATIGA ACUSTICA, es la consecuencia de un exceso de ruido en el mecanismo conductor del oído medio, pero sin causar lesión, esta fatiga es totalmente recuperable una vez que cesa el ruido causante, la recuperación puede tardar pocos minutos como también varios días.

SORDERA, este término es aplicable a cualquier pérdida de la capacidad auditiva y no necesariamente a la pérdida total de la audición.

MOLESTIA, hemos dicho en líneas anteriores, que el ruido es un sonido molesto y desagradable; el grado de molestia, no está necesariamente en relación directa con la intensidad del sonido, sino que influyen en él factores subjetivos, como la familiaridad con un sonido determinado y principalmente con el estado de ánimo del sujeto, es también sabido que la molestia varía también según las diferentes situaciones; por ejemplo, el ruido producido por los automóviles de carreras, pueden ser muy agradables para sus conductores pero desagradables e irritantes para los vecinos del autódromo.

Entre las molestias más comunes

en la colectividad, figuran la perturbación del sueño, la mala recepción de los programas de radio y televisión, el miedo a los accidentes, tensión nerviosa, irritabilidad y en muchos casos, la fatiga **debida** al esfuerzo suplementario para la concentración o para superar las dificultades en la comunicación hablada.

CAPITULO 2

FUNDAMENTO DEL ESTUDIO

FUNDAMENTO DEL ESTUDIO

Hoy en día, con el enorme adelanto que ha alcanzado el mundo en materia de mecanización en todos los aspectos de la vida cotidiana, el problema del Ruido en la Comunidad ha crecido en forma paralela, llegando a niveles desagradables y hasta dañinos al ser humano; si a esto le aumentamos el enorme crecimiento demográfico que conlleva el crecimiento del número de vehículos automotores, que son considerados los grandes contaminantes ambientales en lo que se refiere a gases tóxicos y ruido, se llega a comprobar que el exceso de ruido, no sólo afecta a los habitantes de los centros comerciales de las grandes ciudades, o a los grupos de gente que se desenvuelve en medios congestionados por uno u otro motivo, sino también a los que habitan en los sectores residenciales e incluso en medios rurales, ya que hasta la tranquilidad de los campos se ve afectada.

Son muchos los gobiernos y organizaciones mundiales, que convencidos de crear reglamentos y dictar normas tendientes al control del ruido en áreas urbanas, han tomado medidas como las que mencionaremos a continuación:

En la ciudad de Los Angeles, California - E.E.U.U., el principal control se efectúa en el

aereopuerto,exigiendo que tanto los despegues como los aterrizajes de los aviones comerciales,cuyos horarios se encuentren comprendidos entre las 11 p.m. y las 6 a. m.,deberán hacerlos orientados hacia el Océano Pacífico y no deberán sobrevolar el área urbana de la ciudad.

En Alemania Occidental,el gobier no subenciona a las familias que habitan en las cercanías del aereopuerto,para que puedan colocar ventanas especiales de vidrio doble y/o colocar revestimientos acústicos en las paredes.

En la ciudad de Tokio - Japón,se han dictado normas destinadas a reducir los ruidos, sobre todo en las áreas residenciales,implantando zonas casi silenciosas para los hospitales y centros de rehabilitación.

En Moscú - Rusia,donde el problema no ha alcanzado aún características críticas, se ha dispuesto que los paneles de concreto de las casas prefabricadas,sean de un espesor mayor que el acostumbrado con el único fin de atenuar el ruido exterior.

Lo mencionado anteriormente, nos hace reflexionar y pensar que en nuestra patria,también hay que tomar las medidas necesarias para controlar el

ruido comunal, evitando de esa manera, el llegar a extremos nocivos para nuestra población.

ANTECEDENTES

El problema del exceso del ruido en las ciudades, no es nuevo, pues se sabe que en la antigua Italia, los Sibaritas (600 años antes de Cristo) , prohibieron que los herreros trabajasen dentro del área urbana, por que molestaban a los vecinos con el excesivo ruido que producian; la primera referencia escrita, la tenemos en la obra " Historia Natural " escrita por Plinio en el año 100 de nuestra era, en la que afirma q' los habitantes de un pueblo cercano a las cataratas del rio Nilo, padecían de sordera.

A pesar de la antigüedad del problema, sólo a mediados de este siglo comenzó la preocupación mundial, siendo los Estados Unidos de Norte América los pioneros en el campo de la investigación, siendo el año 1947 cuando " The American Accademy of Ophtalmology and Otolaringology " y la " American Standards Ass. " , nombraron subcomités para el estudio de la acústica, vibraciones y el Shock mecánico, para luego establecer criterios Bio-acústicos y Psico-acústicos para la lucha incansable contra el ruido en los ambientes industriales, mercantiles y urbanos.

En 1963 en la Gran Bretaña, The Committee on the Problem of Noise, expidió un informe considerado como uno de los mas completos y mejor documentados hasta la fecha, dando origen a la creación - en ese mismo año del " Institute of Sounds and Vibrations " , considerado actualmente como uno de los mayores baluartes mundiales en la lucha contra el ruido.

The American Standard Association, en 1965 editó un catálogo titulado " Acústica, Vibración, Shock Mecánico y Registro de Sonidos ", el cual contiene mas de 24 epígrafos sobre terminología y evaluación del ruido de fondo en las cámaras audiométricas, especificaciones y características para sonómetros y audiómetros; con lo que prácticamente se completan todos los medios necesarios para realizar efectivos estudios en la materia que nos ocupa.

EL RUIDO EN LA COLECTIVIDAD

En la evaluación de los problemas planteados por el ruido en los centros poblados, es a veces esencial conocer la forma en que se ha desarrollado la colectividad, sus bases económicas y sus hábitos. Puede ser necesario combinar los elementos físicos, con factores psicológicos y hasta apreciaciones de carácter político; si evaluar las molestias que sufre -

un individuo es de por sí difícil, lo es más si enjuicamos a toda una colectividad, pues en estas influyen con frecuencia, ciertos factores de difícil apreciación.

Hay quien protesta con vehemencia por los ruidos que producen los trabajos de la construcción Civil, mientras que otros los aceptan, porque los consideran un signo de prosperidad y como factor decisivo en favor del desempleo.

Entre otros factores colectivos, podemos citar por ejemplo, el carácter residencial o industrial del barrio o distrito, la calidad del material usado en la construcción de las viviendas, la ubicación de Hospitales y Escuelas, las horas en que se producen los ruidos, la topografía local, los efectos del ruido sobre el valor de la propiedad y la relación de ideas entre el ruido y el riesgo de accidentes.....entre muchos otros.

Como un ejemplo de la opinión pública, podemos mencionar una encuesta realizada en 1963, en el Reino Unido, cuyos resultados podemos apreciar en la FIGURA Nro.5 y que expone la información obtenida de personas interrogadas sobre el tipo de ruido que mas le molesta, ya sea en el hogar, centro de trabajo o en la vía pública; en los hogares, la molestia mayor la produce

ORIGEN DEL RUIDO	PORCENTAJE DE PERSONAS QUE SUFREN MOLESTIAS		
	EN EL HOGAR	EN VIA PUBLICA	EN EL TRABAJO
Automóviles	36	20	7
Aviones	9	4	1
Trenes	5	1	0
Industria/Construcción	7	3	10
Aparatos domésticos	4	0	4
Ruido de vecinos	6	0	0
Niños	9	3	0
Voces de adultos	10	2	2
Radio y Tv.	7	1	1
Timbres y alarmas	3	1	1
Animales domésticos	3	0	0
TOTALES	99	35	26

FIGURA Nro.5.- Origen y porcentaje de molestia causada por el ruido.

(Committee on the Problem of Noise en 1963).

la circulación vehicular y centros industriales cercanos, siendo de menor influencia los ruidos procedentes de la misma casa o viviendas vecinas.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

" Los habitantes de las grandes ciudades del mundo, han comenzado a pedir silencio, por que el ruido atenta contra su salud y bienestar." de estas líneas, se deduce que nuestro objetivo es justamente el de brindar a los habitantes de nuestra ciudad capital, un ambiente libre de ruidos molestos que tanto afectan el normal desenvolvimiento de una colectividad, y hacer que nuestros conciudadanos no se sientan amenazados por un contaminante más.....el ruido.

Para poder cumplir con la meta propuesta, hemos recopilado una gran cantidad de datos, para poder evaluar el problema actual, para analizarlo, resolverlo y cumplir así con nuestro afán de colaborar con las autoridades encargadas, para que estas coordinen y reglamenten la aplicación de las soluciones halladas, como lo son, un mayor uso de las modernas técnicas de construcción acústica, la mejora de los equipos silenciadores en los vehículos de transporte y motores estacionarios, evitar conglomerados humanos, el revestimiento con material acústico de las viviendas, etc.

CAPITULO 3

**EL RUIDO COMO AGENTE DE
CONTAMINACION AMBIENTAL**

EL RUIDO COMO AGENTE DE CONTAMINACION AMBIENTAL

En junio de 1972, se reunió un selecto grupo de expertos internacionales, pertenecientes a la Organización Mundial de la Salud, para dictar en Estocolmo - Suecia una conferencia de las Naciones Unidas sobre El Medio Humano, en la que se calificó al ruido como el más insistente de todos los contaminantes y al Ser Humano como una víctima del progreso y adelanto que gozamos hoy en día, pues estos conllevan la infestación del ambiente con gases, humos, partículas suspendidas, radiaciones y ruidos.

En esta conferencia, se hizo un llamado al mundo para aunar esfuerzos en la lucha contra el ruido, mediante un control estricto de las fuentes productoras de éste, sobre todo en los vehículos motorizados, considerados como los principales contaminantes atmosféricos, seguidos por la actividad industrial y el desenvolvimiento propio de la gente.

En Sur América, es Brazil uno de los pioneros en Saneamiento Ambiental y fué El Instituto Municipal Del Sonido del estado de Sao Pablo, el que recientemente realizó un estudio sobre lo que se llamó, " Agresión del Ruido Urbano " o " Contaminación Sonora de la Ciudad ", esta investigación demostró, que el ruido

no sólo es una molestia y a la larga un daño, sino que influye directamente en la productividad industrial, el rendimiento de los estudiantes y en todos los aspectos de la economía de un país, así mismo se afirmó que los habitantes de una ciudad con problemas del ruido urbano, pierden paulatinamente su capacidad auditiva, sufre del sistema nervioso hasta el punto de sentir Neurastenias, es seriamente afectada su conducta mental y física y que no son escasos los desordenes cardíacos producidos por el ya considerado problemático contaminante, el ruido.

FUENTES DE RUIDO

La Organización Mundial de la Salud, ha enfocado el gran problema que vive la colectividad actualmente, dando a conocer que en cualquier ciudad de un país medianamente industrializado, existen 5 grandes fuentes de ruido, que las citamos a continuación:

- 1.- Los medios de transporte
- 2.- Las industrias
- 3.- La actividad de la gente
- 4.- Las construcciones civiles
- 5.- Instalaciones productoras de energía

Lima, nuestra ciudad capital, no

escapa a esta enumeración, por que su enorme actividad - comercial paralela a un crecimiento geográfico de magnitudes considerables y una siempre creciente producción industrial, producen un ruido tal, que el problema en el medio en que vivimos, es ya una realidad.

EL TRANSPORTE COMO PRODUCTOR DE RUIDO

Nuestra capital, como centro de - las actividades del país, crece cada día más, crecimiento que conlleva el aumento de las distancias entre los centros de trabajo y estudio, y los sectores de vivienda, además el crecimiento demográfico obliga a un mayor número de vehículos de transporte; todo esto trae como consecuencia, a un gran número de automóviles, omnibuses, microbuses, motos y demás medios motorizados de locomoción, - circulando en todas direcciones y a la mayor velocidad posible, para cumplir con su cometido.... el transporte público de pasajeros. A esto podemos agregar el ruido producido por los trenes de carga y de pasajeros, y el de los aviones que sobrevuelan la ciudad a cada instante y que contribuyen significativamente al problema.

En los vehículos mencionados, la principal fuente de ruido es el motor, aunque no dejan de contribuir considerablemente las carreteras y la resistencia del aire, de las que derivan múltiples vibra-

ciones auditivas y táctiles.

Debido a la enorme variación en las velocidades de rotación de un motor y a la excitación pulsátil ocasionada por los golpes y saltos en los caminos carreteros, el ruido producido abarca un amplio margen de frecuencias, abarcando desde los ruidos graves (onquidos), hasta los más agudos capaces de ser captados por el oído humano (Silvidos).

Para dar una idea de los ruidos producidos por el transporte, citaremos que un moderno - avión a reacción, produce cerca de 140 dB; un auto de los llamados "Silenciosos", llega a los 70 dB y que un automóvil con escapes del tipo "Directo", llega a producir - hasta 110 dB; además, un auto también produce ruidos aun con el motor apagado, ya que una bocina del tipo normal, produce un ruido de nivel aproximado de 120 dB y una de tipo especial o deportiva, llega a los 140 dB. También se deben considerar los ruidos de las patinadas y portazos, que no dejan de producir ruidos con niveles que están comprendidos entre los 80 y los 90 dB.

LA INDUSTRIA COMO FUENTE DE RUIDO

La industria en su afán de producir cada vez más, incrementa enormemente el número de má

quinas y producen ruidos tan elevados como los 112 dB - en las fábricas textiles o los 109 dB de las embotelladoras, claro está que esos niveles se producen en el interior del local y sólo una parte de él se proyecta fuera de los linderos prediales de la fábrica, pero esa parte ya es significativa, pues llega a valores muy por encima de los 70 dB.

Por más que adelante la técnica, las máquinas industriales son de por sí ruidosas, aunque sean nuevas; con el trabajo constante y el pasar de los años, el desgaste hace que este ruido sea mucho mayor.

Indirectamente, la industria también incrementa el problema que tratamos, pues moviliza grandes cantidades de materias primas y productos manufacturados mediante un gran número de camiones y trenes que como ya sabemos, son ruidosos de por sí.

LA ACTIVIDAD RUIDOSA DE LA GENTE

Aunque no lo parezca, la gente es una gran fuente de ruidos, pues una conversación normal tiene un nivel sonoro de 60 dB y si se tratase de gritos con euforia deportiva, este nivel puede llegar hasta los 80 dB y más; si estos valores los multiplicamos - por cientos de miles de conversaciones que se efectúan

simultáneamente, veremos que se trata de valores muy dignos de tomarse en cuenta.

En la actividad comercial, es común el uso de pregones y otras propagandas sonoras, que para ser efectivas, deben alcanzar altos niveles sonoros y si el caso incluye el uso de bocinas y megáfonos, se llega a niveles del orden de los 90 dB.

Otra de las actividades ruidosas de la gente, es la de recreación y festejos; en una fiesta de regulares proporciones, con una orquesta o un amplificador de varias decenas de vatios, se alcanzan niveles comprendidos entre los 80 y los 90 dB.

La afición pública de formar enormes conglomerados de gente con ideas comunes, es otra de las causas del ruido urbano; estas manifestaciones alcanzan muy variados niveles, según la idea que las origina, siendo las más ruidosas las de origen deportivo o político, y las menos, las de origen religioso.

LAS CONSTRUCCIONES CIVILES I EL RUIDO QUE PRODUCEN

En el aspecto de la construcción civil, tenemos una gran fuente de ruido en la construcción y reparación de las vías públicas, especialmente al

usarse herramientas neumáticas, las que son activadas - por enormes compresoras que en conjunto llegan a producir ruidos de niveles que superan ampliamente los 100 decibeles; en la construcción de viviendas, locales comerciales y públicos, sólo se llegan a valores significativos en el caso de usarse grandes maquinarias o sistemas de por sí ruidosos (Remachado, Ensamble de paneles pre-fabricados, etc.).

En el caso de las Instalaciones productoras de energía, en nuestra ciudad no tenemos el problema que de ellas se deriva, por que Lima se surte de energía eléctrica producida en Centrales Hidroeléctricas muy distantes de los núcleos urbanos; en otros países, si se sufre a causa del ruido producido por las centrales eléctricas Térmicas o sea, accionadas por petróleo o carbón y que en un gran número de casos, están ubicadas en las inmediaciones de las ciudades.

EL PROBLEMA EN LA CIUDAD DE LIMA

En nuestra ciudad es un hecho - el ruido excesivo, tanto de día como de noche, privando a los pobladores limeños de la tranquilidad para poder concentrarse en su trabajo o estudio, o interrumpiendo el necesario y deseado descanso nocturno, creando un ambiente sumamente desagradable e insano.

En Lima, se han efectuado varios estudios preliminares al respecto, pero no contamos con un programa o plan trazado en forma científica, aunando esfuerzos para combatir las causas del mal o para controlarlo en forma que no supere los límites aceptables, ojalá que con este estudio, pongamos nuestro granito de arena para lograr la superación en este aspecto y podamos contar en un plazo no muy largo, con toda una organización destinada al control del ruido comunal.

A continuación, citaremos algunos de los informes y datos obtenidos en anteriores estudios, realizados tanto por el sector público como por particulares ansiosos de contener la contaminación de nuestra ciudad.

A nivel público, en nuestro medio es el Instituto de Salud Ocupacional (Dependencia del Ministerio de Salud Pública) el encargado de velar por el bienestar y salud tanto de los trabajadores en los medios laborales, como de los vecinos en la vía pública. A continuación, presentamos un resumen de dos informes publicados por dicho instituto, en los que podemos apreciar los diferentes niveles de ruido medidos en calles y plazas de nuestra ciudad capital.

El primero de estos estudios, se

INSTITUTO DE SALUD OCUPACIONAL
INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD

MINISTERIO DE SALUD

LIMA: Las Amapolas 350 Urb. San Eugenio Lima 14 Lima, Perú - Telfs. 406797 - 406871 - 402340 - 406562

AREQUIPA. Ejercicios 218 Apartado 768 - Teléfono 2680.

LA OROYA: Agrupamiento Marcavalle H-100 Apartado 113 Teléfono 2108.

TRUJILLO: Francisco Pizarro 567 Apartado 210 Teléfono 2103.

NIVELES DE RUIDO EN CALLES DE LIMA RELACIONADOS CON EL
TRAFICO AUTOMOTOR

1970

ARTERIA	Nivel de Ruido en dB en Horas de Tráfico			
	8 a.m.	1 p.m.	7 p.m.	9 p.m.
Conquistadores	74	82	74	74
Javier Prado	79	85	86	80
Salaverry	82	85	80	75
Arequipa	88	95	92	80
Wilson	89	95	85	80
Via Expresa	88	95	92	80
28 de Julio	75	90	85	80
Unión	89	95	100	75
Plaza San Martín	85	85	88	80
Plaza Grau	86	95	90	85
Plaza Bolognesi	81	85	84	80
Plaza 2 de Mayo	78	92	85	79
Venezuela	85	92	83	80
Colonial	80	85	82	75
Argentina	88	92	85	80
Caquetá	76	85	80	75
Zarumilla	80	82	78	75
Av. Perú	78	80	85	74

INSTITUTO DE SALUD OCUPACIONAL

INSTITUTOS NACIONALES DE SALUD

MINISTERIO DE SALUD

LIMA: Las Amapolas 350 Urb. San Eugenio Lima 14 Lima, Perú - Telfs. 406797 - 406871 - 402340 - 406562

AREQUIPA. Ejercicios 218 Apartado 768 - Teléfono 2680.

LA OROYA: Agrupamiento Marcavalle H-100 Apartado 113 Teléfono 2108.

TRUJILLO: Francisco Pizarro 567 Apartado 210 Teléfono 2103.

CUADRO COMPARATIVO DEL RUIDO EN CALLES DE LIMA

RELACIONADO CON EL TRAFIJO AUTOMOTOR ++

1970

1973

ARTERIA	NIVELES TOTALES DE RUIDO PREDOMINANTES EN HORAS DE TRAFICO (DECIBELES)							
	8.00 a.m.		1.00 p.m.		7.00 p.m.		9.00 p.m.	
	1970	1973	1970	1973	1970	1973	1970	1973
Conquistadores	74	76	82	83	74	75	74	74
Javier Prado	79	81	85	88	86	89	80	79
Salaverry	82	83	85	84	80	86	75	79
Arequipa	88	86	95	89	92	94	80	82
Wilson	89	87	95	89	85	90	80	82
Vía Expresa (+)	88	82	95	83	92	87	80	79
28 de Julio	75	76	90	88	85	87	80	79
Unión	89	87	95	90	100	94	75	78
Plaza San Martín	85	82	85	86	88	90	80	76
Plaza Grau	86	82	95	88	90	90	85	80
Plaza Bolognesi	81	80	85	85	84	85	80	77
Plaza 2 de Mayo	78	82	92	90	85	86	79	77
Venezuela	85	80	92	89	83	85	80	81
Colonial	80	83	85	89	82	85	75	81
Argentina	88	86	92	89	85	91	80	82
Caquetá	76	78	85	88	80	90	75	80
Zarumilla	80	77	82	86	78	84	75	77
Av. Perú	78	79	80	83	85	85	74	75

(+) a nivel zona de transito

CBZ - GPB/vga 1973

(++) a nivel de aceras

total de 3,335 medic.

realizó en 1970,efectuándose mediciones en las cuatro horas de mayor tráfico automotriz,como son las 8 a.m., 1 p.m. , 7 p.m. y las 9 p.m.;los valores hallados , no pudieron ser más alarmantes pues se llegaron a medir - niveles de hasta 100 dB en el corazón de la ciudad, el nivel más bajo registrado fué de 74 dB que es considerado molesto y potencialmente dañino. ver FIGURA Nro 6.

En un segundo estudio realizado en 1973,el I.S.O. , demostró que los altos valores se mantenían aunque en esta ocasión el mayor fué de sólo 94 dB en el mismo lugar y hora en que se midieron los 100 dB en 1970,en esta oportunidad se publicó un cuadro comparativo de los estudios,con el que se actualizó la magnitud del problema. ver FIGURA Nro. 7 .

A nivel particular,existen estudios muy interesantes,como el efectuado por el Ingeniero Luís Masson M.,realizado en el distrito de Miraflores,para ser exactos,en el Ovalo Gutierrez de ese residencial distrito;en este trabajo el Ing. Masson obtuvo significantes resultados,pues su mediciones tenían un intervalo de 30 minutos,hallando el máximo valor entre las 6 y 6:30 p.m. con un nivel que sobrepasó los 85 dB,asimismo,detectó que un 48% de los vehículos que circulaban,poseían un sistema defectuoso de silenciadores o carecían de ellos,aclarando que los microbuses de una

conocida línea, en un 68% tenían un funcionamiento demasiado ruidoso por defectos en sus sistemas silenciadores; otro dato muy interesante hallado por el Ingeniero Masson, fué el relacionado con el volumen de tránsito, cuyo valor en ese punto era de 543 vehículos por hora como promedio y confirmó además que el ruido no es proporcional al volumen del tráfico sino a la calidad de los vehículos.

Otro estudio interesante, fué el realizado por los Arquitectos Baracco y Lavado en su tesis titulada " Normas de aislamiento acústico en la Lima Metropolitana ", cuyo cuadro central lo presentamos en la FIGURA Nro.8 de la siguiente página. En este cuadro podemos apreciar que en las zonas comerciales y de grandes arterias de circulación vial, se registraron niveles que fluctuaron entre los 80 y 90 dB, en las frecuencias comprendidas entre los 400 y 3,200 Hz, que involucran el rango de audición normal (600 a 2,400 Hz), estos valores sindicaron a Lima como una ciudad en la que el ruido está alcanzando características de problema.

NIVELES MAXIMOS DE SONORIDAD (dB)											
LIMA METROPOLITANA											
ZONAS	RUIDOS DE FONDO			EXTREM. FRECUEN.			EXTREM. MAS RARO				
	GRAVE	MEDIO	AGUDO	GRAVE	MEDIO	AGUDO	GRAVE	MEDIO	AGUDO		
DE REPOSO Y DE CURAS	65	70	75	70	75	80	75	80	85		
RESIDENCIAL TRANQUILAS	50	55	60	60	65	70	65	70	75		
MIXTAS	45	50	55	65	70	75	75	80	85		
COMERCIALES Y DE NEGOCIOS	65	70	75	75	80	85	80	85	90		
INDUSTRIALES	60	65	70	75	80	85	80	85	95		
GRANDES ARTERIAS	65	70	75	75	80	85	80	85	90		
FRECUENCIA (Hz)	GRAVES			MEDIAS			AGUDAS				
	100 - 320,			400 - 1,250			1,000 + 3,200				

Fig. N° 8 Cuadro Central de la Tesis "Normas de aislamiento acústico en la Lima Metropolitana" de los Arquitectos: Baracco y Lavado.

CAPITULO 4

**METODOLOGIA
DEL ESTUDIO**

SELECCION DE LAS AREAS DE ESTUDIO

La ciudad de Lima alberga casi 3 millones de habitantes, sobre una superficie de aproximadamente 16,316 hectáreas, que conforman el núcleo Metropolitano, el cual está dividido en 27 distritos o Municipios con gobierno propio y que a su vez, está compuesto por tres zonas o sectores claramente diferenciados por la actividad que en ellos predomina; estas zonas son: Residenciales, Comerciales e Industriales.

De estos 27 distritos que conforman la ciudad, 8 de ellos están prácticamente exentos del problema del ruido comunal, hecho que fué demostrado con un muestreo rápido pero efectivo, realizado en todos y cada uno de ellos; esto se debe principalmente a su condición de distritos periféricos, lo que les da un ambiente semi-rural y aunque algunos de ellos están densamente poblados, su desenvolvimiento cotidiano, no produce un ruido significativo.

Los otros 19 distritos, se desenvuelven en un ambiente de gran movimiento tanto comercial como vehicular y como todos ellos forman un sólo núcleo, el problema adquiere dimensiones que requieren un estudio. En el cuadro de la FIGURA Nro.9, presentamos la relación de estos distritos.

DISTRITO	AREA (Ha)	HABITANTES
1.- Lima	1,140	340,339
2.- Ate	1,355	54,417
3.- Barranco	206	46,449
4.- Breña	215	123,345
5.- Chorrillos	692	87,021
6.- Jesús María	350	82,988
7.- La Molina	1,686	5,521
8.- La Victoria	754	265,157
9.- Lince	247	82,749
10.- Magdalena	229	54,855
11.- Miraflores	725	93,926
12.- Pueblo Libre	360	76,279
13.- Rímac	686	165,340
14.- San Isidro	701	61,682
15.- San Luís	325	23,127
16.- San Martín de Porras	3,002	238,402
17.- San Miguel	810	53,495
18.- Surco	2,377	70,949
19.- Surquillo	745	89,201

FIGURA Nro.9.- Distritos de Lima en que se realizará el estudio.

- Areas obtenidas del Cuadro General Urbano del Catastro del Concejo Provincial de Lima.
- Poblaciones según el Censo Nacional de 1972

El distrito de Lima, por su condición de distrito central de la ciudad, posee una intensa actividad comercial y pública en el sector comprendido entre la Av. Alfonso Ugarte y El Agustino, o sea en su sector Este, y entre dicha avenida y el límite con la Provincia Constitucional del Callao (Sector Oeste), predomina el ambiente residencial; esto nos obligó a sub-dividir el distrito en dos partes, a las que llamaremos Lima Este y Lima Oeste (Lima E y Lima O), considerando a cada parte como si se tratase de un distrito completo. Con este incremento, tenemos 20 distritos para estudiar.

Considerando que los vehículos automotores y del transporte público son fuentes principales del ruido comunal, estableceremos una cuarta zona de evaluación, a la que llamaremos TRANSITO, y se caracterizará por ser el punto de mayor concentración vehicular en el distrito; en esta forma tendremos 4 zonas en cada una de las áreas escogidas.

NUMERO Y LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Las estaciones de muestreo, se instalarán a razón de una por zona, lo que hace 4 por distrito y un total de 80 en toda la ciudad; como podemos ver, dedicaremos 20 estaciones para cada uno de los

sectores ya mencionados (Residencial, Comercial, Industrial y Tránsito).

La ubicación de las estaciones, coincidirán geográficamente con el punto mas representativo del sector respectivo; de modo tal que si la estación se encuentra en un sector residencial, su ubicación será en un parque rodeado de casas-habitación, por considerar a este un ambiente netamente residencial; si se tratase de una zona comercial, se la instalará en la calle o avenida en que se encuentre el mayor conglomerado de tiendas y público comprador, lo mas cerca posible de lo que se considere el Folo o Núcleo central de la zona; en la zona industrial, las mediciones se efectuarán en puntos próximas a las fábricas, procurando ubicarse en los puntos de máxima intensidad; para el sector tránsito, el lugar mas indicado es el cruce de 2 o mas avenidas o jirones de intenso movimiento vehicular, ubicando las estaciones a unos 7 metros del punto central de la intersección.

En algunos Municipios, no se ha podido contar con la zona industrial, dado el carácter netamente residencial de los mismos, en estos casos hemos considerado la instalación de estaciones en 2 sectores residenciales distantes, pero dentro de un mismo límite distrital.

A continuación, citaremos la localización exacta de las estaciones por distritos, las zonas serán citadas sólo por su letra inicial.

1.- Lima E

R - Parque Emilio Fernández

C - Jirón Unión

I - Av. Nicolás Ayllón

T - Parque Universitario

2.- Lima O

R - Unidad vecinal Nro. 3

C - Avenidas Arica con Venezuela

I - Avenida Maquinarias

T - Plaza 2 de Mayo

3.- Ate

R - Jirón Los Olmos (Salamanca)

C - Centro Comercial Todos (Salamanca)

I - Jirón Santa Cecilia

T - Carretera Central con Av. Nicolás Arriola

4.- Barranco

R - Parque Confraternidad

C - Avenida Eguren

I - Avenida Julio Winder

T - Avenidas Panamá con El Sol

5.- Chorrillos

R - Malecón Grau

C - Avenida Olaya

T - Avenidas Ferrocarril con Panamá

R' - Urbanización Militar

6.- Jesús María

R - Residencial San Felipe

C - Plaza San José

I - Jirón Talara

T - Avenidas Salaverri con Cuba

7.- La Molina

R - Parque Ontario

C - Centro Comercial Galax (minconada del Lago)

I - Arenera La Molina

T - Avenida La Universidad con Calle 11

8.- La Victoria

R - Parque Federico Barreto

C - Jirón García Naranjo

I - Jirones Huanuco con Sebastián Barranca

T - Avenidas México con Aviación

9.- Lince

R - Parque Mariscal Castilla

C - Centro comercial Risso

I - Av. Militar con Jr. Emilio Althaus

T - Avenidas José Perdo con Prol. Iquitos

10.- Magdalena

R - Parque Larco Herrera

C - Mercado Municipal

T - Avenidas Brazil con Sánchez Carrión

R' - Jirón Miraflores

11.- Miraflores

- R - Parque Leoncio Prado
- R' - Parque Naciones Unidas
- C - Avenida Larco
- T - Ovalo Pacífico - Pardo

12.- Pueblo Libre

- R - Parque Zoila Amoretti
- C - Centro Comercial Sucre
- I - Avenida Paso de los Andes
- T - Avenidas Brazil con Bolivar

13.- Álmac

- R - Unidad Vecinal Tarapacá
- C - Jirón Trujillo
- I - Avenida Samuel Alcázar
- T - Avenidas Francisco Pizarro con Tarapacá

14.- San Isidro

- R - Parque Ernesto Castro
- R' - Parque El Olivar
- C - Centro Comercial Todos (Las Begonias)
- T - Avenidas Javier Prado con Arenales

15.- San Luís

- R - Parque Francisco Graña
- C - Centro Comercial Túpac Amaru
- I - Avenida Augusto Durand
- T - Avenidas Nicolás Arriola con Prol. Aviación

16.- San Martín de Forres

- R - Urbanización Ingeniería

C - Avenida Caquetá (Parque del Trabajo)

I - Avenida 10 de Julio

T - Avenida Zarumilla (Carretera Norte)

17.- San Miguel

R - Parque Precursores

C - Centro Comercial Maranga (Scala Gigante)

I - Avenida La Paz

T - Avenidas La Marina con Elmer Faucett

18.- Surco

R - Avenida Del Sur (Chacarilla)

C - Centro Comercial Galax

T - Avenidas Jorge Chavez con Roosevelt

R' - Plaza de Armas de Surco

19.- Surquillo

R - Avenida Parque Sur (San Borja)

C - Mercado Municipal Nro. 1

I - Jirón Domingo Orué

T - Avenidas Angamos con Tomás Marsano

20.- Breña

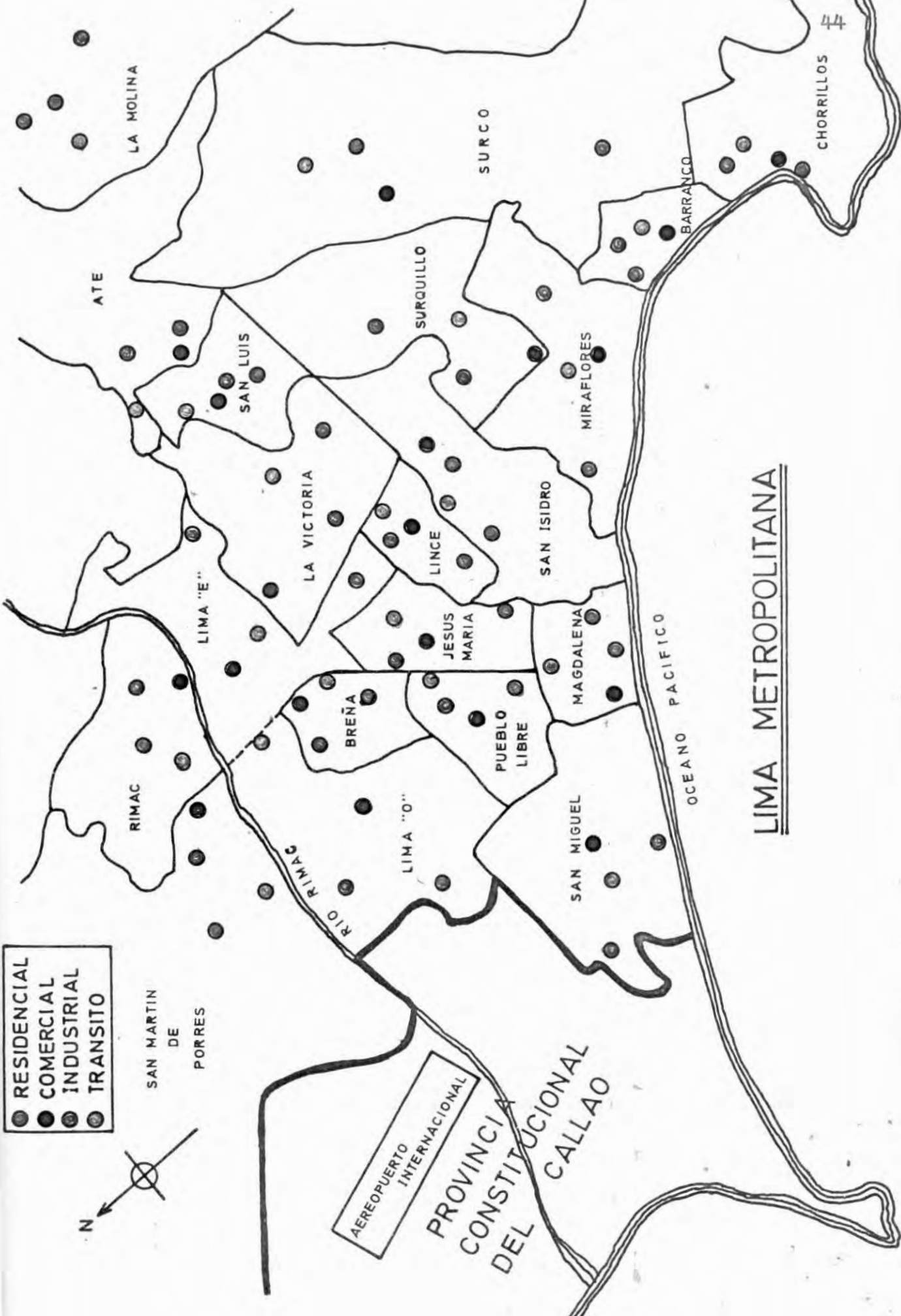
R - Plaza Independencia

C - Centro Comercial Scala Av. A. Ugarte

I - Jirón Pomabamba

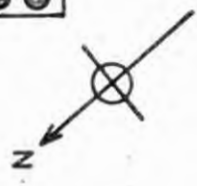
T - Plaza Bolognesi

En la página siguiente, presentamos un plano geográfico de la Ciudad de Lima, en el que se ubican las 80 estaciones ya mencionadas. ver FIGURA Nro.10



- RESIDENCIAL
- COMERCIAL
- INDUSTRIAL
- TRANSITO

LIMA METROPOLITANA



AEROPUERTO INTERNACIONAL
 PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO

MEDICION DE LOS NIVELLES TOTALES

La medición de los niveles sonoros en la ciudad de Lima se realizó considerando al ruido como un todo, es decir, se efectuó únicamente la medición del Nivel Total de Ruido; no se efectuaron análisis por bandas de frecuencias (Octavas), por cuanto en nuestro caso no fué posible la realización de dichos análisis debido a que no se cumplen dos condiciones básicas para ello, como son:

- a.- Que el sonido por analizar tenga la duración necesaria para poder leer su intensidad en cada una de las bandas de frecuencia (Octavas), esto es de por lo menos 20 segundos.
- b.- Dentro del lapso de medición, el sonido no deberá variar notablemente de intensidad.

Para llevar a cabo nuestro cometido, realizamos un muestreo que cubrió las 12 horas de mayor movimiento en la ciudad (8 a.m. - 8 p.m.), dividiendo este lapso en períodos de una hora, en cada uno de éstos, se realizaban 10 mediciones espaciadas de 15 a 30 segundos una de otra, totalizando 120 mediciones por estación, lo que hace un total de 9,600 muestreos en toda

la ciudad, en los que basamos el presente trabajo.

El procedimiento obligó al uso de un formato especialmente elaborado para este fin, ver la FIGURA Nro. 11 de la página siguiente; en él se anotaron los valores hallados y demás datos necesarios para la clara realización de esta tesis.

Viendo el formato, notaremos que en su primera parte se anotaban los datos correspondientes a la ubicación de la estación, la fecha de los registros, además de la marca y modelo del sonómetro usado; seguidamente se especifica el período y zona correspondiente además de la hora exacta de la medición, luego se anotan los valores hallados en sus respectivas columnas; se dispone además de espacio para citar alguna característica especial de las condiciones en que se efectuó el trabajo, a título de observaciones; concluye el formato con el nombre del operador y el VoBo. del ingeniero asesor.

INSTRUMENTOS USADOS

Los instrumentos usados para las mediciones del Nivel Total de Sonido, son comúnmente llamados DECIBELIMETROS, denominados así por que expresan su lectura en decibeles (dB), estos aparatos se compo-

<u>NIVELES DE RUIDO EN LA CIUDAD DE LIMA</u>									
<u>REGISTRO DE MEDICIONES</u>									
Distrito.....				Fecha.....					
Medidor.....				Modelo.....					
Período Horario -				Período Horario -					
Zona	Hora	dBA		Obser.	Zona	Hora	dBA		Obser.
R1					I1				
R2					I2				
C1					T1				
C2					T2				
Operador.....				Revisado Por.....					

FIGURA Nro. 11 .- Formato usado para las mediciones del nivel de ruido en la ciudad de Lima.

nen básicamente de un micrófono receptor, un amplificador electrónico, una serie de filtros eléctricos, atenuadores, rectificadores y un dial de fácil lectura; generalmente portátiles y alimentados por una pila o batería eléctrica.

En pocas palabras, se puede decir que el funcionamiento de un decibelímetro es el siguiente: las ondas sónicas son captadas por el micrófono, el cual las transforma en ondas eléctricas que luego son amplificadas y filtradas para finalmente ser medidas y expresar su valor directamente en decibeles, mediante un dial especialmente calibrado.

EL DECIBELIMETRO PHILIPS PM 6400

Este instrumento (ver FIGURA N^o 12), es uno de los que usamos para medir el nivel de sonido en el área urbana de la ciudad, es de una gran calidad y exactitud ya que sus propiedades mecánicas y eléctricas cumplen con las normas internacionales para sonómetros, esto hace que los resultados obtenidos puedan ser aplicados y comparados internacionalmente.

Las características técnicas del sonómetro Philips PM 6400 son:

a.- Su rango de mediciones consiste en 9 niveles

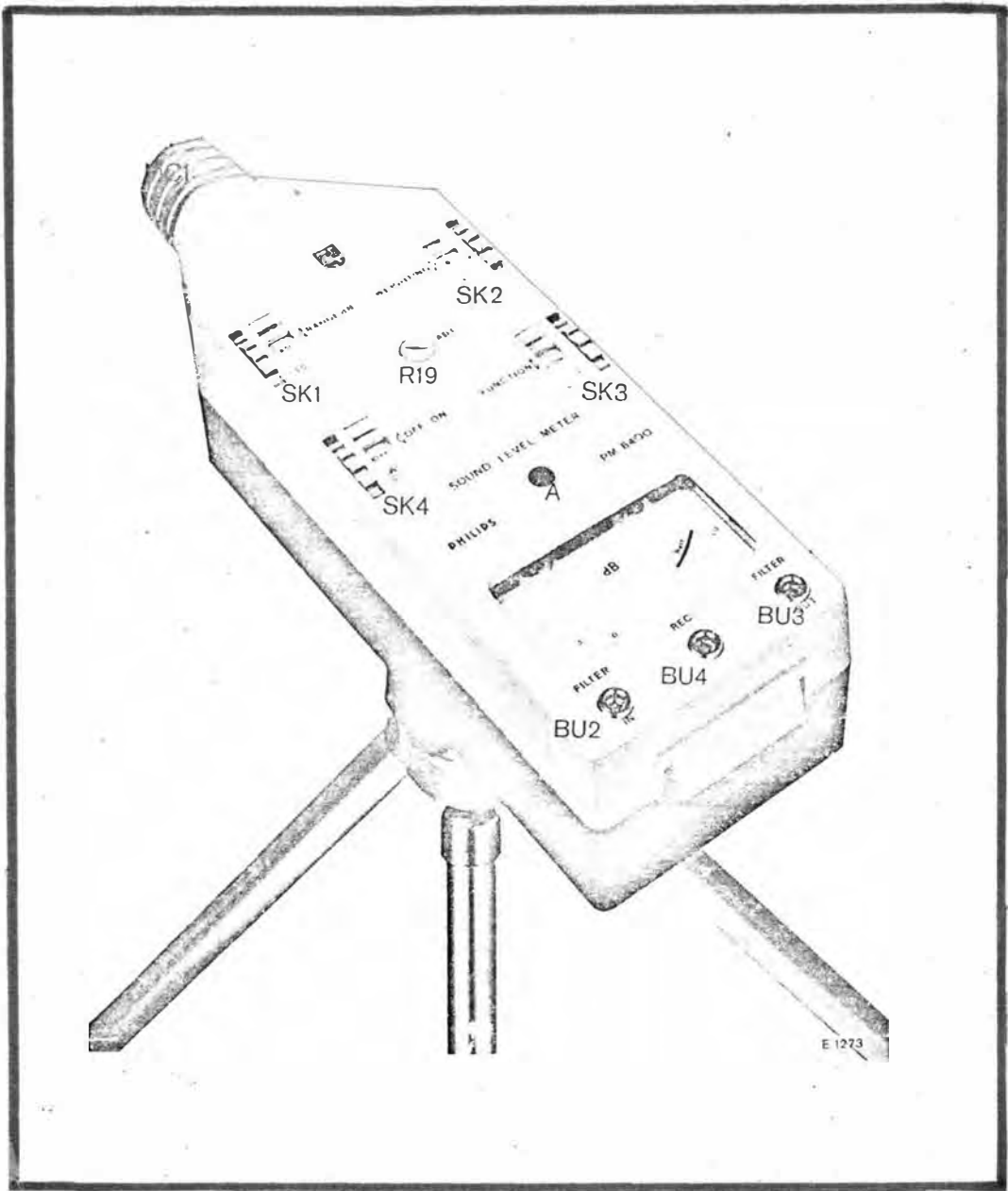


FIGURA Nro. 12

Decibelímetro Philips PM 6400

variables de 10 dB cada uno y un total de 92 dB comprendidos entre los 38 y 130 dB en la red balanceada A y C, siendo su rango en la red B, de 33 a 130 dB.

b.- La máxima desviación a 1,000 Hz., 25 grados centígrados y cero grados de incidencia, es de ± 1 dB.

c.- Posee un micrófono de tipo electrodinámico, con 54 Ohmios a 1,000 Hz, este micrófono puede estar incorporado en el instrumento como también hacerse extensible mediante una conexión de 5 metros.

d.- Su amplificador tiene un error máximo en sus respuestas de ± 1 dB, para frecuencias comprendidas entre los 25 y 15,000 Hz., cumpliéndose esto a temperaturas que pueden oscilar entre -10 y +45 grados centígrados y una humedad ambiental superior al 100%.

e.- Es alimentado por una batería de 12 voltios y una capacidad de 0.45 amperios/hora.

f.- Sus características físicas son:

Peso	2.3 kilos
Largo	35 centímetros
Ancho	10.5 centímetros
Altura	7.5 centímetros

EL DECIBELIMETRO BRUEL KJAER 2205

Este instrumento es otro de los usados en nuestras mediciones del Nivel Total de Sonido; en su construcción se ha empleado un moderno y com-

plejo circuito transistorizado, muy adecuado para instrumentos portátiles, garantizando una respuesta muy exacta sea cual fuere las condiciones de trabajo, en lo que respecta a la temperatura, humedad y velocidad del viento - ver FIGURA Nro. 13 en la siguiente página.

Las características técnicas del sonómetro a que nos referimos, son:

a.- Rango dinámico comprendido entre los 32 dB y 140 dB, para las escalas balanceadas A y C.

b.- Su rango de frecuencias es de 20 a 18,000 Hz

c.- Error máximo de ± 3 dB hasta los 10,000 Hz.

d.- La impedancia de salida es de 10 micro - ohmios.

e.- Salida total máxima de 5 nF a 5,000 Ohms.

f.- Características físicas:

Peso	0.8 Kilos
Largo	18.6 centímetros
Ancho	8.4 centímetros
Altura	5.1 centímetros

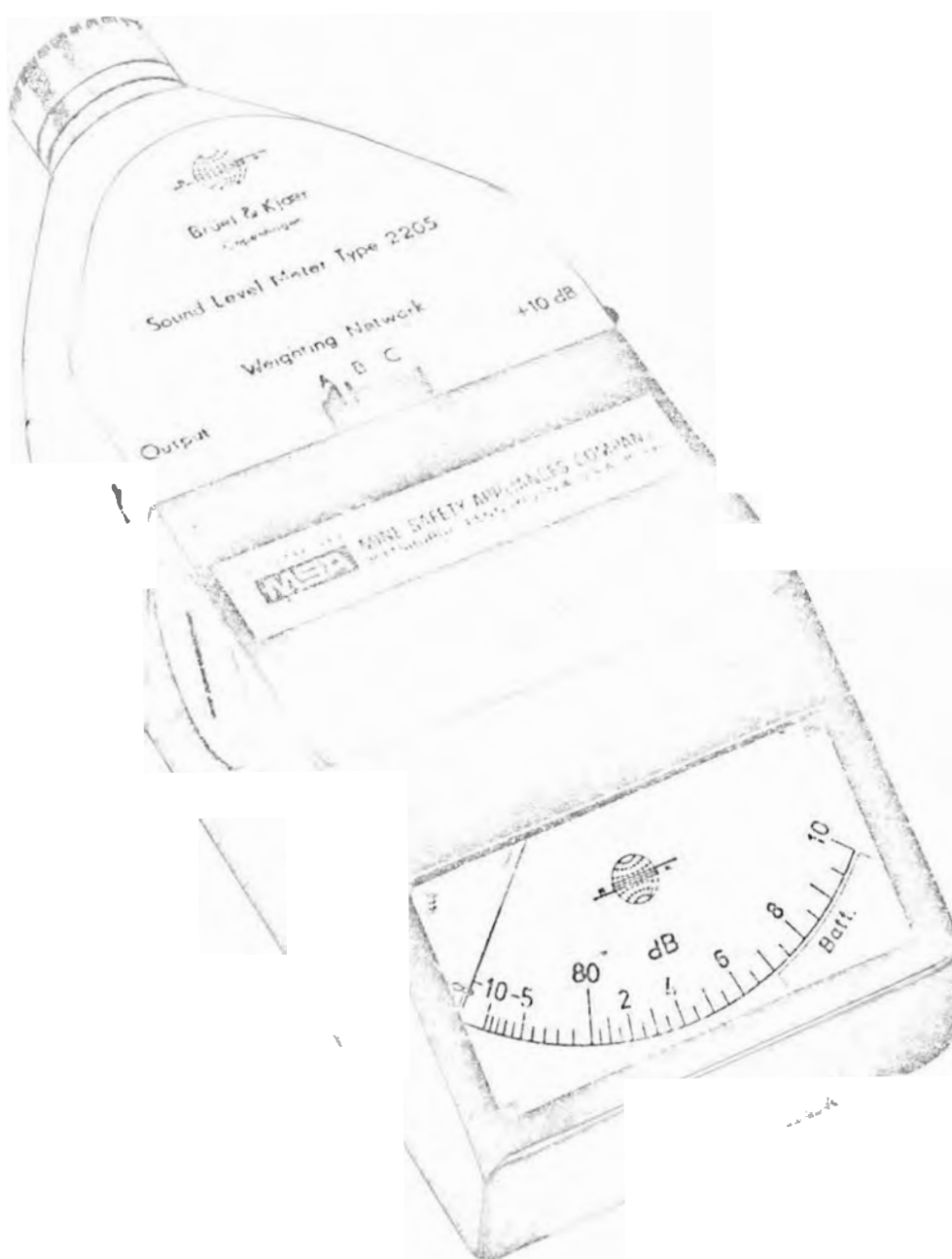


FIGURA Nro.13 .

Decibelímetro Brüel Kjaer 2205

CAPITULO 5

EVALUACION

NORMAS DE COMPARACION

Actualmente, los organismos internacionales que velan por la salud del hombre, no han dictado normas destinadas a controlar el ruido comunal, ni han fijado valores límites para las diferentes zonas urbanas, vale decir que hoy en día no se cuenta con parámetros de comparación de trascendencia mundial, sino que se debe tomar como base los valores fijados por algunos organismos de carácter nacional, en un número reducido de países.

Presentamos a continuación, en la FIGURA Nro. 14, un cuadro que muestra los valores máximos fijados en la ciudad de Osaka - Japón; establecidos tanto para el día como para la noche. Los valores allí expuestos, se justifican por el hecho de que la entidad responsable del Saneamiento Urbano de esa ciudad, recibió quejas de más de 25% del vecindario, alegando que sufren de trastornos psíquicos en ambientes con niveles de ruido de 40 a 45 fones; de molestias en la vida diaria si el nivel llegaba a los 50 fones y de molestias físicas en caso de que el ruido alcanzara un nivel comprendido entre 50 y 55 fones (Miura - 1961) (El fon, es numericamente igual al decibel, con la diferencia de que fué medido en la frecuencia de los 1,000 Hz.

ZONA	RUIDO INDUSTRIAL (Fones)		RUIDO URBANO (Fones)	
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
INDUSTRIAL	65-70	55-60	70	60
COMERCIAL	60-65	50-55	60	55
RESIDENCIAL	55-60	45-50	50	45

FIGURA Nro. 14.- Máximos niveles de ruido permitidos en la ciudad de Osaka - Japón.

Día - de 7 a 23 horas

Noche - de 23 a 7 horas

(MIURA - 1961)

En la ciudad de Chicago - U.S.A, la autoridad Municipal ha fijado valores para las zonas industriales, clasificándolas según la magnitud de las fábricas; en este caso los niveles autorizados comprendían un amplio margen que tenían como límites, los 32 dB y los 80 dB, según la frecuencia en que se mida el sonido, como lo podemos apreciar en la FIGURA Nro.15.

En Checoeslovaquia, existe una reglamentación industrial que dispone: Las fábricas en que el ruido exceda el nivel de los 100 dB, deberán tener a su alrededor un cinturón protector de 500 metros, y su emplazamiento estará ordenado de tal forma que el punto más próximo a una zona residencial, el ruido exterior no exceda de 50 dB durante el día y de 40 dB en las noches (Dr. Allan Bell - 1969).

Un reglamento provisional establecido en la Unión Soviética, dispone que el emplazamiento de las fábricas y centros de investigación que utilicen maquinarias que produzcan ruidos superiores a los 90 dB, se deben situar, con relación a la zona residencial más próxima, en el lado contrario a la procedencia de los vientos predominantes, y estar separada de esa zona por una plantación de árboles, mas allá de la cual, el total de sonido perceptible no debe exceder de 50 fones; finalmente se dispone que ciertas instalaciones cu-

		Niveles máximos de ruidos autorizados (dB)					
		Zona limitada a ciertas industrias		Zonas industriales general		Zona reservada a industria pesada	
BANDA DE OCTAVA Hz		En los límites de zonas residenciales	En los límites de las zonas comerciales	Como (A) o a los límites de la fábrica (D)	Como (B) o a 125 pies de los límites de la fábrica (E)	Como (A) o (D)	Como (B) o (E)
		(A)	(B)	(D)	(E)		
0 - 75		72	79	72	79	75	80
75 - 150		67	74	67	74	70	75
150 - 300		59	66	61	68	65	70
300 - 600		52	59	56	62	59	64
600 + 1200		46	53	50	56	53	58
1200 - 2400		40	47	45	51	48	53
2400 - 4800		34	41	41	47	44	49
Mas de 4800		32	39	38	44	41	46

Fig. No 15 Ordenanzas de la Municipalidad de Chicago sobre zonificación (A. Bell)

yo nivel de ruido sobrepase los 130 dB, se deben situar a varios kilómetros de los límites urbanos. (Dr. Bell en 1969).

En Europa, las normas DIN publicaron un cuadro con los límites máximos permisibles para los automotores, el que reproducimos en la FIGURA 16 de la siguiente página.

En la Gran Bretaña, el Ministro de Aviación, luego de estudiar los problemas relativos a los grupos poblados situados en las cercanías de los aeropuertos, dispuso que en las pistas de despegue de los mismos, el nivel máximo de los ruidos debe ser de 100 dB registrados en la red balanceada A.

En 1960, la ley Británica sobre la reducción del ruido (Noise Abatement Act) amplió el alcance de las medidas legislativas que con anterioridad, solo hacían obligatoria la amortiguación del ruido. Actualmente, cuando se demuestra que un ruido determinado constituye una molestia para el público, los vecinos pueden llevar ante los tribunales de justicia al causante, y obtener así una indemnización además de la solución del problema. (Dr. A. Bell - 1965).

En Dinamarca las disposiciones

TIPO DE VEHICULO	dBA
- Vehículos de dos ruedas con velocidad máxima de 25 Km/hora.	70
- Vehículo de dos ruedas con velocidad máxima de 40 Km/hora.	73
- Motocicletas con cilindrada hasta 50 centímetros cúbicos.	79
- Motocicletas con cilindrada superior a los 50 centímetros cúbicos.	84
- Automóviles y furgonetas con potencia específica hasta de 70 C.V.	80 - 84
- Camiones, autobuses y máquinas agrícolas con peso total hasta de 2.5 toneladas.	85 - 89
- Camiones y máquinas automotrices con potencia superior a los 200 C.V. DIN.	92

FIGURA Nro.16.- Valores límites en dBA para vehículos automotrices. (erner Bürk - 1966).

legales, exigen que las bicicletas con motor no deben producir un ruido que supere los 79 decibeles, medidos al aire libre y a una distancia de 7 metros; la dirección de enfoque del instrumento debe ser perpendicular a la del vehículo.

En los Estados Unidos, se editó en 1974 un artículo titulado " State standards regulation and responsibilities in Noise Pollution Control" , en esta publicación se presenta una relación de valores límites para 5 diferentes zonas, como podemos apreciar en el cuadro de la FIGURA Nro.17 de la siguiente página.

Dado que los valores fijados en los Estados Unidos, son los más recientes y fácilmente adaptables a nuestro medio, nos servirán como base comparativa para evaluar el problema del ruido urbano en nuestra ciudad, basándonos en los valores hallados y tabulados en el presente trabajo.

Z O N A	NIVEL STANDARD		NIVEL MAX. INSTANT.		OBSERVACION
	7 h. - 22h	22 h.- 7h.	7h. - 22 h.	22 h. - 7h.	
Residencial, familiar común	65	55	75	65	Límite de media noche 55 dB.
Residencial, departamentos, Ofic. Públicas	70	60	80	70	a b c
Comercial	75	65	85	75	a b c
Manufacturas	80	70	90	70	a b c
Industrias- zonas abiertas	85	-	95	-	No residencial

- a) Las residencias deben estar previstas con aislantes para el ruido para un nivel de 35 dB. en pleno día.
- b) Uso restringido a suelos, balcones, techos, etc.
- c) El uso en residencias requiere de ventanas cerradas con el aislamiento necesario para el ruido y sistemas de ventilación.

Fig. No 17 Niveles standards de ruido. Extraído del art. "State Standards, Regulation and Responsabilites in Noise Pollution Control" - Febrero 1, 974.

EVALUACION DEL RUIDO

La evaluación del ruido en las zonas residenciales plantea muchas dificultades, debido a que los juicios de valoración empleados dependen a menudo de consideraciones sociales y políticas, así como de otros factores no muy bien definidos. No es posible por ahora y quizás nunca lo sea, fijar un límite al nivel del ruido, que sea aceptable para todos; es por esto que las decisiones que se adopten han de tener como base la reacción media de una colectividad.

La Organización Internacional de Normalizaciones, en 1953 formuló varias informaciones importantes, muchas de las cuales son aún objeto de estudio, sobre los índices de evaluación del ruido desde el punto de vista de las molestias que causa.

El cuadro de la FIGURA Nro 18 nos muestra los índices máximos de evaluación en lugares cerrados no residenciales y el de la FIGURA Nro. 19 muestra la reacción probable del público al ruido en zonas residenciales; en realidad las situaciones varían según el ambiente en que se produzcan, por ejemplo podemos decir que en una zona industrializada se puede aplicar un nivel de 55 dB sin provocar protesta alguna de las personas expuestas, mientras que en una zona residencial

TIPO DE LOCAL	dB
- Hospitales, teatros, iglesias, despachos pequeños, cines y salas de conferencia	20 - 30
- Despachos grandes, establecimientos comerciales, grandes almacenes, restaurantes tranquilos.	30 - 40
- Restaurantes mayores, oficinas secretariales con máquinas y gimnasios.	40 - 50
- Grandes salas de mecanografía.	50 - 60
- Talleres.	60 - 70

FIGURA Nro.18 .- Indices máximos de evaluación del ruido en lugares cerrados no residenciales.

EXCESO DE RUIDO SOBRE INDICES DE EVALUACION	REACCION PREVISTA EN PUBLICO
Inferior a 0 dB	Ninguna reacción
Entre 0 y 10 dB	Quejas esporádicas
Entre 5 y 15 dB	Muchas quejas
Entre 10 y 20 dB	Amenaza de actuación por parte de la colectividad.
Superior a 15 dB	Enérgica protesta colectiva

FIGURA Nro.19 .- Reacciones del público ante exceso de ruido en zonas residenciales.

Ambos cuadros reproducidos del ISO/TC 43 - Sec. 104.

con viviendas muy separadas entre sí y rodeadas de amplios jardines, no se toleraría un nivel superior a los 30 dB; todo esto dio como resultado, que en el cálculo - del índice global se tomará muy en cuenta los ruidos - de fondo, y aportar las correcciones correspondientes que aún siendo arbitrarias, se basan en la hipótesis de que los ruidos ambientales son más o menos estables.

NIVELES TOTALES Y FLUCTUACIONES POR AREA DE ESTUDIO

Nuestro trabajo esta precisamente dirigido a la determinación de los niveles totales y sus fluctuaciones en el área metropolitana de la ciudad de Lima, esto se logró realizando un total de 9,600 determinaciones del nivel total de sonido, uniformemente distribuidas en las 80 estaciones de muestreo, instaladas estratégicamente cubriendo la totalidad del área de estudio.

En las siguientes páginas presentamos los cuadros elaborados en base a los valores mínimos, máximos y predominantes de los niveles de ruido hallados en todos y cada uno de los distritos, en los 12 períodos horarios que abarcó el muestreo. Ver FIGURAS Nros. 20 al 39.

Estos valores nos dan una idea

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8 - 9	47	53	49	56	68	68	44	54	51	69	80	78			
9 - 10	45	53	52	54	64	58	44	54	52	71	80	80			
10 - 11	45	51	50	56	68	59	45	51	49	68	79	71			
11 - 12	46	53	48	53	63	62	42	54	51	68	75	73			
12 - 13	50	55	53	55	68	65	45	52	46	71	81	80			
13 - 14	49	53	51	60	68	65	45	53	48	72	80	80			
14 - 15	42	53	46	58	65	65	43	51	51	75	83	79			
15 - 16	42	54	51	59	63	62	42	53	49	75	81	76			
16 - 17	45	57	52	57	66	66	46	53	50	69	82	81			
17 - 18	43	52	46	58	68	66	45	53	47	75	82	78			
18 - 19	46	49	48	67	71	69	42	51	46	76	83	78			
19 - 20	45	49	49	69	78	76	44	50	50	76	85	84			
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			RESIDENCIAL			TRANSITO					

Fig. N° 20 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "SAN ISIDRO".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8-9	51	58	54	66	76	73	46	55	50	70	76	76	70	76	76
9-10	45	51	50	69	76	76	45	58	49	70	77	73	70	77	73
10-11	48	54	48	68	76	74	44	49	47	75	81	81	75	81	81
11-12	44	51	46	71	80	79	45	53	52	75	80	80	75	80	80
12-13	45	54	53	70	76	76	49	56	52	71	76	72	71	76	72
13-14	45	53	49	70	74	72	45	51	48	74	81	78	74	81	78
14-15	43	52	51	71	76	76	46	51	50	76	81	80	76	81	80
15-16	43	50	46	71	77	75	42	48	47	76	81	80	76	81	80
16-17	43	50	46	71	78	78	42	51	43	75	81	81	75	81	81
17-18	42	46	43	73	76	76	44	50	46	76	79	79	76	79	79
18-19	42	46	44	70	77	76	44	50	50	75	80	80	75	80	80
19-20	41	45	43	71	76	76	42	51	46	75	81	81	75	81	81
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			RESIDENCIAL			TRANSITO					

Fig. No 21 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "MIRAFLORES".

PERIODO HCRARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8 - 9	51	54	53	70	73	71	53	57	55	79	83	81	79	83	81
9 - 10	51	54	53	71	73	71	53	59	57	78	84	80	78	84	80
10 - 11	51	54	52	69	74	73	51	56	54	80	83	82	80	83	82
11 - 12	51	54	53	70	74	70	51	56	54	79	84	80	79	84	80
12 - 13	50	54	53	69	74	73	51	56	53	80	85	83	80	85	83
13 - 14	50	54	52	71	76	71	53	56	55	81	84	82	81	84	82
14 - 15	51	54	51	70	76	73	51	56	53	81	85	83	81	85	83
15 - 16	50	54	52	70	76	74	51	56	53	81	86	83	81	86	83
16 - 17	50	53	51	71	76	76	53	61	60	80	86	83	80	86	83
17 - 18	51	55	53	73	75	74	52	57	52	81	85	83	81	85	83
18 - 19	48	52	51	73	78	74	51	56	53	79	84	82	79	84	82
19 - 20	51	54	53	73	76	75	51	54	53	80	85	83	80	85	83
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			RESIDENCIAL'			TRANSITO					

Fig. N°22 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "MAGDALENA".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)															
	RESIDENCIAL		COMERCIAL		RESIDENCIAL'		TRANSITO									
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.				
8-9	47	51	48	66	69	68	65	67	65	78	81	79				
9-10	46	50	49	66	70	68	62	67	65	78	81	79				
10-11	47	51	47	68	71	70	63	68	68	74	79	79				
11-12	46	50	50	67	71	70	60	65	62	79	82	80				
12-13	44	50	49	67	71	70	62	67	64	79	82	81				
13-14	45	48	46	67	72	70	62	67	66	80	83	82				
14-15	45	48	46	68	71	70	62	67	64	79	82	80				
15-16	45	50	46	65	70	70	60	66	65	78	81	80				
16-17	46	50	50	65	70	70	61	67	64	78	84	80				
17-18	45	49	48	65	71	70	60	69	63	79	81	80				
18-19	45	49	46	66	70	67	65	69	68	74	81	76				
19-20	45	49	48	67	70	69	63	67	67	76	79	78				
ZONA	RESIDENCIAL				COMERCIAL				RESIDENCIAL'				TRANSITO			

Fig. N° 23 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "SURCO".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	RESIDENCIAL				COMERCIAL				RESIDENCIAL'				TRANSITO		
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8-9	49	53	50	69	72	71	49	54	52	75	81	79	75	81	79
9-10	50	53	51	69	73	72	49	53	51	76	82	79	76	82	79
10-11	47	52	49	68	72	72	47	51	49	74	80	80	74	80	80
11-12	49	52	51	68	72	72	46	52	49	76	81	80	76	81	80
12-13	49	53	51	70	74	74	49	53	52	78	82	82	78	82	82
13-14	48	53	52	70	74	73	49	53	52	79	83	82	79	83	82
14-15	48	51	51	70	73	72	50	53	52	80	83	81	80	83	81
15-16	49	52	51	71	74	74	49	53	51	82	84	83	82	84	83
16-17	48	52	51	71	75	74	49	52	51	80	83	82	80	83	82
17-18	49	53	50	71	75	72	51	53	52	80	83	82	80	83	82
18-19	48	51	50	70	74	72	49	54	52	79	84	84	79	84	84
19-20	47	51	51	67	72	70	48	51	50	80	83	83	80	83	83
ZONA	RESIDENCIAL				COMERCIAL				RESIDENCIAL'				TRANSITO		

Fig. N° 24 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "CHORRILLOS".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO		
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8 - 9	58	62	61	68	73	71	69	74	72	79	86	82			
9 - 10	57	62	61	70	73	72	70	74	72	81	86	85			
10 - 11	59	63	61	70	73	70	70	75	72	80	85	83			
11 - 12	58	61	61	71	74	73	70	74	72	81	86	84			
12 - 13	58	61	61	71	81	73	70	75	73	81	87	85			
13 - 14	59	68	62	74	81	76	71	76	75	81	86	85			
14 - 15	57	61	60	70	75	73	70	75	72	81	87	84			
15 - 16	57	62	62	71	76	73	70	75	73	80	86	83			
16 - 17	57	61	60	72	76	73	69	75	72	83	86	84			
17 - 18	57	62	60	71	74	73	70	74	73	81	84	84			
18 - 19	57	61	61	71	76	74	70	76	72	81	84	84			
19 - 20	52	63	60	70	75	74	71	74	73	82	87	84			
ZONA	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO		

Fig. N° 25 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de LIMA - E°.

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8 - 9	48	54	51	69	73	71	68	73	70	76	87	83	76	87	83
9 - 10	47	53	50	71	74	73	65	71	70	79	86	84	79	86	84
10 - 11	45	51	50	70	76	74	68	72	71	81	86	85	81	86	85
11 - 12	48	53	52	71	76	74	69	74	72	82	86	83	82	86	83
12 - 13	45	51	49	72	76	73	70	73	72	83	87	86	83	87	86
13 - 14	47	52	49	72	76	74	71	76	73	84	87	86	84	87	86
14 - 15	47	51	49	72	78	75	71	74	72	85	88	86	85	88	86
15 - 16	49	54	52	72	78	74	69	75	74	83	87	86	83	87	86
16 - 17	51	54	53	74	77	76	70	74	72	82	87	84	82	87	84
17 - 18	51	54	53	74	78	75	70	76	74	84	87	85	84	87	85
18 - 19	54	57	56	72	77	76	74	76	76	84	88	86	84	88	86
19 - 20	51	57	56	71	79	76	68	76	73	82	87	86	82	87	86
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL			TRANSITO					

Fig. N° 26 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "LIMA - 0°".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)																			
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.					
8 - 9	64	70	68	69	73	72	71	74	72	71	74	72	79	85	83					
9 - 10	64	71	68	69	72	70	71	75	72	71	75	72	78	87	83					
10 - 11	60	68	65	74	78	76	70	74	72	70	74	72	80	88	82					
11 - 12	60	68	65	75	82	78	70	74	72	70	74	72	82	87	85					
12 - 13	62	68	65	73	77	76	71	77	72	71	77	72	82	88	88					
13 - 14	59	62	61	71	76	75	71	76	72	71	76	72	83	88	87					
14 - 15	60	65	62	71	76	74	71	74	72	71	74	72	84	88	86					
15 - 16	60	65	62	71	76	76	71	76	74	71	76	74	82	89	86					
16 - 17	58	62	62	73	76	76	71	76	73	71	76	73	82	87	86					
17 - 18	60	65	63	71	76	74	71	76	73	71	76	73	82	86	84					
18 - 19	58	62	61	71	76	74	71	74	72	71	74	72	84	88	86					
19 - 20	60	63	62	71	76	74	71	74	74	71	74	74	84	88	87					
ZONA	RESIDENCIAL					COMERCIAL					INDUSTRIAL					TRANSITO				

Fig. N° 27 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "BREÑA".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)															
	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		TRANSITO									
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.				
8 - 9	52	59	54	58	66	65	64	70	67	76	86	79				
9 - 10	52	56	52	61	66	65	66	71	68	78	85	85				
10 - 11	47	52	48	62	67	67	68	74	72	74	82	78				
11 - 12	45	52	52	60	70	68	70	75	73	76	86	84				
12 - 13	48	54	49	65	72	68	65	68	67	75	86	79				
13 - 14	49	55	54	65	72	67	64	70	69	76	84	79				
14 - 15	46	52	50	68	72	70	65	70	68	78	83	83				
15 - 16	42	50	50	69	73	69	68	76	72	76	85	83				
16 - 17	48	51	48	69	75	71	66	72	68	76	81	80				
17 - 18	42	47	47	69	76	76	65	73	70	76	87	80				
18 - 19	45	53	47	68	73	70	62	68	65	78	86	80				
19 - 20	42	50	45	69	75	73	67	72	70	78	86	79				
ZONA	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO			

Fig. N° 28 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "JESUS MARIA".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)											
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8 - 9	50	53	52	63	66	64	68	71	70	79	84	80
9 - 10	49	52	51	61	65	63	68	71	70	79	83	82
10 - 11	50	53	52	59	64	60	68	71	70	80	84	83
11 - 12	49	51	50	60	63	62	69	71	70	79	84	82
12 - 13	48	51	50	64	71	70	68	71	71	79	84	82
13 - 14	47	51	50	65	72	70	69	72	71	79	83	80
14 - 15	51	54	53	68	71	71	68	73	71	81	84	81
15 - 16	50	54	53	68	72	71	68	71	69	79	84	80
16 - 17	47	53	51	68	71	70	68	70	68	81	84	82
17 - 18	49	54	52	70	73	72	69	72	71	80	84	83
18 - 19	45	50	46	67	70	69	66	68	68	80	84	82
19 - 20	43	51	46	67	71	69	63	70	67	79	83	82
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL			TRANSITO		

Fig. N° 29 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "BARRANCO".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)																							
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.									
8 - 9	54	60	54	71	76	74	65	70	68	82	86	86	82	86	86									
9 - 10	51	61	60	71	76	76	65	71	67	82	80	87	82	80	87									
10 - 11	49	57	57	70	76	74	70	73	73	85	87	86	85	87	86									
11 - 12	49	57	57	71	74	74	72	76	73	83	87	86	83	87	86									
12 - 13	58	64	62	73	76	76	69	73	72	81	86	84	81	86	84									
13 - 14	81	67	63	71	76	76	70	74	73	83	87	86	83	87	86									
14 - 15	62	65	64	71	76	74	68	76	73	81	85	82	81	85	82									
15 - 16	59	67	67	72	76	74	71	76	73	81	85	83	81	85	83									
16 - 17	58	63	62	72	76	74	71	74	73	83	86	86	83	86	86									
17 - 18	59	65	67	71	76	73	73	79	76	80	86	86	80	86	86									
18 - 19	58	63	60	70	74	73	71	75	73	81	84	81	81	84	81									
19 - 20	59	63	62	71	74	73	70	74	74	82	85	83	82	85	83									
ZONA	RESIDENCIAL						COMERCIAL						INDUSTRIAL						TRANSITO					

Fig. N° 30 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "SN. M. DE PORRAS".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)													
	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO	
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	PRED.
8 - 9	47	50	50	56	61	60	63	70	68	70	76	70	70	
9 - 10	46	51	50	54	61	56	63	78	66	69	73	71	71	
10 - 11	43	48	47	60	67	64	61	65	63	71	76	73	73	
11 - 12	41	43	43	60	68	64	61	64	62	73	80	80	80	
12 - 13	47	52	49	61	65	63	64	68	65	72	76	74	74	
13 - 14	46	51	50	64	68	67	62	69	64	74	76	74	74	
14 - 15	46	52	52	61	67	62	64	70	67	72	76	74	74	
15 - 16	47	53	51	62	67	67	62	68	68	71	76	74	74	
16 - 17	49	51	51	62	67	62	62	68	67	72	76	74	74	
17 - 18	45	49	48	62	65	65	62	65	65	73	76	75	75	
18 - 19	47	54	54	59	64	61	64	68	65	72	74	74	74	
19 - 20	47	51	49	61	67	62	62	67	64	74	78	76	76	
ZONA	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO	

Fig. N° 31 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "SAN LUIS".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)																			
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.					
8 - 9	40	43	42	47	51	48	68	72	70	76	80	80	80	80	80					
9 - 10	40	43	42	49	52	49	68	72	70	78	81	79	79	81	79					
10 - 11	40	43	43	47	51	50	68	71	70	76	80	79	79	80	79					
11 - 12	41	43	42	46	50	49	70	72	70	78	81	80	80	81	80					
12 - 13	40	46	43	47	51	48	67	73	81	77	82	79	79	82	79					
13 - 14	40	43	43	49	53	52	70	73	70	81	84	83	83	84	83					
14 - 15	40	43	42	48	53	51	65	71	70	78	81	80	80	81	80					
15 - 16	40	43	43	48	52	51	67	73	70	78	81	79	79	81	79					
16 - 17	40	43	42	47	51	50	68	72	70	79	82	80	80	82	80					
17 - 18	40	42	42	47	51	50	69	73	71	79	82	80	80	82	80					
18 - 19	40	43	42	48	51	50	68	72	70	78	81	80	80	81	80					
19 - 20	40	43	42	48	52	51	67	70	69	76	80	79	79	80	79					
ZONA	RESIDENCIAL					COMERCIAL					INDUSTRIAL					TRANSITO				

Fig. N° 32 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de " LA MOLINA " .

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)													
	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO	
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	PRED.
8-9	51	54	52	64	68	67	69	73	70	79	83	81		
9-10	51	56	52	61	68	68	69	73	70	80	84	81		
10-11	51	56	53	67	60	69	70	72	71	79	83	80		
11-12	52	57	54	67	71	69	70	73	72	81	84	82		
12-13	51	54	52	69	73	71	68	74	73	81	85	83		
13-14	49	53	49	70	74	73	69	73	71	79	85	83		
14-15	55	61	59	71	74	73	70	73	73	80	84	83		
15-16	58	62	58	70	74	73	70	74	73	81	86	84		
16-17	53	62	62	71	78	74	70	73	73	82	87	86		
17-18	52	57	57	71	74	73	71	74	73	81	85	83		
18-19	55	62	62	71	74	73	69	74	72	82	85	83		
19-20	50	58	57	71	75	73	71	75	73	80	85	85		
ZONA A														

Fig. N° 33 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "SAN MIGUEL".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)											
	IVEL.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	RED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8-9	52	56	54	70	74	72	66	70	70	78	86	84
9-10	54	58	56	72	76	74	65	74	70	78	85	82
10-11	52	58	56	68	72	71	67	73	72	79	85	80
11-12	51	58	56	68	73	69	68	72	69	80	86	83
12-13	51	55	53	67	71	68	67	70	70	79	84	80
13-14	50	54	52	67	70	70	68	73	71	78	85	82
14-15	53	58	58	67	71	68	70	76	72	78	82	78
15-16	53	57	57	68	73	68	68	73	71	78	87	85
16-17	52	58	54	70	76	76	68	74	72	81	85	84
17-18	52	59	56	71	76	74	68	74	74	79	87	80
18-19	54	60	57	73	76	74	68	72	70	82	87	86
19-20	52	59	54	70	76	75	68	72	70	82	87	85
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL			TRANSPITO		

Fig. N° 34 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "RIMAC".

PERIODO HGRARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)																			
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.					
8 - 9	44	48	46	60	67	63	69	72	71	78	83	80								
9 - 10	43	46	45	63	68	68	71	75	72	80	83	83								
10 - 11	44	47	46	60	64	64	70	73	70	80	82	80								
11 - 12	43	48	45	61	64	62	70	75	73	81	84	83								
12 - 13	45	48	47	61	65	64	72	74	72	79	82	80								
13 - 14	46	50	48	61	66	63	70	73	70	81	85	82								
14 - 15	47	51	48	64	68	68	70	73	72	80	83	82								
15 - 16	45	51	47	65	69	68	71	76	73	80	84	82								
16 - 17	45	50	46	67	70	68	70	73	73	78	82	80								
17 - 18	45	50	47	65	70	67	67	73	70	79	81	80								
18 - 19	45	50	49	62	68	67	66	70	67	78	82	80								
19 - 20	47	51	50	61	67	67	67	70	68	76	82	80								
ZONA	RESIDENCIAL					COMERCIAL					INDUSTRIAL					TRANSITO				

Fig. N° 35 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "ATE".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8-9	45	55	46	60	71	68	62	65	63	69	78	76			
9-10	42	54	50	61	70	67	61	64	63	71	79	76			
10-11	46	58	57	64	70	67	63	71	68	71	81	81			
11-12	42	51	46	64	71	68	65	70	70	75	81	76			
12-13	45	59	56	64	69	68	69	71	71	74	81	81			
13-14	50	60	58	64	70	68	63	67	64	72	81	76			
14-15	46	52	46	67	72	69	60	63	62	76	81	80			
15-16	49	54	50	65	71	65	60	63	60	75	79	79			
16-17	42	51	47	63	68	68	65	69	66	76	81	81			
17-18	42	46	46	65	70	70	64	70	67	76	81	79			
18-19	42	46	43	63	70	65	68	73	71	72	80	80			
19-20	40	43	42	67	71	69	65	70	70	75	80	76			
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL			TRANSITO					

Fig. N° 36 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "SU RQUILLO".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	RED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8 - 9	47	56	50	55	61	56	58	61	60	74	84	80	74	84	80
9 - 10	45	56	52	56	62	60	56	64	62	74	85	82	74	85	82
10 - 11	48	54	50	58	62	61	58	62	60	79	86	82	79	86	82
11 - 12	46	53	46	58	65	63	58	66	64	78	86	82	78	86	82
12 - 13	48	53	49	59	65	62	58	64	61	76	84	80	76	84	80
13 - 14	42	54	54	58	63	63	58	65	62	79	83	83	79	83	83
14 - 15	44	50	46	59	64	62	58	62	60	78	86	84	78	86	84
15 - 16	45	51	48	57	62	60	59	63	60	79	84	82	79	84	82
16 - 17	48	52	51	64	70	68	57	62	60	75	82	80	75	82	80
17 - 18	45	48	48	66	69	68	58	64	62	78	85	83	78	85	83
18 - 19	46	53	49	60	68	66	64	68	68	78	87	78	78	87	78
19 - 20	45	50	46	63	68	67	65	69	68	80	86	82	80	86	82
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL			TRANSITO					

Fig. N° 37 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "PUEBLO LIBRE".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)													
	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO	
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	PRED.
8 - 9	49	54	51	74	82	76	65	72	68	82	88	84		
9 - 10	48	56	52	69	76	72	65	70	68	78	87	82		
10 - 11	48	52	51	71	76	74	69	76	71	82	89	86		
11 - 12	48	52	50	71	76	74	69	76	74	82	87	86		
12 - 13	52	58	54	76	82	79	68	74	72	84	89	86		
13 - 14	48	60	50	76	83	80	71	77	70	83	88	84		
14 - 15	45	53	50	78	82	80	69	72	70	80	86	84		
15 - 16	46	53	49	76	84	82	70	76	74	82	87	84		
16 - 17	46	53	48	78	83	80	68	72	71	83	87	86		
17 - 18	46	54	52	78	82	81	79	83	82	80	87	86		
18 - 19	45	50	49	76	84	79	70	79	76	80	87	86		
19 - 20	45	51	49	76	82	80	70	82	80	78	86	85		
ZONA	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				TRANSITO	

Fig. N° 38 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "LA VICTORIA".

PERIODO HORARIO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)														
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
8-9	48	53	48	64	72	68	64	70	70	77	86	78	77	86	78
9-10	46	53	48	64	71	70	67	75	68	78	84	78	78	84	78
10-11	45	50	49	67	71	68	68	71	70	76	84	79	76	84	79
11-12	44	50	47	63	70	69	69	73	71	78	83	83	78	83	83
12-13	42	47	46	67	70	70	67	71	68	78	86	79	78	86	79
13-14	46	50	50	65	72	71	68	71	70	80	86	84	80	86	84
14-15	46	51	51	65	72	70	68	73	70	79	86	84	79	86	84
15-16	43	47	46	70	76	73	67	73	72	79	86	84	79	86	84
16-17	44	50	48	67	73	72	67	71	70	79	84	83	79	84	83
17-18	45	50	47	68	73	70	68	74	72	83	87	86	83	87	86
18-19	43	48	46	65	70	68	66	72	68	79	84	82	79	84	82
19-20	43	50	46	64	69	68	66	71	67	79	85	80	79	85	80
ZONA	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL			TRANSITO					

Fig. N° 39 Niveles de intensidad de ruido en el Distrito de "LINCE".

del problema por zonas, haciendo ver la notable diferencia que existe entre ellas además de demostrar que salvo escasas excepciones, los niveles se mantienen casi constantes durante las 12 horas de muestreo.

En el cuadro de la FIGURA Nro. 40 se presenta un resumen de los 20 cuadros anteriores tomando en cuenta sólo los valores mínimos, máximos y predominantes en cada distrito. Haciendo un análisis de los valores predominantes allí expuestos, notaremos que en las zonas residenciales los niveles de intensidad varían entre los 45 y 55 d, con sólo tres distritos (Lima E, Breña y San Martín de Porres) cuyos valores estaban en el rango comprendido entre 55 y 65 dB, esto es debido a que son zonas muy influenciadas por el tránsito vehicular; caso contrario el de La Molina que por su carácter netamente residencial y su baja densidad demográfica, el valor predominante hallado, fue de sólo 42 dB.

En las zonas comerciales, los predominantes fluctuaron entre 65 y 75 dB con excepción de las correspondientes a los distritos de Miraflores, Lima E, Lima O, Breña y La Victoria, donde se llegan a valores comprendidos entre 73 y 80 dB, habiéndose alcanzado tan altos valores por el gran movimiento comercial de esos sectores.

DISTRITO	RESIDENCIAL			COMERCIAL			INDUSTRIAL			TRANSMITO		
	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.	MIN.	MAX.	PRED.
SAN ISIDRO	42	57	49	53	78	62				68	87	78
MIRAFLORES	41	55	46	66	80	75				68	81	83
MAGDALENA	48	61	53	69	78	74				78	86	83
SURCO	44	69	48	65	72	70				74	84	80
CHORRILLOS	46	54	51	67	75	72				74	85	82
LIMA - MĒ	52	68	61	68	81	73				79	87	84
LIMA - O	45	57	51	69	79	76	69	76	72	76	88	86
BREÑA	58	71	62	69	82	76	70	77	72	78	89	86
JESUS MARIA	42	59	52	58	76	70	72	76	68	74	87	79
BARRANCO	43	54	51	59	73	70	63	73	70	79	84	82
SN. M. PORRES	49	67	62	70	76	73	65	79	73	80	88	86
SAN LUIS	41	54	50	56	68	62	61	70	65	69	80	84
LA MOLINA	40	46	42	45	53	50	65	73	70	76	84	80
SAN MIGUEL	49	62	53	61	78	73	68	75	73	79	87	83
RIMAE	50	60	54	67	76	70	65	76	70	78	87	84
ATE	43	51	48	60	70	68	67	76	73	76	85	80
SURQUILLO	40	60	50	60	72	68	60	73	70	69	83	79
PU EBLO LIBRE	42	56	48	55	70	62	56	69	60	74	87	82
LA VICTORIA	45	60	50	69	84	80	65	83	72	78	89	87
LINBE	42	56	48	63	76	70	63	75	70	76	87	83

Fig. N° 40 Niveles de Intensidad de Ruido (dB) en Lima Metropolitana

Para las zonas Industriales los niveles de ruido se mantienen entre 70 y 75 db, con excepción del distrito de San Luís que no alcanza ese rango, por carecer de industrias mayores.

Es necesario hacer notar que el ruido producido por las industrias, constituyen un grave problema en el interior del local industrial, donde afecta directamente al trabajador; no así fuera del límite predial del mismo, donde disminuye notablemente.

En la FIGURA Nro.41, presentamos un cuadro tomado de nuestra tesis titulada "Niveles de ruido en los centros industriales de la capital", en el que apreciamos los altos niveles de sonido alcanzado - en las actividades industriales, que fluctúan entre los 102 dB en los Molinos Harineros y los 112 dB en la industria Textil, manteniendo un promedio comprendido entre los 83 y los 100 dB, niveles muy superiores a los medidos en la vía pública en las inmediaciones de los centros laborales, que como ya dijimos tienen un máximo de 73 dB.

El mayor nivel registrado alcanzó los 89 dB, y correspondió a una zona de Tránsito, demostrándose con esto que verdaderamente los automotores son la mayor fuente del ruido comunal.

TIPO DE INDUSTRIA	NIVELES DE SONIDO EN dB		NUMERO DE DETERMINACIONES	PROMEDIO ESTIMADO (dB)
	MINIMO	MAXIMO		
	TEXTIL	82	112	900
AUTOMOVILISTICA	77	104	351	89
EMBOTELLADORAS	85	109	138	97
METALICAS	80	108	320	90
MOLINOS HARINEROS	79	102	155	92
CONS. ALIMENTICIAS	80	108	145	91
FUNDICIONES	80	108	330	91
MARMOLERIAS	81	106	81	93
ASERRADEROS	74	104	206	89
IMPRENTAS	80	111	127	93
ASTILLEROS	74	110	404	83

FIGURA Nro.41.- Niveles totales de Sonido, por actividad industrial. El promedio estimado se aplica sólo con fines de comparación mas no como evaluación del sonido.

Cuadro tomado de la Tesis "Niveles de ruido en los centros industriales de la capital".

AGRUPACION POR INTERVALOS DE AMPLITUD

Se ha realizado un ordenamiento del total de mediciones efectuadas, agrupándolas en intervalos de 5 dB con la finalidad de ver en que rango se repite con mayor frecuencia un nivel de intensidad.

En las zonas residenciales, se han realizado 3,000 mediciones en 25 estaciones de muestreo tal como lo podemos observar en el cuadro de la FIGURA Nro.42, en la que se ve que el 35.83 % de las mediciones totales, están comprendidas entre 46 y 50 dB y el 29.80 % entre 51 y 55 dB, haciendo un total de 65.63 % de medidas en el rango de 45 a 55 dB.

Si comparamos estos valores con los estándares que se presentan en el cuadro de la figura 17, veremos que en forma general, cuando se trata de zonas netamente residenciales no existe problema, ya que los valores que hemos obtenido se encuentran dentro de los límites establecidos. Pero hay excepciones como en los distritos de Breña y Surco donde el 20 % y 17 %, respectivamente, de las mediciones realizadas, están en el rango de 66 a 70 dB, demostrándonos que allí ya se presentan problemas de ruido.

Analizando de la misma forma el

cuadro de la FIGURA Nro. 43, tenemos que el 27.3 % del total de mediciones (2,400 mediciones tomadas en 20 estaciones) están dentro del rango de 66 a 70 dB y el 35.5 % se encuentra entre 71 y 75 dB, haciendo un total de 62.8 % de mediciones comprendidas entre 66 y 75 dB, demostrándonos esto, que en las zonas comerciales de la Lima Metropolitana, el problema es notorio, por que un gran porcentaje de las mediciones, están cerca a los límites indicados en la figura 17.

El cuadro de la FIGURA Nro. 44, nos presenta la distribución de las mediciones correspondientes a las zonas industriales, por rangos ya establecidos anteriormente. De un total de 1,800 mediciones realizadas en 15 estaciones de muestreo, observamos que un 37.9 % se encuentran entre 66 y 70 dB y el 41.90 % se ubican en el rango de 71 a 75 dB.

En las zonas denominadas TRANSITO, se han obtenido los valores más elevados y si consideramos el hecho de que los vehículos automotores circulan por toda la ciudad, podemos afirmar que estos valores agravan el problema en toda el área urbana. De 2,400 mediciones realizadas en las 20 estaciones de muestreo, el 33.8 % se encuentran entre 76 y 80 dB y el 45.3 % entre 71 y 75 dB; esto hace un total de 79.1% de medidas comprendidas entre 71 y 80 dB. ver FIGURA 45.

DISTRITO	INTERVALO DE INTENSIDAD (dB)										TOTAL DE MEDIDAS	
	HASTA 45	46 a 50	51 a 55	56 a 60	61 a 65	66 a 70	71 a 75	76 a 80	81 a 85	MAS DE 85		
SAN ISIDRO	39	133	66	2								240
MIRAFLORES	17	109	50	4								240
MAGDALENA		11	202	26	1							240
SURCO	10	106	3	5	75	41						240
CHORRILLOS		108	132									240
LIMA - B			2	68	48	2						120
LIMA - O	2	51	54	13								120
BAÑÑA			22	22	72	25	1					120
JESUS MARIA	19	55	41	5								120
PARRANCO	3	57	60									120
SN. M. de PORRAS			3	37	55	6						120
SN. LUIS	14	76	30									120
LA MOLINA	119	1										120
SN. MIGUEL		6	63	42	9							120
RIMAC		2	70	48								120
ATE	19	96	5									120
SURQUILLO	67	30	17	6								120
PUEBLO LIBRE	13	71	34	2								120
LA VICTORIA	3	71	36	10								120
LINCE	21	89	10									120
TOTALES	406	1975	894	290	260	74	1					3,000
	13.5%	35.8%	29.8%	9.7%	8.7%	2.3%	0.1%					100%

Fig. N° 42 Número de determinaciones de Niveles Totales de Ruido, por intervalos de intensidad. ZONA RESIDENCIAL

DISTRITO	INTERVALO DE INTENSIDAD (dB)											TOTAL DE MEDIDAS
	HASTA 45	46 a 50	51 a 55	56 a 60	61 a 65	66 a 70	71 a 75	76 a 80	81 a 85	MÁS DE 85		
SAN ISIDRO		6	26	52	28	5	3					120
MIRAFLORES					12	73	35					120
MAGDALENA					15	94	11					120
SURCO			3	109	87							120
CHORRILLOS					33							120
LIMA + B					14	92	12	2				120
LIMA - O					4	83	33					120
BREÑA					9	76	33	2				120
JESUS MARIA			4	30	52	33	1					120
BARRANCO			8	66	30	16						120
SN. M. de PORRAS					2	101	17					120
SN. LUIS			20	85	15							120
LA MOLINA	1	84	35									120
SN. MIGUEL				7	37	73	3					120
RIMAC					57	55	8					120
ATE			3	66	51							120
SURQUILLO			1	35	79	5						120
PUESLO LIBRE			2	42	27							120
LA VICTORIA					3	26	62	29				120
LINDA					16	25	1					120
TOTALES	1	84	43	104	409	852	219	33				2,400
	0.1%	3.5%	1.8%	4.3%	17.0%	27.3%	35.5%	9.1%	1.4%			100%

Fig. N° 43 Número de determinaciones de Niveles Totales de Ruido, por intervalos de in tensidad . ZONA COMERCIAL.

DISTRITO	INTERVALO DE INTENSIDAD (dB)										TOTAL DE MEDIDAS			
	HASTA 45	46 a 50	51 a 55	56 a 60	61 a 65	66 a 70	71 a 75	76 a 80	81 a 85	MÁS DE 85				
SAN ISIDRO														
MIRAFLORES														
MASDALENA														
SURCO														
CHORRILLOS														
LIMA - B						19	99	2						120
LIMA - O					1	33	76	10						120
BUENA						3	110	7						120
JESUS MARIA				3	51	56	10							120
BARRANCO					4	85	31							120
SN. M. de PORRAS					3	24	83	10						120
SN. LUIS					75	45								120
LA MOLINA					1	76	43							120
SN. MIGUEL						32	88							120
RIMAC					1	70	48	1						120
ATE						48	71	1						120
SJFQJILLO				5	55	49	11							120
PUESLO LIBRE				55	49	16								120
LA VICTORIA					3	42	47	20		8				120
LINCE					3	83	34							120
TOTALES				63	246	681	751	51	8					1,800
				3.6%	13.7%	37.9%	41.9%	2.8%	0.1%					100%

Fig. N° 44 Número de determinaciones de Niveles Totales de Ruido, por intervalos de intensidad. ZONA INDUSTRIAL.

DISTRITO	INTERVALO DE INTENSIDAD (dB)											TOTAL DE MEDIDAS
	HASTA 45	46 a 50	51 a 55	56 a 60	61 a 65	66 a 70	71 a 75	76 a 80	81 a 85	MÁS DE 85		
SAN ISIDRO						7	34	59	19	1		120
MIRAFLORES						6	28	77	9			120
MAGDALENA							5	21	97	2		120
SURCO								82	33			120
CHORRILLOS							4	49	67			120
LIMA - E								11	91	18		120
LIMA - O								6	70	44		120
BEÑA								8	59	53		120
JESUS MARIA						5	65	43	7			120
BARRANCO								32	88			120
SN. M. de FORRAS								1	87	32		120
SN. LUIS						7	86	27				120
LA MOLINA								93	27			120
SN. MIGUEL								15	100	5		120
RIMAC								35	70	15		120
ATE								52	68			120
SURQUILLO						2	29	59	30			120
PUEBLO LIBRE								85	28	4		120
LA VICTORIA								16	66	38		120
LINCE								41	69	10		120
TOTALES						27	254	812	1085	222		2,400
						1.1 %	10.6%	33.8%	45.3%	9.2%		100%

Fig. No 45 Número de determinaciones de Niveles Totales de Ruido, por intervalos de intensidad. ZONA TRANSITO.

En las páginas siguientes, presentamos cuatro curvas elaboradas en base a los valores tabulados en los cuadros de las figuras 42, 43, 44 y 45 respectivamente.

En la FIGURA Nro. 46, se encuentra la curva correspondiente a las zonas residenciales y su pico está dado por las 1,075 mediciones obtenidas en el rango comprendido entre 46 y 50 dB.

La FIGURA Nro. 47 se refiere a la zona comercial y podemos ver que el punto máximo de la curva lo fijan las 852 mediciones obtenidas en el rango cuyos límites son los 71 y los 75 dB.

La curva de la FIGURA Nro. 48 nos muestra claramente que en las zonas industriales, los valores que se encuentran entre 71 y 75 dB son los más numerosos, como que obtuvimos un 41.9% del total de las mediciones dentro de ese rango. (751 mediciones de un total de 1,800).

Para las zonas de tránsito, obtuvimos la curva de la FIGURA Nro. 49, cuyo pico lo establecen las 1,085 mediciones en el rango de 81 a 85 dB.

CONTAMINACION AMBIENTAL DE LA CIUDAD DE LIMA

Recientemente, en un congreso internacional de Saneamiento Ambiental realizado en la ciudad de París, entre otras cosas se declaró que:

" Si el nivel sonoro de las grandes ciudades aumenta aún más, corremos el riesgo de vernos envueltos en un mundo de locura y desequilibrio nervioso generalizado "

Nuestra capital, es precisamente una de esas grandes ciudades en la que debido al enorme índice de crecimiento demográfico, se está dirigiendo a pasos rápidos hacia los límites tope de contaminación ambiental, sobre todo a los relacionados con el nivel y frecuencia de los ruidos urbanos. Esta afirmación la podemos comprobar si observamos el cuadro que aparece en la FIGURA Nro. 50, donde se presentan los valores predominantes en cada una de las zonas estudiadas, por períodos horarios comprendidos entre las 8 a.m. y las 8 p.m.

En este cuadro podemos apreciar que en las zonas residenciales los máximos altos niveles se registraron en las primeras horas de la mañana, esto se debe a que es precisamente en esos períodos, en que la gente se dirige a los centros de estudio o trabajo;

VALORES PREDOMINANTES EN DECIBELES		PERIODOS HORARIOS																
		8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20					
Z O N A																		
RESIDENCIAL	52	52	51	52	52	50	51	51	51	51	51	52	52	49	50			
COMERCIAL	72	71	70	70	70	70	73	73	74	73	74	73	74	74	76			
INDUSTRIAL	70	70	70	72	71	70	72	72	72	72	72	72	72	70	70			
TRANSITO	80	82	80	82	81	82	82	83	84	80	82	80	80	80	83			

Fig. N° 50. Valores predominantes por Periodos Horarios para cada Zona Estudiada.

a partir de las 6 p.m., los niveles de ruido tienden a disminuir ligeramente, lo cual se comprende fácilmente si consideramos que se inicia la etapa de reposo.

En los sectores comerciales, los menores niveles se registraron entre las 10 a.m. y las 2 p.m., consideramos que esto se debe a la nueva distribución de los horarios, en forma escalonada; a partir de esa hora, tienden a subir hasta lograr los máximos valores entre las 6 p.m. y las 8 p.m.

En el caso de las zonas industriales, los niveles se mantuvieron casi constantes, porque la actividad industrial se efectúa con regularidad las 24 horas del día, como es la mayoría de los casos - en que trabajan tres turnos.

Para el tránsito vehicular, las máximas lecturas se efectuaron a las 4 p.m. y las 5 p.m., hora que coincide con el cierre de labores en las oficinas tanto públicas como privadas; los valores mínimos fueron tomados al iniciarse la mañana.

En la siguiente página, se aprecia la curva elaborada en base a los niveles totales de sonido predominantes en cada zona, la cual nos da una idea más clara del ruido en nuestra ciudad. FIGURA 51 .

CAPITULO 6

CONTROL DEL RUIDO
EN LA CIUDAD

CONTROL DEL RUIDO EN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

En páginas anteriores, hemos podido comprobar que la principal causa del ruido urbano, la constituyen los medios de transporte motorizado, ya sean terrestres, aéreos o marítimos; esto hace que el control se inicie justamente en la fuente que más contribuye en la contaminación sónica de la ciudad, como es el motor de combustión interna. La magnitud de los ruidos generados, va directamente ligada al tipo de trabajo que realiza el motor, al proceso de combustión, al ciclo de las válvulas, de la transmisión del par-motor, de la aspiración del aire y del combustible y del sistema de expulsión de los gases residuales; esta última, es precisamente la etapa que produce los ruidos más intensos y por lo tanto, la primera que debe ser controlada.

Tratándose de vehículos de gran tamaño (omnibuses, camiones de gran tonelaje, etc.) , la reducción de los ruidos de escape, no presentan mayor dificultad, por cuanto estos vehículos disponen de espacio suficiente para la colocación de grandes sistemas atenuadores por resonancia o por absorción, con los que el ruido quedará tan apagado que el automotor se considerará silencioso.

Más difícil resulta la disminu -

ción del ruido del escape en los vehículos pequeños, donde el espacio es muy reducido y el peso está severamente restringido, complicándose aún más con el hecho de que los silenciadores reducen la eficiencia y la potencia a los pequeños pero ruidosos motores, tan populares actualmente por su uso en los automóviles y motocicletas.

Aún así, las fábricas de automotores han perfeccionado sistemas silenciadores muy prácticos y eficientes desde el punto de vista técnico y económico y que además cumplen con las normas impuestas por las autoridades de Salubridad Urbana; uno de estos sistemas es el que emplea silenciadores del tipo "Tabique", que son los más usados en nuestro medio y el mundo entero. Este silenciador consta de varias cámaras con un sistema interior de tabiques que invierten varias veces el flujo de los gases de escape, a medida que pasan; los tabiques tienen a veces ranuras o lumbreras que permiten la expansión de los gases en la cámara contigua; la idea básica es absorber la energía de las ondas de presión de sonido en los gases, creando turbulencia artificial en el flujo; la fricción e interferencia entre moléculas del gas, convierten la energía de presión, en energía calorífica.

Mediante una cuidadosa selección del volumen de las cámaras, el diámetro de las lumbreras

y el número de inversiones de flujo, el silenciador puede diseñarse para filtrar una amplia gama de frecuencias en los ruidos de escape y a su vez, técnicamente eficientes.

Para una mayor disminución del ruido, se puede instalar en la misma línea del silenciador los llamados "Resonadores", cuya apariencia lo hace aparecer como un segundo silenciador, pero su interior lo componen cámaras vacías y dependen de las presiones internas de rechazo, para equilibrarse unas con otras, pues se encuentran desfasadas. La longitud y diámetro de las cámaras son escogidas para absorber frecuencias específicas, generalmente no absorbidas por los silenciadores; estas frecuencias usualmente se encuentran en el extremo inferior de la escala auditiva. Algunos silenciadores combinan en una sola unidad su cubierta exterior con la cámara de resonancia, pero es más eficiente el contar con las dos unidades separadas en la línea.

Otra de las formas de controlar el ruido en los vehículos automotores, es partiendo del diseño y construcción de los mismos como por ejemplo, el dotarlos de un múltiple de escape del tipo aereodínamico y de fierro fundido, que aunque más pesados y caros que los del tipo compacto de acero aligerado, atenú

an enormemente los ruidos del motor; así mismo, en el diseño se debe tender a que los motores entreguen su máxima potencia con el menor número de RPM posible; también, en el diseño de la carrocería se puede contribuir al silenciamiento de un auto, por que una carrocería sin protuberancias reduce la formación de torbellinos de aire durante la marcha y los ruidos que los acompañan; dando un especial diseño a las bandas de rodamiento de las llantas, se logra reducir notablemente el ruido derivado del contacto con el camino carretero.

Todo lo dicho anteriormente, es - lo relativo al vehículo en sí pero no basta con eso, ya que el ruido producido también dependerá del uso que se les dé; por lo tanto, se deberá crear una conciencia acústico-vial entre los conductores, sobre todo en el uso de las señales sonoras, así como también de una reglamentación adecuada de las velocidades.....etc.

Compete también a las autoridades viales, el mantener en buen estado las vías de circulación, por que está demostrado que en un camino en mal estado, se producen mayores ruidos al circular.

En el caso del transporte aéreo, un efectivo control se logra al ubicar a los aeropuertos en zonas rurales de las afueras de la ciudad, en ca-

so de existir ya dentro del núcleo urbano, un horario de vuelos bien elaborado, reduce las molestias causadas, se recomienda también que las rutas aéreas de ingreso y salida de los aviones, se tracen de modo que sobrevuelen - lo menos posible el área urbana o que circulen a la mayor distancia posible de ellas.

CONTROL DEL RUIDO EN LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL

Para un control efectivo del ruido en la actividad industrial, tenemos a mano una serie de medidas de orden técnico, siendo las principales las que citaremos a continuación:

Control del ruido en su origen

- Aislamiento de las operaciones ruidosas
- Absorción del ruido
- Adopción de un procedimiento más silencioso

- Control del ruido en su origen:

Es el más eficaz de los métodos, por que soluciona el problema en su fuente de origen, haciéndolo desaparecer como tal. Teniendo presente que no todos los equipos que hacen un mismo trabajo producen el mismo ruido, se considera que el primer paso debe ser el de seleccionar el equipo y las herramientas. El segundo paso sería el de realizar un eficiente manteni

miento del equipo, cambiando las piezas gastadas, limitando la velocidad de los aparatos de ventilación y extractores de aire, efectuando engrases en forma regular, usando amortiguadores de vibración en las cimentaciones de las máquinas y reduciendo al mínimo posible el número de percusiones, en el caso de que el procedimiento manufacturero lo requiera.

- Aislamiento de las operaciones ruidosas:

Consiste en segregar a las operaciones ruidosas, siempre que el proceso de producción lo permita, de no poder hacerlo, por lo menos se aislará la máquina causante del ruido más intenso, logrando de este modo mejorar la situación.

- Absorción del ruido:

Esto se puede realizar, gracias a que existen materiales que poseen una cualidad especial que es la de absorber el sonido, siendo su coeficiente de absorción, una función directa de su espesor y calidad. Este coeficiente indica la relación que existe entre la energía acústica absorbida y la energía que llega al material acústico, basta pues con conocer el nivel del ruido existente, para escoger el material acústico apropiado, obteniendo así un máximo de efectividad en el

control del ruido en su trayectoria.

Los materiales acústicos más frecuentes en nuestro medio son:

- Láminas de Celulosa perforadas, ranuradas o estriadadas.

Paneles de corcho laminado.

- Láminas o paneles de sustancias plásticas porosas aglomeradas.

Según las características del material usado y el sistema de colocación que se utilice, el coeficiente de absorción varía entre 0.45 y 0.8 .

- Adopción de un procedimiento más silencioso:

Es otra de las formas de disminuir los ruidos industriales, y consiste en cambiar algunos sistemas o materiales usados. Esto quiere decir, que la soldadura puede reemplazar al remachado, que los materiales sean limpiados por medios químicos en lugar de pulirlos con máquinas de arenado a presión, o cambios similares.

En nuestro país, existe una reglamentación sobre el ruido industrial que afecta al área urbana. En 1965 El Ministerio de Salud Pública y Asis-

tencia Social,emitió el "Reglamento para Apertura y Control Sanitario de Plantas Industriales",el cual establece en la última parte de su Artículo Nro. 25 :

" Si el establecimiento industrial se encuentra ubicado en la zona urbana colindante con edificios de casa-habitación,los niveles totales de ruido medidos en los límites del predio,no deben exceder de 80 dB."

CONTROL DEL RUIDO EN LA ACTIVIDAD DE LA GENTE

Las actividades individuales de la gente,ya sea que se encuentren descansando,jugando o en las actividades propias del mantenimiento o reparación de sus viviendas,son únicamente controlados a través de la consideración al vecino y el cuidado que pone la gente para no causar molestias al prójimo;de todos modos,en algunos países existen reglamentaciones municipales que rigen el comportamiento comunal de la gente. Uno de estos reglamentos dispone el horario en que se pueden dedicar al arreglo de sus jardines,reglamentando sobre todo,el horario de uso de las segadoras de césped a motor;esa misma ordenanza autoriza al oficial de policía a intervenir en caso de quejas y tratar de persuadir al causante,de que disminuya o elimine el ruido causante de las protestas del vecindario,en caso de no lo-

grar su cometido, el policía puede detener al infractor y conducirlo ante los tribunales, acusado de perturbar la paz pública.

CONTROL LEGAL DEL RUIDO

En nuestro país existe un Código Sanitario, aprobado por la ley 17505 del año 1939, dicho código en su sección cuarta indica que: " El Saneamiento Ambiental comprende el control sanitario del aire, los ruidos, las tierras y los desperdicios.

Este mismo código en su artículo 191 señala que los reglamentos tipificarán las faltas contra la salud y señalarán las sanciones y el modo de hacerlas efectivas.

"Está terminantemente prohibido como medio de propaganda, el uso de fonógrafos, altoparlantes, pianos, órganos y cualquier otro instrumento musical productor de sonidos intensos." Dicha norma, habitualmente incumplida en nuestra ciudad, consta en una Ordenanza Municipal sobre suspensión y limitación de ruidos, vigente desde el año 1955.

Esta ordenanza prohíbe también, que los vendedores ambulantes profieran gritos y prego

nes estridentes, así como usar cuernos, campanillas, cornetas, pitos u otros instrumentos para anunciar sus mercaderías en las calles, excepción hecha a los vendedores de periódicos.

En cuanto a las casas comerciales que venden radioreceptores e instrumentos musicales y los talleres de reparación de los mismos, podrán usar los aparatos musicales en su negocio siempre que los hagan funcionar dentro de gabinetes completamente cerrados, contruidos con materiales absorbentes de ruido. Esta franquicia, grega, no regirá para los establecimientos comerciales o negocios situados dentro de la zona comprendida por 100 metros a la redonda de los colegios, hospitales, casas de salud o clínicas, donde queda prohibido el uso de cualquier aparato o instrumento que produzca ruido o sonido.

Por su parte los cafés, restaurantes, bares, cantinas y fondas sólo podrán hacer uso de pianolas, gramófonos o radiolas de 11 a.m. a 11 p.m. después de esa hora queda absolutamente prohibido a estos establecimientos producir sonidos o ruidos molestos de cualquier naturaleza que ellos sean; exceptuándose de estas disposiciones los provenientes de radioreceptores en las horas en que funcionen las estaciones radiodifusoras del Perú con la limitación de 60 dB.

Se prohíbe asimismo quemar cohetes, petardos u otros elementos detonantes, sin el permiso previo de las autoridades políticas o policiales correspondientes, así como el funcionamiento de bandas populares o estudiantinas después de las 10 de la noche.

En general, agrega la ordenanza, se prohíbe todo ruido o sonido que por su duración o intensidad ocasione molestias al vecindario, tanto de día como de noche, ya sea que dichos ruidos o sonidos se produzcan en la vía pública o en lugares destinados a la habitación, al comercio, a las industrias y a diversos pasatiempos.

El uso de las campanas de los templos se regirá por el reglamento del 11 de Noviembre de 1929, quedando absolutamente prohibido antes de las 8 a.m. y después de las 8 p.m.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES
Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En el desarrollo del presente - trabajo se ha obtenido información importante y datos suficientes para realizar un análisis acerca de la contaminación ambiental causada por el ruido en Lima Metropolitana.

Estos datos abarcan desde reseñas históricas, la evaluación propiamente dicha y posibles soluciones. En suma, el trabajo realizado nos permite establecer las siguientes conclusiones.

- 1.- En el país la preocupación por el ruido considerado como un contaminante ambiental, ha sido puesta - en manifiesto por diversos estudios realizados por entidades oficiales y también en forma particular, como es el caso del trabajo del Ing. Masson y los Arqs. Baracco y Lavado.

En el sector oficial, el Instituto de Salud Ocupacional en 1970 y posteriormente - en 1973, efectuó mediciones de los niveles de ruido en las principales arterias de la ciudad, estudios que evidenciaron la necesidad de realizar nuevas evaluaciones en otras áreas de Lima Metropolitana, con el propósito de lograr un efectivo control so-

bre este agente de contaminación.

- 2.- Las principales fuentes de ruido en Lima Metropolitana, la constituyen los vehículos de transporte automotor, la industria y la actividad de la gente, en ese mismo orden de importancia.
- 3.- El estudio se ha realizado en 20 distritos del núcleo central de nuestra capital, cubriendo una superficie de 16,316 Has., habitadas por 2'015,242 personas. (Censo de Junio de 1972).
- 4.- Se han efectuado 9,600 mediciones del nivel total de sonido, en 80 estaciones distribuidas en 4 zonas (Residencial, Comercial, Industrial y Tránsito) que cubrieron totalmente el área de estudio.
- 5.- En el registro de los niveles totales de sonido, se emplearon dos decibelímetros que cumplen con los requisitos impuestos por las Normas Internacionales para sonómetros, ellos fueron el Philips modelo PM 6400 y el Bruel Kjaer del tipo 2205.
- 6.- Se han empleado como normas comparativas, las publicadas en los Estados Unidos de Norte América en febrero de 1974 por " State Standards, Regulation and responsibilities in Noise Pollution Control ", por

carecer de normas nacionales para el control del ruido ambiental.

7.- Las mediciones de ruido efectuadas en los 20 distritos comprendidos en el área estudiada, mostraron niveles totales que fluctuaron entre 40 y 89 dB, registrados en los distritos de La Molina y La Victoria, respectivamente. No se incluyen los ruidos de impulso.

8.- Los distritos de Lima Metropolitana que presentaron los mayores niveles fueron: La Victoria (50 - 86 dB), Breña (62 - 86 dB), San Bartolomé de los Andes (62 - 86 dB) y Lima "0" (51 - 86 dB), siendo estos los valores que predominaron en las zonas Residencial y Comercial, respectivamente.

Con intensidades menores se presentaron en: San Miguel (48 - 83 dB), San Luis (50 - 84 dB), Miraflores (46 - 83 dB) y Lima "1" (51 - 84 dB).

9.- El estudio por zonas nos ha mostrado que los niveles de ruido en las zonas Residenciales fluctuaron entre 40 y 71 dB, que correspondieron a La Molina y Breña, respectivamente. En la mayoría de los distritos predominaron niveles de ruido de baja intensidad.

sidad, iguales o menores que **50** dB, a excepción de los distritos de Breña, Lima y San Martín de Porres en los que predominaron niveles comprendidos entre **61** y **62** dB; como consecuencia del mayor tránsito vehicular en esas zonas.

10.- En las zonas comerciales, los niveles de ruido se encontraron entre 45 y 84 dB, valores registrados en los distritos de La Molina y Victoria, respectivamente. En la mayoría de los distritos los niveles predominantes se encontraron entre los 65 y 75 dB a excepción de los distritos de Miraflores, Lima "C", Breña y La Victoria, lugares en los que predominaron niveles de ruido comprendidos entre **75** y **80** dB, que denotan el gran movimiento comercial en esos sectores.

11.- Los niveles de ruido registrados en las áreas industriales fluctuaron entre 56 y 83 dB, correspondiendo estos valores a los distritos de Pueblo Libre y La Victoria, respectivamente; los niveles predominantes en la mayoría de los distritos, estaban comprendidos entre 70 y 73 dB, exceptuando a Jesús María, Pueblo Libre y San Luis donde eran inferiores que 70 dB; cabe anotar que en los distritos de San Isidro, Miraflores, Surco y Chorrillos no se efectuaron estas mediciones, por que prácticamente

carecen de zonas industriales.

12.- En las áreas de Tránsito, los niveles de ruido fluctuaron entre 68 y 89 dB, valores que correspondieron a San Isidro-Miraflores y La Victoria-Breña, respectivamente. En 17 de los distritos estudiados, los niveles predominantes estaban comprendidos entre 80 y 87 dB, que evidencian el carácter ruidoso de las áreas comprendidas.

13.- El análisis de las mediciones de ruido efectuadas por intervalos de amplitud, nos muestra que en las zonas residenciales, sobre una base de 3,000 mediciones, el 65.63 % se encontraban en el intervalo comprendido entre 45 y 55 dB, niveles que comparados con el estándar de referencia para zonas residenciales (65 dB - Minnessota U.S.A.), notaremos que no existe problema, por encontrarse bajo el nivel establecido. No obstante cabe señalar que en los distritos de Breña y Surco, el 20% y el 17% respectivamente de las mediciones, se encontraron en el rango de 65 a 70 dB, mostrándonos que en esos lugares, ya se manifiesta el problema por ruido ambiental.

14.- En las zonas comerciales, sobre un total de 2,400 mediciones, un 62.8 % se encontraban en el rango

comprendido entre 66 y 75 dB; comparando estos niveles con el estándar de referencia para zonas comerciales (75 dB), podemos apreciar que nos encontramos muy cerca de los límites permisibles.

15.- De las 1,800 mediciones realizadas en las zonas industriales, un 79.8 % fluctuaron entre 66 y 75 decibeles, niveles muy por debajo del estándar establecido para esta zona (80 dB), esto nos permite asegurar que nuestra creciente industria aún no constituye un problema para la comunidad, pero no se descarta su contribución al ruido urbano en nuestra ciudad.

16.- El análisis de los intervalos de intensidad en las zonas de tránsito, mostraron que de un total de 2 mil 400 mediciones, el 79.1 % se encuentran en el rango comprendido entre 76 y 85 dB, lo que nos permite afirmar que los automotores son las mayores fuentes de ruido en la ciudad de Lima y que pueden comprometer a cualquiera de las zonas estudiadas.

17.- Las fluctuaciones horarias de los niveles de ruido, mostraron que en las zonas residenciales los mayores niveles se registraron en las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde, que coinci

den con las horas de ingreso y salida de los centros laborales y escolares. En los sectores comerciales, los máximos niveles se registraron por las tardes, a partir de las 13 horas, alcanzando sus picos entre las 18 y 20 horas, esto guarda relación con el horario escalonado establecido para el sector comercial de la ciudad. En las zonas industriales los niveles de ruido se mantuvieron casi constantes, como consecuencia de que la actividad industrial en nuestro medio, se desarrolla las 24 horas del día en la mayoría de los casos.

En las zonas de tránsito vehicular, las mayores intensidades se registraron entre las 16 y 17 horas coincidiendo con el cierre de labores en las oficinas públicas y privadas.

18.- Las medidas de control que rigen actualmente, están relacionadas con algunas restricciones en el ruido producido por los vehículos automotores, así como referidos a los máximos niveles permitidos en los linderos de los centros industriales.

RECOMENDACIONES

Luego de evaluar el problema del ruido urbano en nuestra capital y de conocer nuestros actuales medios de control, nos permitimos recomen-

dar lo siguiente:

1.- Para el control en los medios de transporte, en lo referente a la rama automotriz, recomendamos que en las plantas de Revisión Técnica de la Dirección de Circulación y Seguridad Vial, se efectúe una medición exacta de los niveles de ruido producido por los automotores, utilizándose para esto, el equipo y la técnica apropiados; al respecto sugerimos la norma Europea que considera un nivel máximo de 84 dB medidos a una distancia de 7 metros perpendicularmente a la trayectoria del vehículo en marcha, este control deberá extenderse a otros automotores menores como son las motocicletas, furgonetas, motonetas, etc.

Tratándose del transporte aéreo, una solución que deberá aplicar las autoridades respectivas, es la de orientar tanto el aterrizaje como el despegue de los aviones con itinerarios nocturnos, con dirección al Nor-Oeste ya que la ciudad se encuentra al Sur-Este del aeropuerto, evitando con esto que los aviones sobrevuelen el núcleo urbano en las horas de reposo.

2.- Para el ruido producido por nuestra industria, se han establecido normas que estipulan un máximo de 80 dB en el límite predial de la fábrica y aunque actualmente el ruido industrial considerado como contaminante ambiental no constituye en nuestro medio proble

ma alguno, creemos que esta norma debería ser un poco más estricta, de modo que estipule un máximo de 70 dB medidos a 25 metros de distancia del límite predial de la industria, medida que debería aplicarse a la industria pesada; para la mediana y pequeña industria, el límite máximo permisible debería ser de 70 dB medidos en el punto residencial más cercano a la fábrica.

- 3.- Para el control del ruido en la actividad de la gente, recomendamos el estricto cumplimiento de las ordenanzas municipales existentes, en relación al uso de fonógrafos, altoparlantes y otros, así como los pregones y otras formas de expresión exageradas; igualmente en lo referente a las tiendas que venden y/o reparan instrumentos musicales, aparatos de radio, y similares. De esta forma se lograría dar un paso más hacia el control de este contaminante ambiental.
- 4.- Se recomienda que las autoridades encargadas de velar por la salud de la población, promuevan el desarrollo de programas de prevención y control del ruido en la ciudad; estos programas deben incluir:
- Registros periódicos de los niveles totales de ruido por zonas.
 - Estudios de los efectos producidos por el ruido en grupos de personas representativos de estas zonas.

Revisión y actualización de las normas vi_uentes pa
ra el control del ruido, recomendando su estricto -
cumplimiento.

Divulgación orientada a la creación de una concien
cia acústica en la población por el conocimiento y
aceptación del problema del ruido y sus efectos en
la salud. Esto permitira su participación en los
programas de control.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- WERNER BURK - 1969 .- "Manual de medidas acústicas para el control del ruido" . Editorial Blume.

ING. C. SAENZ PEÑA I.S.O. - 1964 .- Informe presentado por el Ing. Carlos Saenz Peña en el Instituto de Salud Ocupacional - Lima 1964.

J.J. BLOOMFIELD 1964 .- "Introducción a la higiene industrial" . Editorial Reverté.

- DADSON Y KING 1952 .- J. Laryng, 64, 366.

- COMMITTEE ON THE PROBLEM OF NOISE 1963 .- Final report - Londres - H.M. Stationery Office.

- MIURA - 1961 .- Journal of Science of Labour - Tokio 37 , 357.

DR. ALLAN BELL - 1969 .- "El Ruido" riesgo para la salud de los trabajadores y molestia para el público. Cuaderno de Salud Pública Nro. 30, publicado por la Organización Mundial de la Salud en Ginebra - 1969.

- A. BELL .- "El Ruido" cuaderno Nro. 30 de Salud Pública de la O.M.S.

- WERNER BURK - 1966 .- "Control de ruidos" 137.

DR. BELL - 1965 .- Legislation regarding noise, en el
National Phisical Laboratory de la Gran Bretaña.

- I 'O/TC 43 - SLC. 194 .- Draft Secretariat Proporsal -
for noise rating numbers whit respect to conservation
of hearing, speech communication and annoyance.