

Mapa acústico de Pamplona

MIGUEL ARANA BURGUI Y AMANDO GARCIA RODRIGUEZ

Se ha realizado un amplio y detallado estudio sobre la contaminación por ruidos en la Ciudad de Pamplona entre Agosto de 1987 y octubre de 1988. Los objetivos del trabajo han sido, esencialmente, los siguientes:

1. Estudio cuantitativo de la contaminación por ruidos y elaboración del mapa cústico de la Ciudad.

2. Respuesta de la comunidad y posibles correlaciones entre la misma y distintos índices del ruido.
3. Elaboración de un modelo matemático para la predicción del ruido urbano.

En este artículo se muestran los resultados obtenidos relativos al primero de los objetivos.

1. CAMPAÑA DE MEDIDAS Y METODOLOGIA EMPLEADA

Para el conocimiento de la contaminación por ruidos de determinada zona o núcleo urbano se ha de llevar a cabo una serie de medidas que muestre cuál es la variación espacio-temporal de la misma. Para ello es necesario determinar un número de estaciones de medida que sea suficiente para conocer la variación espacial, así como la realización de medidas en distintos períodos de tiempo, para cada estación, a fin de conocer la variación temporal.

La metodología empleada ha de compatibilizar el anterior requisito con los objetivos que se persigan y los medios humanos y materiales disponibles.

En este trabajo, la elección de los puntos de medida fue la siguiente: con referencia al plano de la Ciudad editado por el M.I. Ayuntamiento en su "Guía de Pamplona", se realizó sobre el mismo una cuadrícula con celdas de 218 x 218 metros y tomando los vértices (o los puntos accesibles más cercanos a ellos) como estaciones de medida. El número total de las mismas fue de 170. Tal número de estaciones lo consideramos suficiente, dada la extensión de la Ciudad, y permite observar las variaciones espaciales incluso por barrios.

A fin de conocer la variación temporal de la contaminación acústica, se tomaron cuatro medidas por estación en distintos períodos del día. Para ello se dividió el horario diurno (8-22 horas) en cuatro períodos iguales de tiempo: de 8 a 11,30 horas, de 11,30 a 15 horas, de 15 a 18,30 horas y de 18,30 a 22 horas. Se tomó una medida en cada uno de estos períodos. La duración de cada medida fue de 15 minutos en todos los casos.

Por cada medida era rellenada una ficha (figura n.º 1) donde, además de identificar la estación y el período de medida, se anotaron todas aquellas variables (tanto del tráfico y de la vía, como las

Barrio	Leq	δ	Estaciones	Medidas
1. San Jorge	68,0	5,2	9	36
2. Rochapea	67,3	6,7	28	118
3. Chantrea	64,6	4,5	17	68
4. Ermitagaña	64,6	6,5	12	60
5. San Juan	66,3	4,5	20	99
6. Arrosadía-Azpil	67,2	4,8	11	44
7. Abejeras	68,2	4,3	6	24
8. Milagrosa	65,4	5,9	9	44
9. Iturrama	68,6	4,5	15	64
10. Casco Viejo	66,7	4,2	11	59
11. 1.º Ensanche	71,9	3,5	10	78
12. 2.º Ensanche	69,3	3,6	16	111
13. Echavacoiz	64,3	6,1	5	20
PAMPLONA	67,1	5,5	169	825

condiciones atmosféricas) que, a priori, puedan influir en el resultado de la medida. Se anotó también la evaluación subjetiva con el fin de cuantificar las fuentes de ruido origen de la contaminación.

Los niveles de ruido elegidos fueron el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq) y los niveles percentiles L1, L10, L50, L90 y L99. Asimismo, se anotó el Nivel Máximo en cada medida. La escala de ponderación fue siempre la A; es decir, todos los niveles fueron obtenidos en dB(A).

El equipo utilizado en las medidas fueron los sonómetros CEL-393 (cedido para tal fin por el Servicio del Medio Ambiente del Gobierno de Navarra) y el B & K 2231 con módulo de análisis estadístico BZ 7101. Tales sonómetros son del tipo I y cumplen los requisitos y precisión necesarios para la validación de los resultados; asimismo, se procedió a su calibración antes de cada período de medidas. Las distancias mínimas a fachadas, altura e inclinación del micrófono siguieron las recomendaciones existentes en este tipo de trabajos.

2. RESULTADOS

En este apartado nos referiremos siempre a los resultados del Nivel Sonoro Continuo Equivalente Leq en dB(A).

2.a. Resultados de las medidas

En relación al conjunto total de las medidas, la figura n.º 2 muestra la distribución de los resultados obtenidos. La figura n.º 3 muestra la distribución porcentual acumulada.

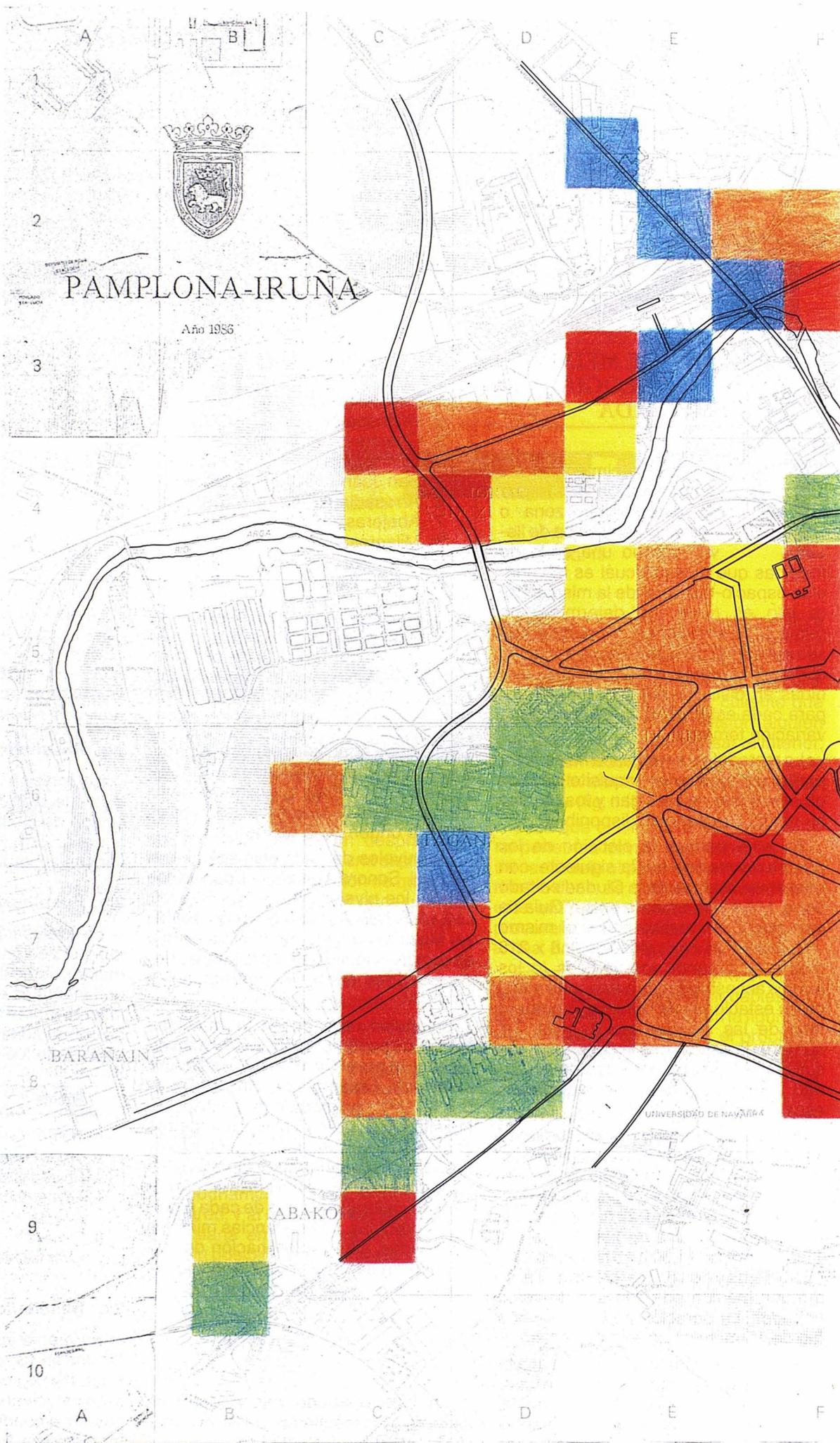
2.b. Fuentes de ruido

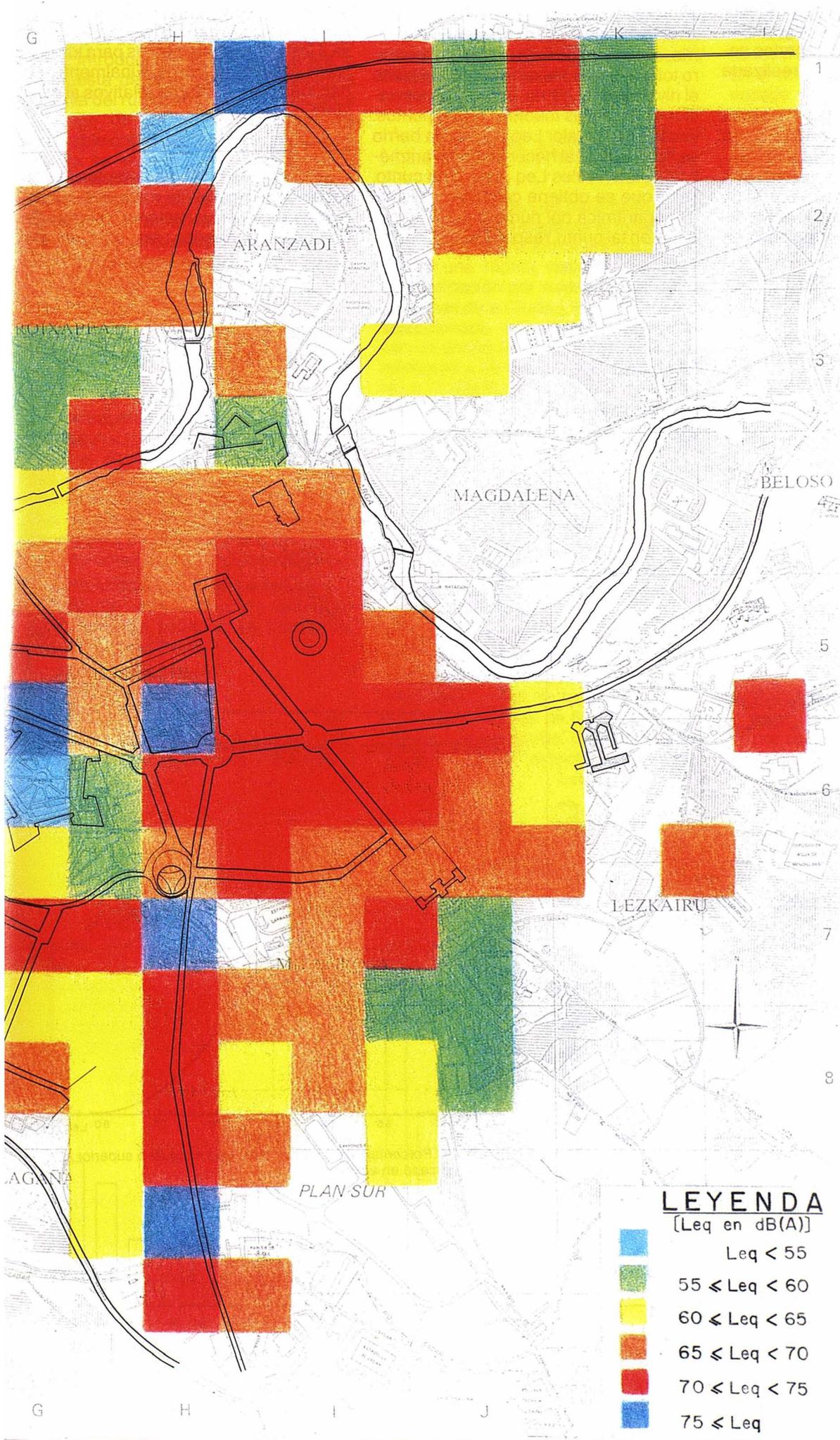
La evaluación subjetiva de las fuentes de ruido origen de la contaminación mostró, como cabía esperar, que la predominante es el ruido del tráfico. La siguiente tabla muestra el tanto por ciento de las medidas en que la fuente de ruido expresada fue la predominante:

Fuente	%
1. Tráfico	83,4
2. Voces humanas	9,5
3. Obras públicas	2,8
4. Talleres-Fábricas	2
5. Aviones	0,5
6. Trenes	0,1
7. Otras (campanas, ladridos, etc.)	1,7

2.c. Resultados por barrios

Para este apartado se ha dividido la Ciudad en 13 zonas o barrios diferentes. Cada barrio contenía una serie de puntos o estaciones de medida, teniendo en cuenta la cuadrícula seleccionada en la metodología. Evidentemente, el número





de puntos es variable en función de la extensión del barrio. Si bien el número de puntos es reducido en alguno de ellos, hemos preferido mantenerlos separados siguiendo la división realizada en el plano municipal.

La figura n.º 4 y la tabla I adjunta muestran los resultados obtenidos. La figura 4 muestra el nivel medio por barrio, escogiéndose para la misma una escala peculiar en ordenadas, con el fin de mostrar visualmente las correctas reacciones de la energía sonora, ya que un

incremento de 3 dB(A) supone doblar la energía sonora.

En la tabla I se muestra, para cada barrio, el número de estaciones y el número total de medidas realizadas, así como el nivel medio L_{eq} del barrio y la desviación típica de las medidas en los puntos. El cálculo del valor L_{eq} para cada barrio se ha obtenido al hacer la media aritmética de los niveles L_{eq} para cada punto, valor que se obtiene calculando la media logarítmica del número total de medidas en tal punto, respetando los cuatro

períodos considerados en la metodología. Se muestra, asimismo, la desviación típica para cada barrio, desviación relativa a los valores L_{eq} medios para los distintos puntos del barrio. Finalmente, se dan los mismos valores relativos al conjunto de la Ciudad.

2.d. Variación temporal

Por la metodología empleada, la variación temporal del ruido que puede obtenerse es la variación a lo largo de los cuatro períodos en que se ha

MAPA ACUSTICO DE PAMPLONA. INFORME DE MEDIDA. CLAVE :			
A.- IDENTIFICACION			
A.1.- Nombre :		A.2.- Fecha : _ / _ / _ _	
A.3.- Estación de medida :			
B.- PERIODO DE MEDIDA			
B.1.- Comienzo : _ . _ . _ .		B.2.- Final : _ . _ . _ .	
C.- TRAFICO			
C.0.- V_m (Km/h) :		C.4.- V.P.H. (L) : _ _ _ _	
C.1.- n° V.L. :		C.5.- V.P.H. (P) : _ _ _ _	
C.2.- n° V.P. :		C.6.- V.P.H. (M) : _ _ _ _	
C.3.- n° V.M. :			
D.- CARACTERISTICAS DE LA VIA.			
D.1.- Naturaleza de la vía :		D.2.- Forma : _	
D.3.- Anchura de la calle(m) : _ _		D.4.- n° C.R. : _ D.5.- n° C.E. : _	
D.6.- n° Dirs(1/2) : _		D.7.- Altura de edificios(m) Frente: _ Tras : _	
D.8.- Distancia a cruces(m) : d_1 : _ _ _ d_2 : _ _ _			
D.9.- Importancia de tráfico en cruces(1-5) : Id_1 : _ Id_2 : _			
D.10.- Distancia a semáforos próximos(m) S_1 : _ _ _ S_2 : _ _ _			
D.11.- Pendiente (%) : _ _		D.12.- Seto central : _ Anchura : _ C.A. : _	
E.- EVALUACION SUBJETIVA DE LAS FUENTES DE RUIDO.			
E.1.- Por orden de importancia : _ _ _ _ _			
1.- Tráfico		3.- Obras públicas	
2.- Voces humanas		4.- Talleres-Fábr.	
		5.- Aviones	
		6.- Trenes	
		7.-	
		8.-	
F.- NIVELES			
L99 : _ . _ . _		L90 : _ . _ . _	
DE L_{eq} : _ . _ . _		L50 : _ . _ . _	
		L10 : _ . _ . _	
RUIDO		L1 : _ . _ . _	
		MaxL : _ _ _ _	
G.- CONDICIONES METEOROLOGICAS.			
G.1.- Temperatura(°C) : _ _		G.2.- H.R.(%) : _ _	
		G.3.- Cielo(0/1/2) : _	
H.- OBSERVACIONES.			
H.1.- Distancia a centro de la vía : _ _			
H.2.- Distancia a fachada próxima : _ _			

FIGURA 1. Ficha de medida

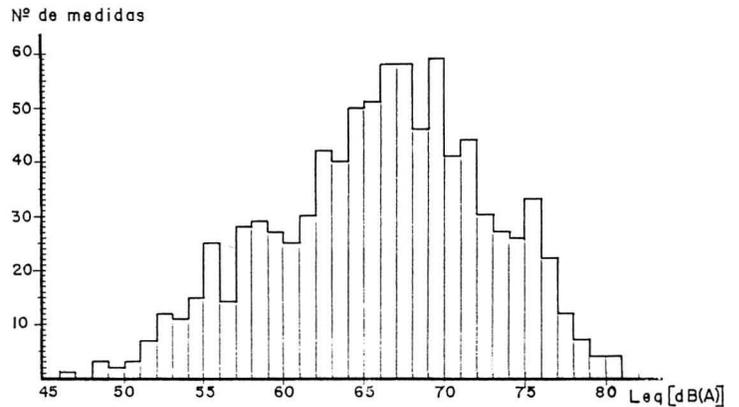


FIGURA 2. Distribución de los resultados de las medidas.

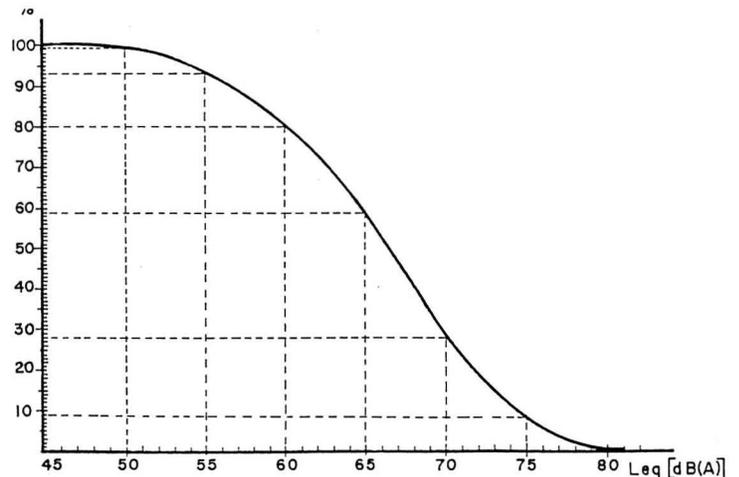


FIGURA 3. Porcentaje de medidas cuyo L_{eq} es igual o superior al nivel sonoro indicado en abscisas.

dividido el horario diurno, no aportando tal dato un resultado de especial interés.

Para el segundo objetivo expresado en la introducción (correlación entre la respuesta de la comunidad y distintos índices del ruido) se tomaron medidas a lo largo de 24 horas, tanto en día laborable como festivo, en cinco puntos, donde se estudió dicha correlación y que pueden ser considerados como zonas representativas de la Ciudad. La figura n.º 5 muestra la variación horaria del nivel L_{eq} en dichos puntos y para día laborable (martes en todos los casos).

3. COMPARACION CON OTRAS CIUDADES

Al establecer una comparación entre los resultados obtenidos en Pamplona con los de otras ciudades españolas, nos encontramos con dos notables deficiencias; el reducido número de ciudades donde se han llevado a cabo trabajos de esta naturaleza y, por otra parte, las diferentes metodologías empleadas.

Refiriéndonos al nivel medio L_{eq} para el conjunto de la Ciudad, los resultados para aquellos estudios ya finalizados son los siguientes:

Valencia: 69.9 dB(A)
 Gandía: 68.0 dB(A)
 Alcoy: 68.0 dB(A)

Los mapas acústicos de Madrid (para el conjunto de la Ciudad) y Barcelona

(zona del Ensanche) están todavía en proceso de confección; no obstante, los datos recogidos hasta el momento, aportan un nivel medio L_{eq} en torno a 70 dB(A).

4. MAPA ACUSTICO

Calculados los L_{eq} para cada punto, hemos creído interesante el mostrar los resultados de una forma gráfica que posibilite una rápida visualización de la contaminación por ruidos en las distintas zonas de la Ciudad. Para ello, hemos seleccionado seis bandas diferentes con un ancho de 5 dB(A) desde valores inferiores a 55 dB(A) hasta los superiores a 75 dB(A), asignando un color a cada uno de ellos. Así por ejemplo, una celda coloreada en rojo indica que en la estación de medida que define tal celda el valor obtenido para el L_{eq} está comprendido entre 65 y 70 dB(A).

La extrapolación que se lleva a cabo al asignar a toda la celda el color correspondiente al valor obtenido en la estación de medida, no debe inducir a una lectura errónea (por excesivamente minuciosa) del mapa.

En los últimos años se está generalizando en los países de la C.E.E. (inicialmente a nivel de recomendación y actualmente a nivel de legislación) el no sobrepasar el nivel de 65 dB(A) para el L_{eq} en horario diurno. Bajo esta consideración, una de las lecturas interesan-

tes que pueden hacerse del mapa acústico es la visualización rápida y clara de los barrios o zonas de la Ciudad donde tal nivel es sobrepasado y el porcentaje, en el conjunto de la Ciudad, en que ello sucede.

5. CONCLUSIONES

1. El nivel medio L_{eq} (tal como se ha definido) utilizado para expresar la contaminación por ruidos en la Ciudad de Pamplona, resulta ser de 67.1 dB(A). Tal valor es inferior a los obtenidos en las ciudades españolas donde se han realizado trabajos semejantes.
2. La principal fuente de ruidos contaminante del medio ambiente es el tráfico rodado. Lógico es, por tanto, que las estaciones donde se han obtenido los niveles más elevados, se encuentren en las vías con una elevada densidad de tráfico. Es oportuno señalar aquí la notable contaminación por ruidos existente en un punto tan sensible como es la zona hospitalaria.
3. El 62 % de las estaciones de medida superan los 65 dB(A) en el L_{eq} medio para el horario diurno. El 6% de las mismas superan los 75 dB(A).
4. Por zonas, el barrio del 1^{er} Ensanche está sometido a una contaminación por ruidos notable y claramente superior al resto de la Ciudad.

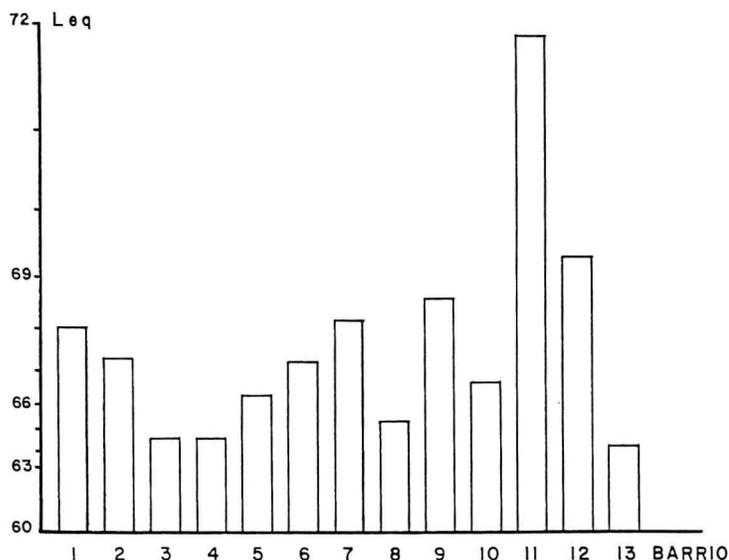


FIGURA 4. Nivel medio L_{eq} por barrio.

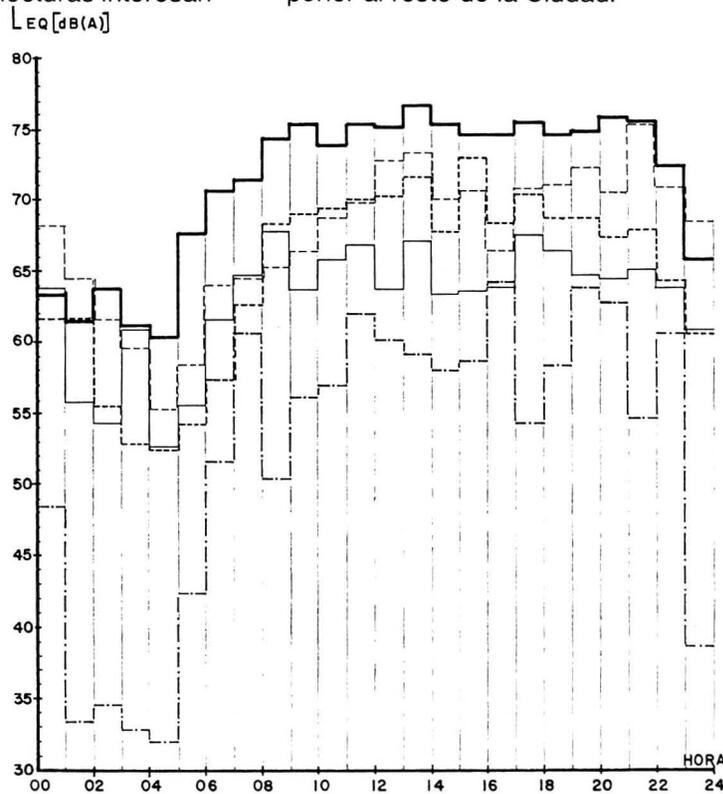


FIGURA 5. Variación horaria del nivel L_{eq} en día laborable para cinco emplazamientos diferentes.

- C/ Aibar n.º 14 (Chantrea)
- Avda. de San Jorge, cruce Avda. de Navarra (San Jorge).
- C/ Monasterio de Urdax n.º 28 (San Juan)
- C/ Carlos III n.º 32 (2.º Ensanche)
- C/ Calderería n.º 2 (Casco Viejo)