

TECNICA DE MUESTREO PARCIAL PARA LA OBTENCION DE PARAMETROS ACUSTICOS

SANCHIS SABATER, A.
SOLANA QUIROS P.E.
NAVARRO ESCOBEDO, D.
GAJA DIAZ E.

Laboratorio de Acústica Aplicada.
Departamento de Física Aplicada.
Universidad Politécnica de Valencia.
Apartado 22012. 46080 Valencia.

SUMARIO

Se ofrecen en este artículo un conjunto de expresiones polinómicas, para el cálculo de diferentes parámetros acústicos diarios (8-20 horas), para una estación de medida en base a los datos obtenidos en dicha estación durante periodos de tiempo inferiores. La utilidad de estas expresiones en la determinación de las zonas acústicas más conflictivas, en los estudios previos de control del ruido ambiental en medios urbanos, cuando éste es motivado fundamentalmente por el tráfico rodado, se manifiesta. Las excelentes correlaciones encontradas permiten suponer que pueda ser aplicado en otros estudios, como puede ser la caracterización del tipo de contaminación.

1.- INTRODUCCION

Durante los años precedentes, el laboratorio de Acústica Aplicada del Departamento de Física aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia, ha realizado un estudio sobre emisión acústica en el término municipal de Mislata, situado en el límite oeste de la ciudad de Valencia y caracterizado por la diversidad de fuentes de ruido. Basándose en el análisis de los datos experimentales obtenidos, se han encontrado las relaciones que se muestran en este estudio. La importancia de tales relaciones queda reflejada al permitir determinar los distintos parámetros estadísticos (L_{eq} , L_{10} , L_{90} , L_{50} y Nivel Medio) a lo largo del día sin necesidad de obtener medidas durante todo el día.

En base a las medidas efectuadas, se obtuvieron un conjunto de datos de parámetros acústicos horarios y diarios, así como los niveles sonoros, en el intervalo comprendido entre las 8 y las 20 horas, tomando muestras con intervalos de un segundo, en 25 estaciones de medida situadas en los puntos más conflictivos de la población.

La relación de los parámetros y niveles estadísticos a lo largo del día han sido encontrados, tal como se muestra a continuación, como función de los niveles obtenidos para cada una de las horas de medida.

2.- SOLUCION GENERAL DE NIVELES

Debido a que principalmente la mayor fuente de ruido aéreo a que está sometida la población es el tráfico rodado, y puesto que el flujo del tráfico no es constante a lo largo del día, existiendo horas punta, cuya intensidad de tráfico es considerablemente mucho mayor que la intensidad media diaria, parece lógico pensar que habrá una relación distinta entre el nivel global diario y el correspondiente a cada hora del día. La relación sencilla propuesta es la siguiente:

$$\text{NIVEL GLOBAL DIARIO} = \alpha (H) \times \text{Nivel} (H) + \beta (H) \quad (1)$$

Para obtener los distintos coeficientes $\alpha (H)$ y $\beta (H)$, correspondientes a cada hora, se han relacionado linealmente y los 25 valores de los niveles L_{eq} , L_{50} , L_{medio} , L_{10} y L_{90} horarios obtenidos, obteniéndose los coeficientes indica-

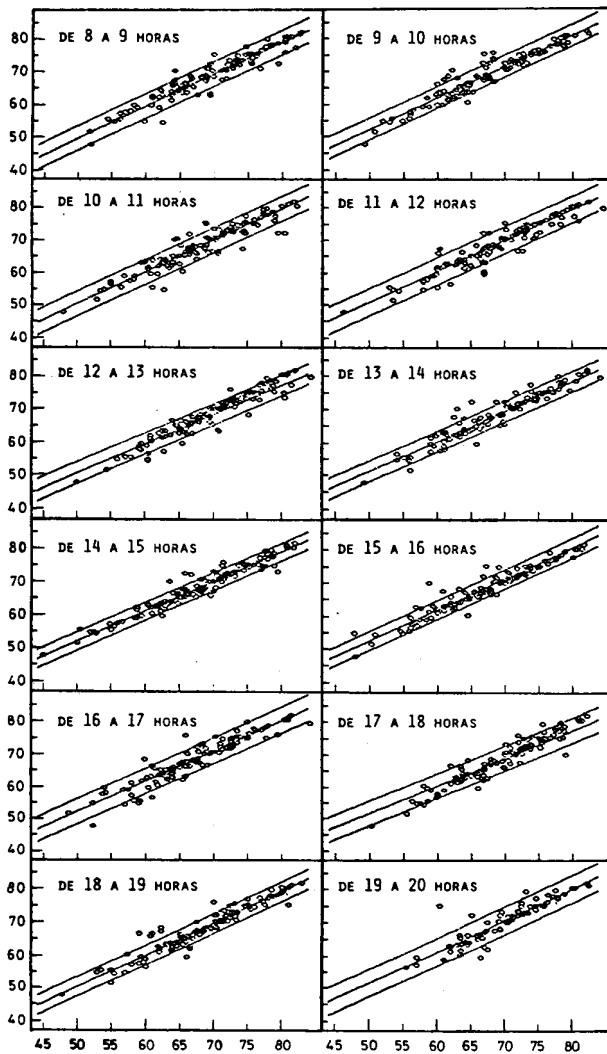


Figura 1. Relaciones entre los distintos niveles sonoros diarios y los niveles medios para cada una de las horas.

dos en la TABLA I, en dicha tabla también se ha incluido los coeficientes de correlación para cada hora, así como el margen es representado en la FIGURA 1, que incluye en su interior al 90% de los datos obtenidos experimentalmente.

Se puede observar, que las horas más desfavorable para intuir el valor de cada uno de los niveles son las comprendidas entre las 11 y 12, 16 y 17, y 19 y 20 horas. Para dichas horas, tomando una estación de medida al azar se han obtenido los resultados que se indican en la TABLA II.

Como puede observarse con medir, por ejemplo, tres horas a lo largo del día, en el caso más desfavorable se obtiene un error máximo de 1 dB (A).

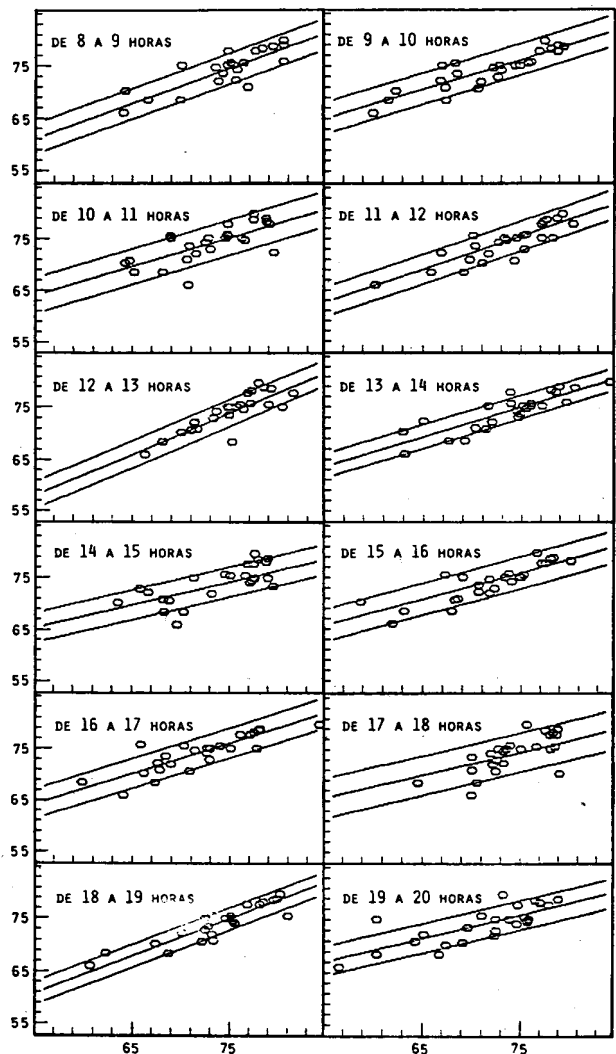


Figura 2. Relaciones entre el nivel sonoro equivalente entre las 8 y las 20 horas, en función de los niveles sonoros equivalentes de cada una de las horas.

3.- SOLUCIONES PARTICULARES

Dado que no tienen porque tener todos los niveles estadísticos la misma expresión se han obtenido las expresiones correspondientes a cada uno de los parámetros diarios, en función del parámetro correspondiente a cada hora.

3.1.- Nivel Sonoro Equivalente

En la TABLA III se muestran los coeficientes de la expresión del nivel equivalente, estando el 90% de los puntos experimentales comprendido entre $\pm \epsilon$. Su representación puede observarse en la FIGURA 2.

La expresión utilizada es la siguiente:

$$LEQ = \alpha (H) \times Leq (H) + \beta (H) \quad (2)$$

Tabla I

| H | α | β | E | ρ |
|-------|----------|---------|------|--------|
| 8-9 | 0.974 | 1.03 | 3.78 | 0.98 |
| 9-10 | 0.954 | 4.66 | 3.19 | 0.95 |
| 10-11 | 0.986 | 1.11 | 3.92 | 0.95 |
| 11-12 | 0.964 | 2.69 | 4.25 | 0.95 |
| 12-13 | 0.898 | 5.78 | 3.23 | 0.95 |
| 13-14 | 0.910 | 5.85 | 3.14 | 0.95 |
| 14-15 | 0.916 | 6.15 | 2.77 | 0.95 |
| 15-16 | 0.951 | 4.98 | 2.85 | 0.95 |
| 16-17 | 0.948 | 4.82 | 3.98 | 0.96 |
| 17-18 | 0.867 | 8.41 | 3.92 | 0.93 |
| 18-19 | 0.975 | 1.62 | 3.04 | 0.97 |
| 19-20 | 0.966 | 3.27 | 4.19 | 0.93 |

Tabla II

| H | Leq | L10 | L90 | L50 | Lmedio |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 11-12 | 72.7 | 75 | 59.5 | 66 | 66.4 |
| 16-17 | 72.6 | 74 | 56.8 | 63 | 63.8 |
| 19-20 | 74.6 | 75.8 | 61 | 66 | 66.7 |
| Diario | 74.3 | 75.5 | 59.3 | 65.5 | 65.9 |
| Teórico I | 72.77 | 74.99 | 60.05 | 66.31 | 66.7 |
| Teórico 2 | 73.64 | 74.97 | 58.67 | 64.54 | 65.3 |
| Teórico 3 | 75.33 | 76.49 | 62.2 | 67.03 | 67.7 |
| Teórico | 73.9 | 75.5 | 60.3 | 66.0 | 65.6 |

Comparando las FIGURAS 1 Y 2, el margen en el que se encuentra el 90% de los valores es sustancialmente menor para el caso de la FIGURA 2, esto motiva el que la expresión (2) sea más exacta que la (1), para la obtención del nivel sonoro equivalente. En contrapartida, se tiene que la expresión (2) ha sido obtenida con sólo 25 valores para cada hora, mientras que la expresión (1) al ser general se ha obtenido con

todos los valores, es decir, con 125 valores. Como puede apreciarse en la TABLA III los coeficientes de correlación son sustancialmente menores a los obtenidos para la expresión (1), por el motivo antes indicado.

Comparando los datos encontrados en una estación a través de las expresiones (1) y (2), se obtiene aplicando la TABLA II:

- Teórico 1.1 LEQ = 72.77
- Teórico 2.1 LEQ = 73.64
- Teórico 3.1 LEQ = 75.33
- Teórico 1.2 LEQ = 74.15
- Teórico 2.2 LEQ = 74.69
- Teórico 3.2 LEQ = 75.76

El valor medio de las tres horas según la expresión (2) queda bastante más alto que el valor medido para esta estación, pero con un error inferior a 1 dB(A).

3.2 Nivel L₁₀

Análogamente para el nivel sonoro equivalente se ha aplicada la expresión:

$$L_{10} = \alpha (H) \times L_{10} (H) + \beta (H) \quad (3)$$

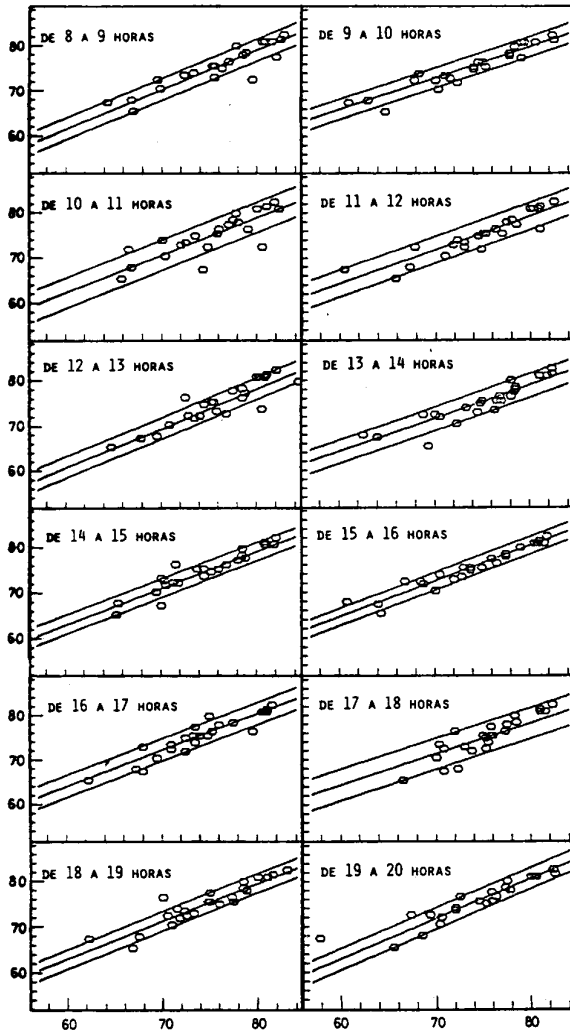


Figura 3. Relaciones entre el nivel sonoro L₁₀ entre las 8 y las 20 horas, en función del nivel sonoro L₁₀ experimental de cada una de las horas.

Los coeficientes calculados se encuentran en la TABLA IV. Los valores de e son menores que los de la TABLA I, y a pesar de haber sido obtenidas cada una de las expresiones con sólo 25 puntos, los coeficientes de correlación son similares, aunque ligeramente inferiores, a los obtenidos para la expresión (1). En la FIGURA 3, se ha representado la expresión (3), con el margen del 90% y los datos experimentales.

Comparando la expresión (3) con la (1) se obtiene según las TABLAS I y IV lo siguiente:

- Teórico 1.1 L10 = 74.99
- Teórico 2.1 L10 = 74.97
- Teórico 3.1 L10 = 76.49
- Teórico 1.3 L10 = 75.47
- Teórico 2.3 L10 = 75.52
- Teórico 3.3 L10 = 76.84

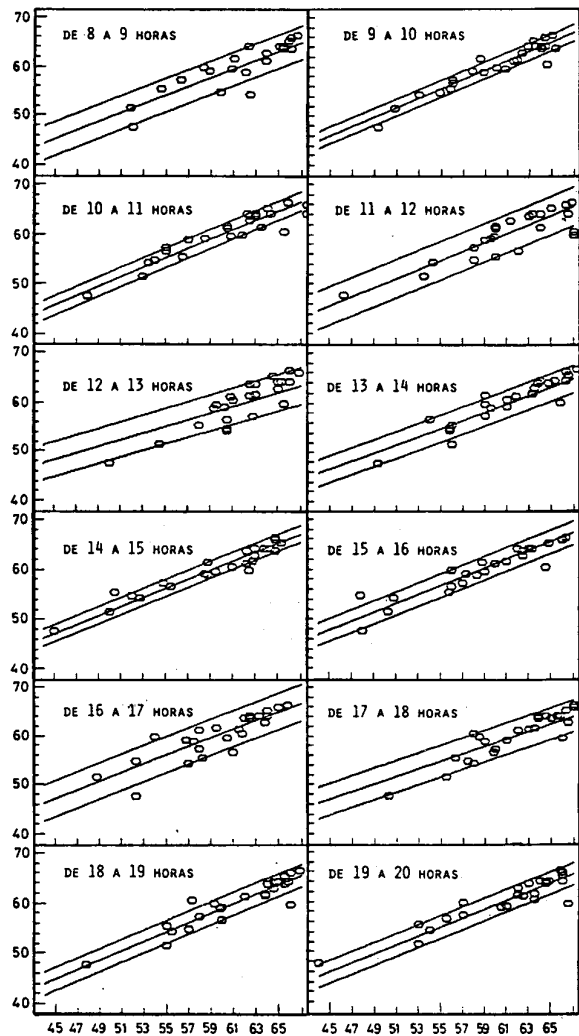


Figura 4. Relaciones entre el nivel sonoro L₉₀ desde las 8 hasta las 20 horas, en función del nivel sonoro L₉₀ experimental de cada una de las horas.

Tabla III

| H | α | β | E | ρ |
|-------|----------|---------|------|--------|
| 8-9 | 0.677 | 23.76 | 2.94 | 0.87 |
| 9-10 | 0.567 | 33.73 | 2.99 | 0.85 |
| 10-11 | 0.566 | 32.73 | 3.38 | 0.66 |
| 11-12 | 0.650 | 26.89 | 2.86 | 0.87 |
| 12-13 | 0.800 | 13.96 | 2.57 | 0.84 |
| 13-14 | 0.567 | 32.37 | 2.29 | 0.90 |
| 14-15 | 0.454 | 40.31 | 2.88 | 0.77 |
| 15-16 | 0.521 | 36.89 | 3.04 | 0.72 |
| 16-17 | 0.601 | 31.06 | 2.83 | 0.88 |
| 17-18 | 0.456 | 40.25 | 3.82 | 0.78 |
| 18-19 | 0.716 | 21.36 | 2.16 | 0.90 |
| 19-20 | 0.445 | 42.56 | 2.73 | 0.59 |

Tabla IV

| H | α | β | E | ρ |
|-------|----------|---------|------|--------|
| 8-9 | 0.884 | 8.33 | 2.50 | 0.96 |
| 9-10 | 0.713 | 23.07 | 2.23 | 0.92 |
| 10-11 | 0.849 | 11.18 | 3.39 | 0.90 |
| 11-12 | 0.756 | 18.77 | 2.97 | 0.91 |
| 12-13 | 0.888 | 7.37 | 2.40 | 0.90 |
| 13-14 | 0.740 | 19.66 | 2.62 | 0.93 |
| 14-15 | 0.824 | 13.55 | 2.02 | 0.96 |
| 15-16 | 0.800 | 16.40 | 1.93 | 0.91 |
| 16-17 | 0.832 | 13.95 | 2.46 | 0.93 |
| 17-18 | 0.703 | 22.09 | 3.55 | 0.87 |
| 18-19 | 0.842 | 12.27 | 2.09 | 0.94 |
| 19-20 | 0.893 | 9.16 | 2.37 | 0.91 |

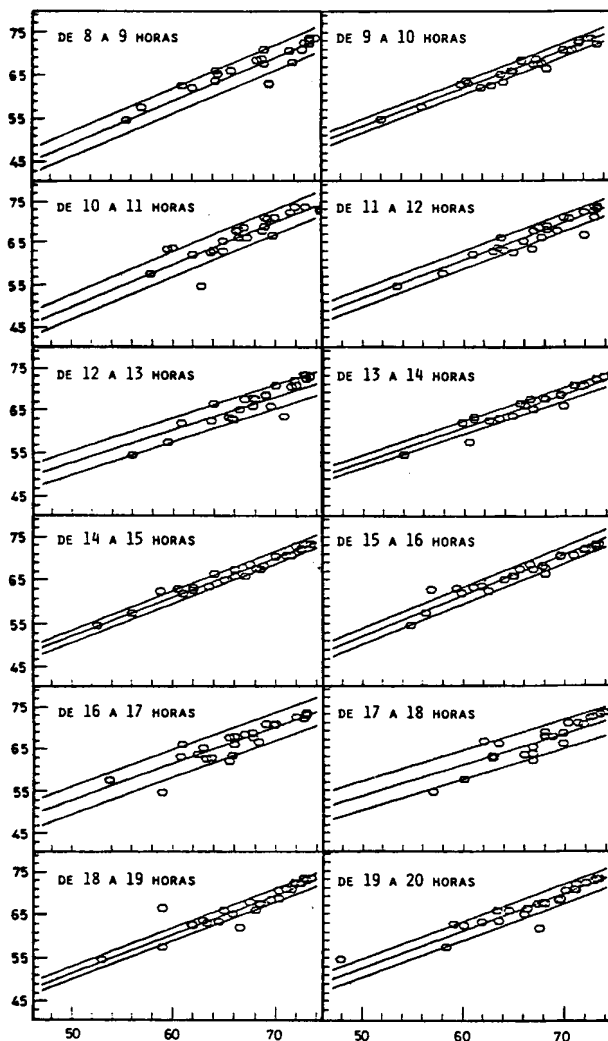


Figura 5. Relaciones entre el nivel sonoro L_{50} entre las 8 y las 20 horas, en función del nivel sonoro L_{50} experimental de cada una de las horas.

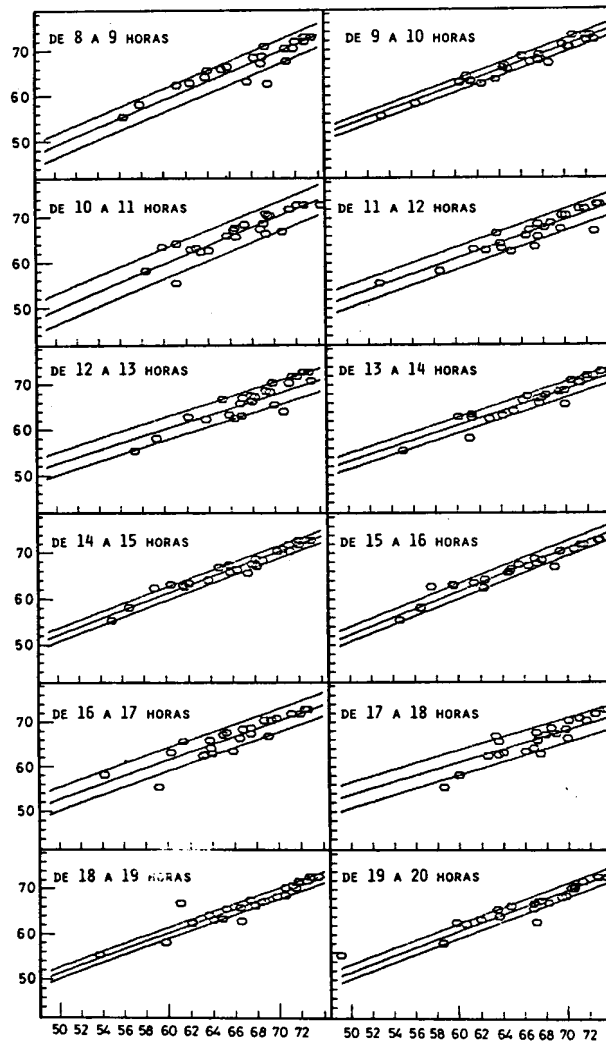


Figura 6. Relaciones entre el nivel sonoro medio desde las 8 hasta las 20 horas, en función del nivel sonoro medio experimental de cada una de las horas

Mientras que el nivel medio de las tres horas según (1) da el valor experimental 75.5, en el caso de la expresión (3) los valores están todos salvo el último muy próximos al experimental.

3.3.- Nivel L_{90}

Para este nivel sonoro estadístico se ha aplicado, dado los buenos resultados conseguidos, la expresión:

$$L_{90} = \alpha (H) \times L_{90} + \beta (H) \quad (4)$$

Los coeficientes se encuentran en la TABLA V, y su representación en la FIGURA 4.

Comparando la expresión (4) con la (1) se obtiene según las TABLAS I y V lo siguiente:

| | |
|-------------|------------------|
| Teórico 1.1 | $L_{90} = 60.05$ |
| Teórico 2.1 | $L_{90} = 58.67$ |
| Teórico 3.1 | $L_{90} = 62.20$ |
| Teórico 1.4 | $L_{90} = 58.92$ |
| Teórico 2.4 | $L_{90} = 57.85$ |
| Teórico 3.4 | $L_{90} = 60.46$ |

El valor medio de los tres valores obtenidos de la expresión (4) es 59.1, bastante más próximo al experimental (59.3 dB (A)) que el obtenido mediante (1).

Tabla V

| H | α | β | E | ρ |
|-------|----------|---------|------|--------|
| 8-9 | 0.902 | 4.73 | 3.40 | 0.99 |
| 9-10 | 0.957 | 3.06 | 1.72 | 0.94 |
| 10-11 | 0.962 | 2.44 | 1.96 | 0.89 |
| 11-12 | 0.918 | 4.30 | 3.87 | 0.89 |
| 12-13 | 0.690 | 17.32 | 3.64 | 0.85 |
| 13-14 | 0.825 | 9.52 | 2.75 | 0.93 |
| 14-15 | 0.915 | 6.02 | 1.70 | 0.90 |
| 15-16 | 0.900 | 7.29 | 2.32 | 0.88 |
| 16-17 | 0.908 | 6.28 | 3.70 | 0.90 |
| 17-18 | 0.786 | 11.65 | 3.26 | 0.93 |
| 18-19 | 0.942 | 2.53 | 2.27 | 0.94 |
| 19-20 | 0.905 | 5.25 | 2.29 | 0.91 |

Tabla VI

| H | α | β | E | ρ |
|-------|----------|---------|------|--------|
| 8-9 | 0.996 | -0.67 | 2.94 | 0.94 |
| 9-10 | 0.899 | 8.07 | 1.66 | 0.96 |
| 10-11 | 1.005 | -0.41 | 2.94 | 0.95 |
| 11-12 | 0.891 | 7.34 | 2.09 | 0.96 |
| 12-13 | 0.779 | 13.87 | 2.77 | 0.90 |
| 13-14 | 0.800 | 13.01 | 1.51 | 0.94 |
| 14-15 | 0.915 | 6.44 | 1.45 | 0.95 |
| 15-16 | 0.957 | 4.24 | 1.89 | 0.95 |
| 16-17 | 0.879 | 8.88 | 3.24 | 0.95 |
| 17-18 | 0.736 | 17.07 | 3.45 | 0.92 |
| 18-19 | 0.904 | 6.40 | 1.55 | 0.95 |
| 19-20 | 0.877 | 8.89 | 2.20 | 0.91 |

Tabla VII

| H | α | β | E | ρ |
|-------|----------|---------|------|--------|
| 8-9 | 1.018 | -2.02 | 2.60 | 0.98 |
| 9-10 | 0.875 | 9.38 | 1.44 | 0.96 |
| 10-11 | 1.024 | -1.72 | 3.34 | 0.95 |
| 11-12 | 0.867 | 8.78 | 2.47 | 0.94 |
| 12-13 | 0.784 | 13.23 | 2.58 | 0.88 |
| 13-14 | 0.793 | 13.37 | 1.74 | 0.94 |
| 14-15 | 0.906 | 6.76 | 1.45 | 0.95 |
| 15-16 | 0.946 | 4.87 | 1.67 | 0.94 |
| 16-17 | 0.890 | 8.10 | 2.73 | 0.95 |
| 17-18 | 0.743 | 16.39 | 2.87 | 0.93 |
| 18-19 | 0.906 | 5.93 | 1.22 | 0.96 |
| 19-20 | 0.924 | 5.42 | 1.68 | 0.93 |

3.4.- Nivel L_{50}

Para la mediana de la distribución se ha aplicado la expresión:

$$L_{50} = \alpha (H) \times L_{50} (H) + \beta (H) \quad (5)$$

Los coeficientes obtenidos se encuentran en la TABLA VI, y su representación en la FIGURA 5.

Al igual que ocurre en los casos anteriores el valor de ϵ es bastante inferior al encontrado mediante la expresión (1), mientras que los valores del coeficiente de correlación son similares a pesar de haber sido calculado con menor número de valores.

Comparando la expresión (5) con la (1) se obtiene según las TABLAS I y VI lo siguiente:

- Teórico 1.1 $L_{50} = 66.31$
- Teórico 2.1 $L_{50} = 64.54$
- Teórico 3.1 $L_{50} = 67.03$
- Teórico 1.5 $L_{50} = 66.15$
- Teórico 2.5 $L_{50} = 64.26$
- Teórico 3.5 $L_{50} = 66.77$

El valor medio obtenido de los tres valores de la expresión (5) es 65.7 bastante próximo al experimental 65.5 dB (A), en comparación con el obtenido mediante la expresión (1) que fue de 66 dB (A).

3.5.- Nivel Medio

Para el nivel medio también se ha aplicado una expresión del tipo:

$$LMEDIO = \alpha (H) \times L_{med} (H) + \beta (H) \quad (6)$$

Mostrándose los coeficientes en la TABLA VII, y su representación en la FIGURA 6.

Comparando la expresión (6) con la (1) se obtiene según las TABLAS I y VII lo siguiente:

- Teórico 1.1 $LMEDIO = 66.7$
- Teórico 2.1 $LMEDIO = 65.3$
- Teórico 3.1 $LMEDIO = 67.7$
- Teórico 1.6 $LMEDIO = 66.3$
- Teórico 2.6 $LMEDIO = 64.9$
- Teórico 3.6 $LMEDIO = 67.0$

El valor medio de los tres valores obtenidos de la expresión (6) es 66.1 algo más próximo al experimental 65.9 si se compara con el obtenido mediante la expresión (1) (65.6 dB (A)).

4.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Para la determinación de los parámetros acústicos a lo largo del día, o bien se obtenían medidas a lo largo del día en una estación, o bien se obtenían en diferentes estaciones próximas

situadas en la zona, obteniendo el valor medio, consiguiendo de esta forma un valor más representativo.

Cuando la principal fuente de ruido sea el tráfico rodado, el nivel sonoro que se obtendrá será función, entre otras variables, de la intensidad y composición del tráfico circulante por el punto de medida, siendo éste variable a lo largo del día, pero dicha variación es similar en todas las estaciones debido fundamentalmente a los diferentes hábitos y necesidades comunitarias. En base de este criterio, se ha obtenido una serie de relaciones entre los niveles medidos en una hora concreta, y los niveles previstos que se emitirán a lo largo del día en el intervalo comprendido entre las 8 y las 20 horas. Los parámetros analizados han sido, el L_{medio} , L_{50} , L_{10} , L_{90} ... y el LEQ , obteniéndose expresiones suficientemente fiables, según los datos medidos en el término municipal mencionado.

La utilización de las diferentes expresiones particulares para cada uno de los distintos niveles estadísticos, a las medidas parciales en las diferentes estaciones de la zona permitirán acotar más

exactamente el nivel diario, siendo por lo tanto ventajoso utilizar para cada parámetro la expresión correspondiente.

Del mismo modo, para una tolerancia de ≤ 1 dB (A) bastará con obtener las medidas en una estación durante tres horas del día, obtener los valores teóricos y a continuación determinar el valor medio de los tres obtenidos. Si además se conocen los niveles estadísticos la aproximación puede ser aún más amplia.

La gran ventaja que aporta esta forma de actuar es que se pueden obtener medidas en 4 estaciones próximas, dedicando tres horas a cada una, y así determinar con una cierta aproximación los niveles que hay en dicho punto.

Mediante este procedimiento no se obtendrá los niveles sonoros con total exactitud, pero hay que tener en cuenta que aunque se estuviese midiendo en un estación durante todo el día tampoco sería éste el nivel de ruido representativo de la estación debido a que ésta será variable con el día de la semana, del mes, de año, etc..., sin contar con otros factores que pudieran tener aún mayor influencia.

REFERENCIAS

- (1) Sanchis Sabater, A.; "Proyecto de Ordenanza sobre Emisión Acústica en el Término Municipal de Mislata. Determinación de los Niveles de Ruido Emitido". Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia. 1986.
- (2) Sanchis, A., Solana, P., Navarro, D., Gaja E.; "Determinación de parámetros para la evaluación y control del impacto del ruido ambiental". Revista de Acústica. Pendiente de publicación.