

## EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL RUIDO EXTERIOR DEL HOSPITAL JUAN RAMÓN JIMÉNEZ (HUELVA)

T. Romo S., J.C. Fortes Garrido<sup>1</sup>, R. Sánchez-Sánchez<sup>2</sup>, J.P. Bolivar Raya<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento Ingeniería Minera Mecánica y Energética, Universidad de Huelva, Huelva, España  
{[jcfortes@uhu.es](mailto:jcfortes@uhu.es)}

<sup>2</sup> Departamento Ingeniería Minera Mecánica y Energética, Research Centre of Natural Resources, Health and the Environment (RENSMA), Universidad de Huelva, Huelva, España {[rafael.sanchez@dimme.uhu.es](mailto:rafael.sanchez@dimme.uhu.es)}

<sup>3</sup> Integrated Sciences Department, Research Centre of Natural Resources, Health and the Environment (RENSMA), University of Huelva, Huelva, Spain. {[bolivar@uhu.es](mailto:bolivar@uhu.es)}

### Resumen

Los hospitales son establecimientos donde se vela por la salud y el bienestar de los pacientes enfermos. Sin embargo, muchos de ellos están situados muy cerca de núcleos urbanos, por lo que suelen estar expuestos a altos niveles de ruido. El Hospital Juan Ramón Jiménez (HJRJ) de Huelva, está situado frente a la autovía (H-30) con alta densidad de tráfico, y se planteó el objetivo de evaluar y caracterizar los niveles de ruido exterior recibidos en esta área hospitalaria y se realizaron medidas de ruido en exteriores. Se evidencia que el nivel equivalente día-tarde-noche, supera en hasta 10 dBA los valores de referencia recomendados por organismos nacionales e internacionales. También se ha demostrado que la principal fuente de ruido es el tráfico rodado de la Autovía H-30, además del tráfico en los propios aparcamientos interiores, por lo que, es necesario mejorar la situación acústica del hospital, basada en intervenciones con respecto a las principales fuentes de ruido y la ubicación, dentro del HJRJ, de las áreas más sensibles.

**Palabras-chave:** ruido ambiental; calidad acústica; hospital; tráfico rodado; plan de mejora.

### Abstract

Hospitals are establishments where the health and well-being of sick patients is ensured. However, many of them are located quite close to urban centers, so they are usually exposed to high levels of noise. The Juan Ramón Jiménez Hospital (HJRJ) in Huelva, is located in front of the highway (H-30) with high traffic density. Therefore, the objective of evaluating and characterizing the levels of external noise received in this hospital area was raised. For this, noise measurements were carried out outdoors, proving that the equivalent day-afternoon-night level exceeds the recommended reference values by national and international organizations by up to 10 dBA. It has also been shown that the main source of noise is the traffic on the H-30 motorway, in addition to the traffic in the interior car parks themselves. Therefore, it is necessary to improve the acoustic situation of the hospital, based on interventions regarding the main sources of noise and the location, within the HJRJ, of the most sensitive areas.

**Keywords:** Ambient noise; acoustic quality; hospital; road traffic; improvement plan

**PACS no. 43-50.Lj, 43-50.Rq, 43-50.Sr, 43-58.Fm**

## 1 Introducción

En las últimas cuatro décadas, la preocupación por la contaminación acústica y sus efectos ha ido en aumento [1]. En este sentido, cada vez se han realizado más estudios e investigaciones sobre sus efectos y cómo evitarlos. Es bien sabido que la exposición constante al ruido tiene efectos muy variados en la salud de las personas [2], tales como trastornos del sueño [3], molestias [4], efectos cardiovasculares [5], problemas de aprendizaje [6] o cardiopatía isquémica por hipertensión [7], entre otros.

Muchos estudios han demostrado que la contaminación acústica en los hospitales causa problemas físico-psicológicos y sociales; es decir, estrés, aumento de la incidencia de la rehospitalización, estancias hospitalarias prolongadas y aumento de la dosis de analgésicos [8], respuesta cardiovascular, problemas de inteligibilidad del habla, irritabilidad [9]), aumento de la secreción de ácido gástrico y del flujo sanguíneo de la mucosa [10], aumento de la cicatrización de las heridas [11] trastornos del sueño [12].

A pesar de la evidencia de los altos niveles de ruido y los efectos que éstos tienen en los trabajadores y pacientes de los hospitales, los estudios muestran que los niveles de ruido en exteriores de los hospitales han tendido a aumentar en las últimas décadas durante el día y la noche. Las implicaciones de estos resultados son importantes para los pacientes, los visitantes y el personal del hospital [13]. Por añadidura, los avances tecnológicos en medicina han dado lugar a niveles potencialmente dañinos de presión acústica y a ubicaciones urbanas inadecuadas para algunos hospitales [14].

En relación con la normativa española, el Real Decreto 1367/2007 [15], de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37, 2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, establece que el valor guía recomendado para ruido exterior en zonas hospitalarias es de 60 dBA por el día (desde las 7:00 horas hasta las 23:00 horas), y de 50 dBA por la noche (desde las 23:00 horas hasta las 7:00 horas).

Por otra parte, la USEPA (United States Environmental Protection Agency) ha establecido un valor de 55 dBA para los niveles de ruido día-noche en entornos de exteriores hospitalarios [16] y, la OMS ha establecido que 50 dBA puede considerarse una molestia moderada durante el día y la noche en las zonas al aire libre; si los valores medidos superan los 55 dBA, se generan molestias graves, siendo esta recomendación 5 dBA inferior a la vigente legalmente en España.

Las principales fuentes de ruido en los hospitales proceden del exterior, normalmente del tráfico rodado (coches, ambulancias), o equipos industriales (torres de refrigeración, centrales térmicas de energía, etc.). Las instalaciones externas del hospital son también una fuente de ruido (calefacción y aire acondicionado, conductos de ventilación, alarmas, etc) [17]. Incluso en la Conferencia Ministerial de la OMS celebrada en Parma en marzo de 2010 [18], se reconoció que el ruido del tráfico rodado ocupa el segundo lugar entre los factores de estrés medioambientales seleccionados y evaluados, en términos de su impacto sobre la salud pública.

La emisión del ruido del tráfico rodado se origina por el paso múltiple de vehículos, con predominio de frecuencias bajas (ruido de motores) y medias en torno a 1 kHz (rodadura). Se puede distinguir entre tráfico por carretera (mayor velocidad, con predominio del ruido de rodadura) y tráfico urbano (menor velocidad, con predominio del ruido del motor). La emisión sonora puede depender de varios factores del tráfico como son; la intensidad, la proporción de vehículos, la velocidad y la relación entre el flujo y la intensidad. También depende de factores de la vía como son; pendiente ascendente, asfalto mojado, irregularidades, estado de conservación y baja capacidad sonorreductora del pavimento [19 y 20].

Muchos estudios han realizado mediciones del ruido en hospitales y, desafortunadamente, la mayoría han demostrado que sus niveles están por encima de los valores recomendados [21, 22 y 23], como son los 55 dBA de la USEPA, o los 60 dBA (día) y 50 dBA (noche) establecidos por la UE en su Directiva sobre ruido [24 y 25].

Y con relación al estudio que se muestra en este trabajo, el hospital mayor de la ciudad de Huelva, Hospital Juan Ramón Jiménez (HJRJ) [26], cuenta con una ubicación potencialmente muy problemática en relación con el ruido ambiental que soporta en su zona exterior hospitalaria. La Autovía H-30 de Circunvalación de Huelva pasa de forma paralela a la fachada principal del hospital, a menos de 100 m, soportando un alto flujo de vehículos y una velocidad media relativamente alta (mayor que 70 km/h).

Teniendo en cuenta la problemática analizada anteriormente, el objetivo central de esta investigación ha sido desarrollar una caracterización del ruido en exteriores del ruido del área hospitalaria Juan Ramón Jiménez, así como, de su afección acústica.

## 2 Materiales y metodología

### 2.1 Área de estudio

En la Figura 1 se muestra una vista aérea del recinto hospitalario del HJRJ, donde se pueden observar los diferentes puntos de muestreo que se plantearon para realizar las medidas de larga duración (color rojo). También aparecen las medidas de corta duración en dos zonas perpendiculares a la carretera Ronda de Circunvalación Norte (color azul). A su vez, también aparecen los linderos más importantes.

El Hospital Juan Ramón Jiménez, que atiende a la población del núcleo urbano de Huelva y otras localidades cercanas (Junta de Andalucía, 2017), presta servicios sanitarios a esta provincia desde el año 1992 (el área de urgencias inició su actividad en diciembre de 1991), con una estructura arquitectónica de nueva creación (sustituyó al antiguo hospital Manuel Lois), y una dotación adecuada al servicio previsto [27].

Este hospital, situado junto a la Ronda Norte de Huelva, tiene forma rectangular, con una dimensión longitudinal mayor de unos 450 m y una transversal de 210 m. La superficie es de 91174 m<sup>2</sup>, que incluye toda el área hospitalaria, construida o no.

Sus linderos son:

- Norte: Ronda de Circunvalación Norte.
- Oeste: Avenida de las Flores.
- Sur y Este: Espacios sin urbanizar donde se encuentran actualmente los aparcamientos.

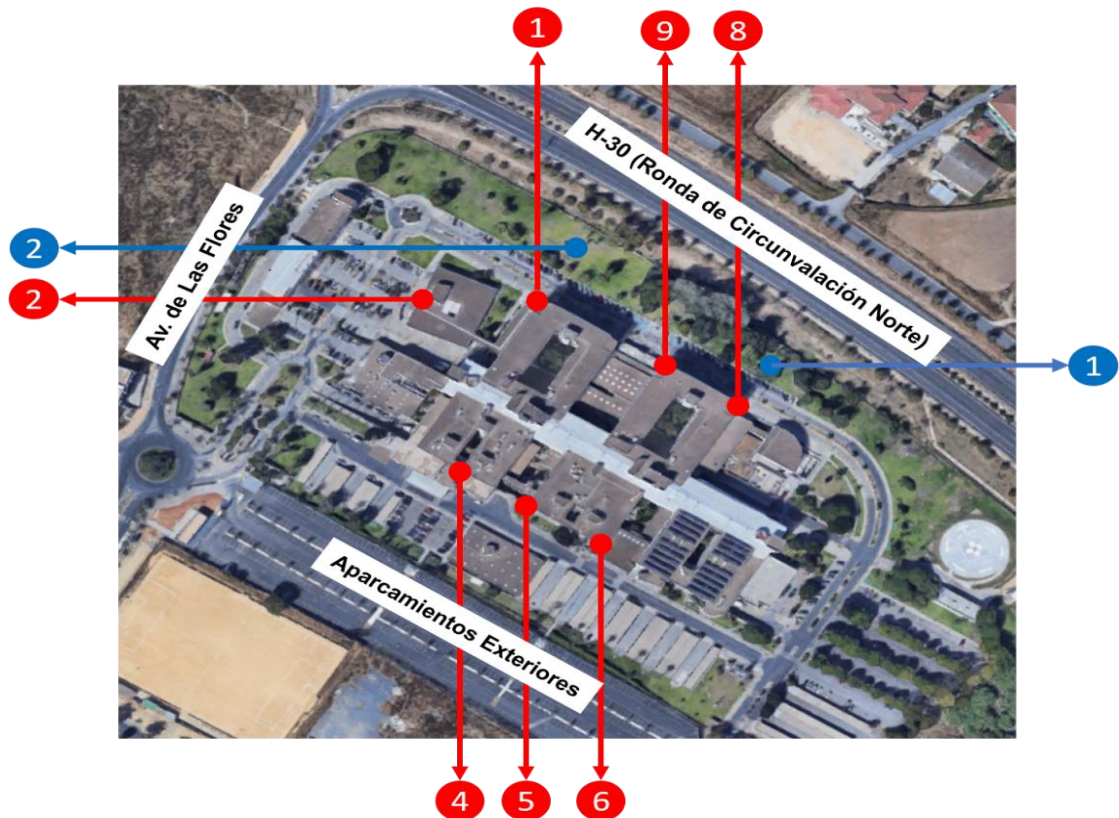


Figura 1. Vista aérea del recinto hospitalario con puntos de muestreo para medidas de larga duración (color rojo), medidas de corta duración (color azul), y sus linderos.

La superficie total construida del edificio principal y de sus edificios de almacenes e instalaciones como uso Dotacional Sanitario definido es de 76.393 m<sup>2</sup>. De este total, casi 16.000 m<sup>2</sup> son edificación bajo rasante y 14.000 m<sup>2</sup> son edificios exteriores de instalaciones de Centrales de Producción. Tiene 5 plantas.

Por último, teniendo en cuenta que los alrededores cuentan con aparcamientos y una carretera en la zona norte es importante destacar que el hospital está equipado con un helipuerto en la zona este, una depuradora en la zona este, y una Central Térmica en la zona oeste. Todas ellas fuentes de ruido, pero la que más destaca es la Autovía H-30 (Ronda de Circunvalación Norte).

## 2.2 Muestras

En la Figura 1 se muestran los 7 puntos donde se realizaron las medidas de larga duración, de los cuales hay cuatro puntos en la fachada principal (puntos 1, 2, 8 y 9), y tres puntos en la fachada posterior (puntos 4, 5 y 6), con objeto de cubrir todo el perímetro del hospital. Los sonómetros se ubicaron en balcones de la primera planta del hospital, sobresaliendo aproximadamente un metro de la fachada para evitar potenciales reverberaciones y reflexiones en las paredes. Debido a que los resultados de los sonómetros de cada fachada (principal y trasera), fueron muy similares, en este trabajo solo analizaremos los resultados obtenidos en el punto 8 (representativo de la fachada principal), y el punto 4 (representativo de la fachada posterior); ver Figura 1.

Las medidas de larga duración se realizaron a lo largo de una semana, con objeto de caracterizar el ruido tanto en días laborables como en días no laborables (efecto fin de semana).

Para la realización de medidas se utilizaron diferentes equipos o instrumentos, entre otros los siguientes:

- Sonómetro integrador de precisión, marca RION, modelo NL-31.
- Calibrador acústico de marca RION, modelo NC-74.
- Trípode.
- GPS.
- Tarjetas de memoria.
- Lector de tarjeta.
- Cámara fotográfica.
- Ordenador portátil.
- Distintos cables e interfaces.
- Tubos de PVC de protección para sonómetros.

### 3 Resultados y discusión

#### 3.1 Fachada principal (punto 8)

En la Figura 2 se ha representado la huella acústica semanal, LAeq,1h frente al tiempo, desde el viernes 9 de noviembre hasta el viernes 16 de noviembre de 2019, (360 medidas individuales) del punto 8.

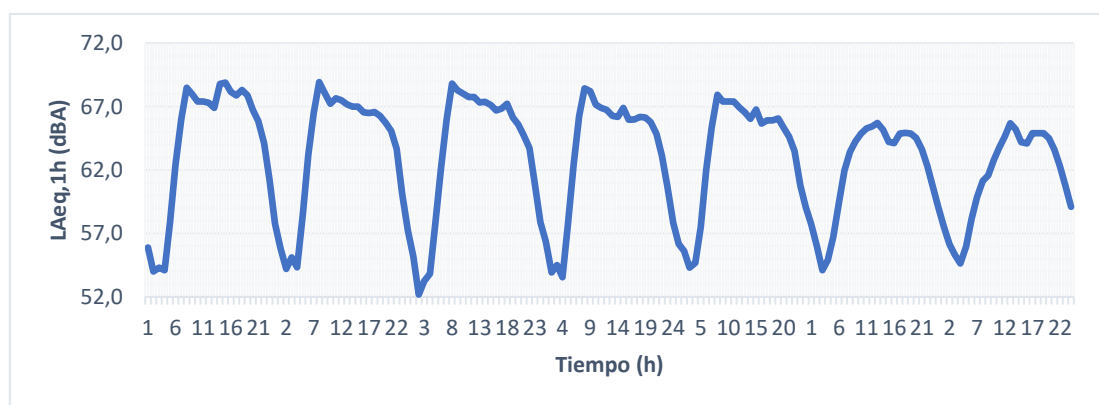


Figura 2. LAeq,1h. en el punto 8 durante una semana

En la figura 2, se observa que el máximo absoluto los días laborables se obtiene sobre las 8:00 horas de la mañana (unos 68.5 dBA), lo cual se justificaría por la entrada de turno de mañana de los trabajadores del hospital. Pero también cabe destacar que hay otra fuente de ruido muy importante, la carretera frontal de alto flujo, que es la circunvalación de Huelva, ya que a esa misma hora alcanza el máximo de ruido por el desplazamiento de la población a sus respectivos trabajos. Se observa también otro pico relativo a las 15:00 horas de la tarde, aunque menos importante que el anterior, con un nivel sonoro de unos 67.4 dBA, lo que podría indicar la salida de los trabajadores de turno de mañana, y la entrada de los de turno de tarde. Decir también que los picos más bajos en los días laborables tiene lugar a las 2:00 y 4:00 horas de la madrugada con un nivel sonoro de 54.1 dBA, lo cual es un nivel alto para ser madrugada, que estaría ocasionado por el tráfico en los alrededores del hospital de trabajadores que tienen turno de noche, al igual que el tráfico de la Ronda de Circunvalación Norte, ya que es una carretera muy frecuentada por vehículos de todo tipo, y por la noche especialmente pueden pasar camiones de limpieza, de basura o, de transporte de mercancías que se pueden dirigir hacia la carretera de Gibraleón en dirección a Portugal o hacia otros lugares.

El patrón de ruido obtenido para el fin de semana es totalmente diferente al de los días laborables. En primer lugar, se observa que el mínimo nocturno es más pronunciado, dándose a las 3:00 horas con un valor de 54.7 dBA, es decir 0.6 dBA mayor que los días laborables, ello indica que en las madrugadas de los fines de semana hay más actividad nocturna que en los laborables. Después el nivel de ruido crece de forma muy lineal hasta las 8:00 horas, donde no se produce un máximo absoluto como en los días laborables, sino solo un cambio de pendiente, o sea, el ritmo de crecimiento disminuye hasta alcanzar al máximo absoluto del día a las 13:00 horas (65.7 dBA). Esto se puede explicar, porque en los fines de semana disminuyen en el hospital las actividades programadas, e igualmente en el resto de población, lo que hace que disminuya el tráfico en la autovía y en el recinto hospitalario. El máximo de las 13:00 horas se correspondería con hora de las visitas, y hora de más actividad de la población durante los fines de semana. A partir de este momento vuelve a disminuir hasta alcanzar un mínimo relativo a las 16:00 horas (64.1 dBA), que se corresponde por el descanso de la mayoría de la población que se encuentra en sus hogares disminuyendo así el tráfico de las respectivas carreteras. Luego, se percibe una subida hasta las 17:00 horas (64.9 dBA). Desde las 17:00 horas hasta las 19:00 horas permanece constante. Después de esa constante, a partir de las 19:00 horas comienza a disminuir el ruido de forma progresiva hasta alcanzar el mínimo nocturno.

A continuación, se van a analizar los índices estadísticos más relevantes, tales como los percentiles L10, L50 (mediana) y L90 (Figura 3). Estos percentiles se han calculado con los valores del nivel continuo equivalente de cada 10 s. Otro índice importante, es el denominado clima de ruido, o clima sonoro (NC). Este índice se define como “el intervalo de niveles sonoros registrados durante el 80% del tiempo total de medida entre L10 y L90 (L10 - L90). Diversos estudios han demostrado que L10 suele representar la media de los picos de ruido, y el L90 la media de los mínimos relativos, o “fondo de ruido”. También se procede a calcular el índice de contaminación acústica (NP), que se define como “el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona” y, se calcula de la siguiente manera:

$$NP = L50 + (L10 - L90)^2 / 60 \quad [28]$$

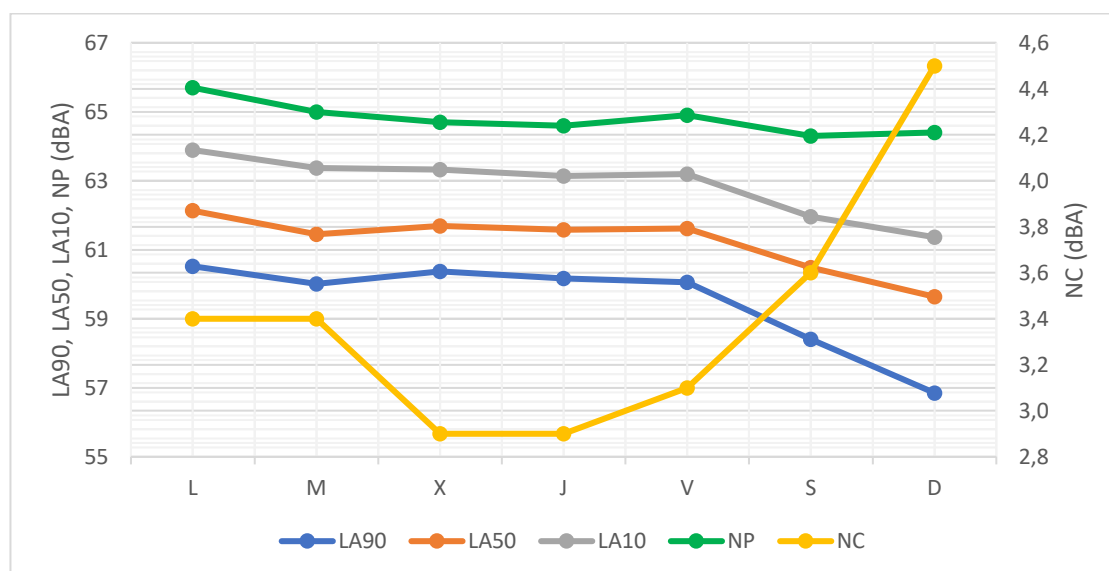


Figura 3. Punto 8: Evolución semanal de los índices LA90, LA50, LA10, NP y NC.

En la Figura 3 se pueden ver tres zonas. En LA10, el máximo absoluto se alcanza el lunes (63.8 dBA), de martes a viernes permanece prácticamente constante con unos 63 dBA, y finalmente en el fin de

semana se observa que disminuye progresivamente hasta alcanzar los 61.3 dBA del domingo (mínimo absoluto). En LA50 y LA90 ocurre lo mismo, el máximo absoluto tiene lugar el lunes con 62.1 y 60.5 dBA, de martes a viernes permanece constante con unos 61.5 y 60 dBA, y en el fin de semana disminuye hasta alcanzar el mínimo absoluto con 59.6 y 56.8 dBA del domingo.

Con los datos obtenidos del NC, se puede apreciar que en el fin de semana aumenta, siendo el máximo el domingo, al existir mayor divergencia entre los eventos más sonoros y el ruido de fondo. Con respecto al NP, se percibe que en todos los días se supera el nivel de los 64 dBA, siendo el máximo en un día laborable, concretamente el lunes con 65.7 dBA.

### 3.2 Fachada posterior (punto 4)

En la siguiente Figura 4 se ha representado la monitorización semanal, indicando el LAeq,1h frente a la hora del día, desde el miércoles 28 de noviembre hasta el miércoles 5 de diciembre de 2019. El nivel equivalente se calculó de la misma manera desde media hora antes hasta media hora después del momento representado. Así, el LAeq,1h representa el nivel equivalente de todas las medidas directas de 10 s realizadas durante un intervalo de 1 h determinado. Por ejemplo, el Leq,1h (3 h) es el nivel equivalente entre las 2:30 y 3:30 h de la madrugada de un determinado día.

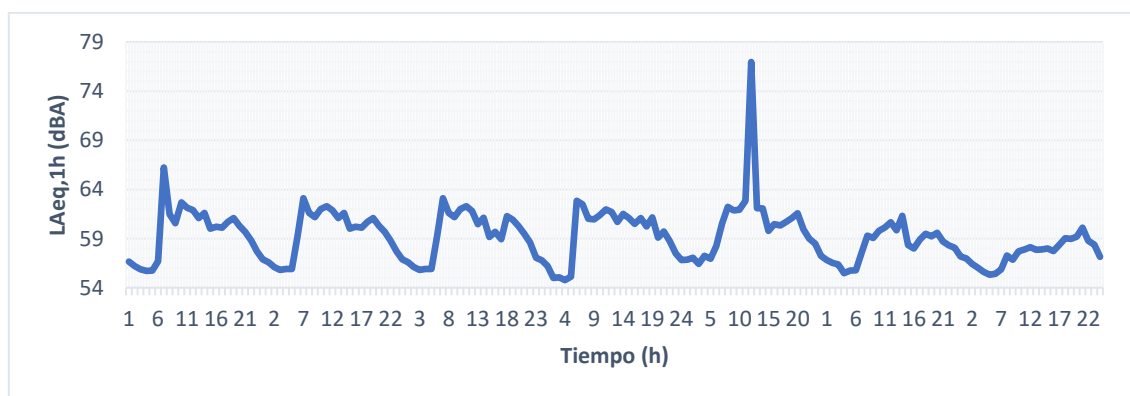


Figura 4. Punto 4: Huella sonora global LAeq,1h: a) de un día laborable y b) del fin de semana.

Del análisis de la Figura 4, lo primero que se observa es que el LAeq,1h varía entre los 55 y 63 dBA aproximadamente en días laborables, aunque hay excepciones en dos días de la semana, en el lunes y viernes alcanzándose los 66 y 76 dBA. Estas excepciones son normales ya que este punto es muy variable porque se encuentra en la zona de urgencias, y cualquier ambulancia o automóvil que tenga sirena como la policía puede generar este tipo de subidas bruscas puntuales de ruido en ciertas horas del día. Por lo que el pico más representativo del viernes a las 12:00 horas puede ser debido a un evento sonoro de ese tipo, ya que se comprobó en la base de datos original que duró unos 4 minutos. Durante los fines de semana el ruido varía entre los 55 y 61 dBA. Es decir, que tienen unos valores acústicos que podrán definir a este punto como ruidoso, ya que la OMS recomienda niveles inferiores a 50 dBA para exteriores durante el día y la noche, y si se supera puede generar molestias moderadas, incluso molestias graves si se supera los 55 dBA como ocurre en este punto [29].

En el diagrama de frecuencias de los días laborables, se distinguen claramente dos máximos relativos, el primero de ellos en los 57 dBA, y el segundo en los 61 dBA. Ello viene a indicar que se superponen dos distribuciones de frecuencias correspondientes a dos poblaciones de datos diferentes. Una primera distribución corresponde a eventos de nivel de ruido más bajos (entre los 54 y 58 dBA, máximo en 57 dBA), que se correspondería con el ruido generado por el personal que trabaja en el hospital, y

también por los propios pacientes que van por alguna urgencia. La segunda distribución (entre los 58 y 67 dBA, máximo en 61 dBA), se debería fundamentalmente al tráfico de la carretera que rodea al hospital y al aparcamiento.

En el diagrama de frecuencias del fin de semana, se distinguen dos máximos relativos. Uno se corresponde con el ruido generado por el tráfico de la carretera que rodea al hospital (entre los 54 y 59 dBA, máximo en 57 dBA), y otro con el ruido generado por los trabajadores y los propios pacientes (entre los 59 y 65 dBA, máximo en 60dBA). En este punto también se ve que las funciones de distribución no son simétricas, como ocurre en otros estudios [1].

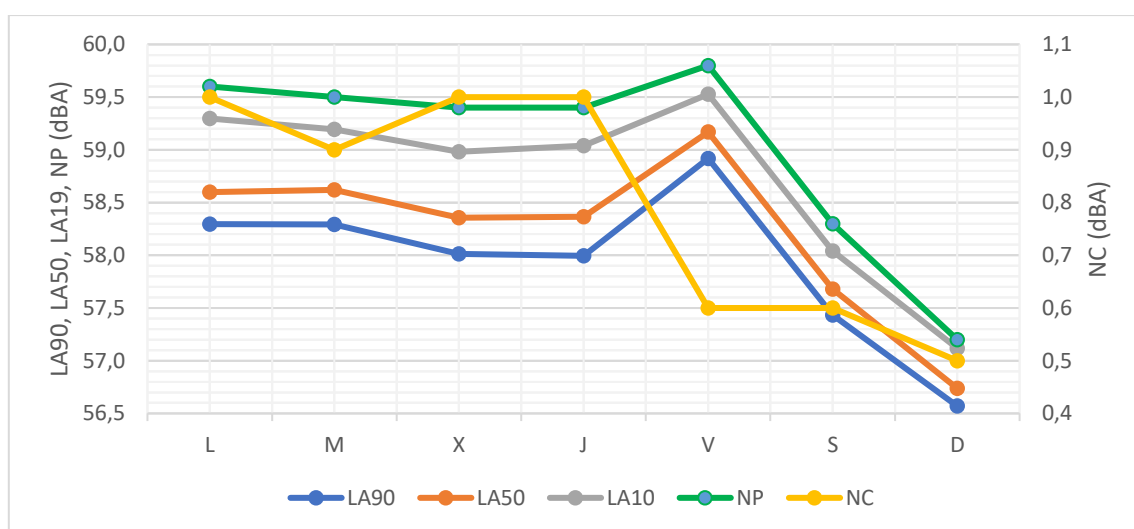


Figura 5. Punto 4: Evolución semanal de los índices LA90, LA50, LA10, NP y NC.

Del análisis de los índices acústicos se desprende que el LA10 disminuye de lunes a miércoles (de 59.2 a 58.9 dBA), a partir del miércoles aumenta hasta el viernes que se alcanza el máximo absoluto (59.5 dBA), y finalmente a partir del viernes comienza a descender progresivamente hasta el domingo que se alcanza el mínimo absoluto (57.1 dBA). En el LA50 (mediana), se observa que de lunes a martes permanece prácticamente constante en unos 58.6 dBA, de martes a miércoles disminuye (de 58.6 a 58.3 dBA), de miércoles a jueves permanece constante (58.3 dBA), de jueves a viernes aumenta hasta alcanzar el máximo absoluto (59.1 dBA), y finalmente disminuye hasta el domingo (mínimo absoluto con unos 56.7 dBA). Por último, en el LA90, de lunes a martes permanece constante en unos 58.2 dBA, de martes a miércoles disminuye (de 58.2 a 58 dBA), de miércoles a jueves permanece constante (57.9 dBA), de jueves a viernes aumenta hasta alcanzar el máximo absoluto (58.9 dBA) y, por último, disminuye progresivamente hasta llegar al mínimo absoluto del domingo (56.5 dBA).

Con respecto al NC, vemos que tiende a disminuir en el fin de semana, y que en tres días laborables es más representativo, concretamente en el lunes, miércoles y jueves. En el NP, se puede apreciar que en todos los días se supera el valor de los 57 dBA, siendo el máximo el viernes con 59.8 dBA, motivo del pico que se alcanzó ese mismo viernes a las 12:00 horas.

## 4 Conclusión

Las conclusiones obtenidas en este estudio son las siguientes:



1. El patrón semanal de ruido permite distinguir entre días laborables y días festivos, lo que habitualmente se denomina “efecto fin de semana” [30].
2. El  $L_{den}$  del fin de semana es unos 2 dBA inferior al de los días laborables.
3. Las medidas de larga duración permiten clasificar el área del HJRJ en dos zonas: Fachada anterior (Zona A) y fachada posterior (Zona B).
  - a. Fachada anterior frente a la H-30: niveles de ruido más altos en torno a un  $L_{den} = 69$  dBA (unos 10 dBA mayores que los valores guía).
  - b. Fachada posterior, frente al aparcamiento: niveles intermedios de ruido con  $L_{den} = 67$  dBA.
4. En la zona A, el máximo de ruido en un día laboral se produce en torno a las 8:00 horas ya que, hay un mayor tráfico en la Autovía H-30 y, también se produce la llegada de la mayoría del personal del hospital. Sin embargo, en el fin de semana el máximo de ruido se alcanza a las 14:00 horas.
5. En la zona B se percibe que los valores acústicos son muy variables según el día y, no siguen un patrón continuo ya que, depende de la cantidad de personas que haya en el momento, del tráfico mayoritariamente de los pacientes, es decir, del movimiento que haya en la zona de urgencias y consultas externas según el día y los casos que haya.
6. Las directrices nacionales específicas se superan (60 dBA por el día y de 50 dBA por la noche, o sea,  $L_{den} = 60$  dBA), según Real Decreto 1367/2007. Las referencias internacionales también se superan; 55 dBA en 24 horas que nombra la USEPA, y los 50 y 55 dBA por el día y la noche que nombra la OMS [29]. Por tanto, los valores obtenidos mediante las mediciones muestran que la situación del hospital debe ser mejorada.
7. El estudio estadístico del ruido a través de los percentiles ratifica el efecto fin de semana en la zona hospitalaria del Juan Ramón Jiménez.
8. Como conclusión general, resaltar que el impacto sonoro en este hospital procede principalmente al tráfico rodado de la Autovía H-30 (Ronda de Circunvalación Norte), y las vías interiores del recinto hospitalario.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a los profesionales del Hospital Juan Ramón Jiménez, por facilitarnos el acceso a las distintas dependencias del centro para la colocación de los equipos de medición.

### **Bibliografía**

[1] Sánchez-Sánchez R. (2015) Evaluación y caracterización de la contaminación acústica en un núcleo urbano de tipo turístico costero (El Portil, Huelva). Universidad de Huelva 234.

- [2] Montes-González D; Vélchez-Gómez R; Barrigón-Morillas JM; Atanasio-Moraga P; Rey-Gozaló G; y Trujillo-Carmona J. (2018) Noise and Air Pollution Related to Health in Urban Environments. *Proceedings* 2, 1311.
- [3] Muzet A. (2007) Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews* 11, 135-142.
- [4] Miedema HM; y Oudshoorn CG. (2001) Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environment Health Perspectives* 109, 409-416.
- [5] Babisch W., Beule B., Schust M., Kersten N; y Ising H. (2005) Traffic Noise and Risk of Myocardial Infarction. *Epidemiology* 16, 33-40.
- [6] Lercher P; Gary E; y Meis M. (2003) Ambient Noise and Cognitive Processes among Primary Schoolchildren. *Environment and Behavior* 35, 725-735.
- [7] Van-Kempen E; y Babisch W. (2012) The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *Journal of Hypertension* 30, 1075–1086.
- [8] Persson-Waye K. (2008) Relating the hospital sound environment to occupant psychological and physiological response. *The Journal of the Acoustical Society of America* 123, 3193.
- [9] Ulrich R. (2008) Effects of healthcare acoustics on medical outcomes. *The Journal of the Acoustical Society of America* 123, 3094.
- [10] Sonnenberg A; Donga M; Erckenbrecht JF; y Wienbeck M. (1984) The effect of mental stress induced by noise on gastric acid secretion and mucosal blood flow. *Scandinavian Journal of Gastroenterology Supplement* 89, 45-48.
- [11] Wysocki AB. (1996) The effect of intermittent noise exposure on Wound healing. *Advances in Skin & Wound Care* 9, 35-39.
- [12] C.A. Cmiel C.A., Karr D. M., Gasser D. M., Oliphant L.M., A.J. Neveau. Noise control: a nursing team's approach to sleep promotion. *Am. J. Nurs.*, 104 (2) (2004), pp. 40-48
- [13] Busch-Vishniac IJ; West JE; Barnhill C; Hunter T; Orellana D; y Chivukula R. (2005) Noise levels in Johns Hopkins hospital. *Journal of Acoustical Society of America*. 118, 3629–3645.
- [14] Zannin PHT, y Ferraz F. (2016) Assessment of Indoor and Outdoor Noise Pollution at a University Hospital Based on Acoustic Measurements and Noise Mapping. *Open Journal of Acoustics* 6, 71-85.
- [15] Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- [16] USEPA (United States Environmental Protection Agency). (1974) Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with Adequate Margin of Safety. EPA/ONAC 33.
- [17] Loupa G; Katikaridis A; Karali D; y Rapsomanikis S. (2019) Mapping the noise in a Greek general hospital. *Science Total Environment* 646, 923-929.

- [18] WHO (World Health Organization). (2010) Parma Declaration on Environment and Health. Parma: Fifth Ministerial Conference on Environment and Health "Protecting children's health in a changing environment" 2, 6.
- [19] Avilés R; y Perera R. (2017) Manual de acústica ambiental y arquitectónica. Madrid, España: Paraninfo Ediciones.
- [20] Rafael Sánchez Sánchez; Juan Carlos Fortes Garrido; Juan Pedro Bolivar Raya. (2018). Noise Monitoring Networks as Tools for Smart City Decision-Making. Archives of Acoustics. 43 - 1, pp. 103 - 112.
- [21] Al-samsam RH; y Cullen P. (2006) Sleep and adverse environmental factors in sedated mechanically ventilated pediatric intensive care patients. Pediatric Critical Care Medicine 6, 562–567.
- [22] Aitken R. (1982) Quantitative noise analysis in a modern hospital. Archives of Environmental Health 37, 361–364.
- [23] Soutar RL; y Wilson JA. (1986) Does hospital noise disturb patients? British Medical Journal (Clinical Research Edition) 292, 305.
- [24] Directiva 2002/49/CE, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [25] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- [26] Hospital Universitario Juan Ramón Jiménez. (2017) <http://ahjuanramonjimenez.es/>
- [27] Vallecillos-Segovia E; y Rodríguez-Jiménez E. (2009) Estudio de detalle sobre la parcela del hospital Juan Ramón Jiménez de Huelva. Planho Consultores S.L.P. 17.
- [28] Rajiv B. Hunashala, Yogesh B. Patil (2012). Assessment of Noise Pollution Indices in the City of Kolhapur, India. International Conference on Emerging Economies – Prospects and Challenges. ICEE 2012.
- [29] WHO (World Health Organization). (1999) Guidelines for Community Noise. Ginebra 141.
- [30] Rafael Sánchez Sánchez; Juan Carlos Fortes Garrido; Juan Pedro Bolivar Raya. (2019). Patterns to characterise the weekend effect on the environmental noise in coastal tourist towns. Applied Acoustics. 156, pp. 416 - 425. Elsevier