

MONITORIZACIÓN DE RUIDO DE LARGA DURACIÓN EN UN MAPA DE RUIDO DE OCIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN ZONAL

Simón Otegui, Laura¹; Ausejo Prieto, Miguel²; García Morales, Rubén³; Gondín Ramos, Mario⁴

^{1,2,3,4}EUROCONTROL, S.A.

¹{e-mail: laura.simon@eurocontrol.es}

²{e-mail: mausejo@eurocontrol.es}

³{e-mail: r.garcia.morales@eurocontrol.es}

⁴{e-mail: mgondin@eurocontrol.es}

Resumen

Se ha realizado un mapa de ruido de ocio nocturno con el objetivo de revisar y modificar la delimitación de la ZPAE existente en el barrio de “El Torreón”, en Ciudad Real. Para ello, se han realizado un total de 1.200 ensayos de corta duración, así como 24 puntos de monitorización de larga duración (al menos una semana completa).

Una vez recogidos los datos, se realizó un análisis exhaustivo de los mismos diferenciando entre los distintos periodos del día (día, tarde y noche) y entre días laborales y fines de semana, al observarse una gran diferencia entre los niveles sonoros existentes durante el periodo nocturno en días laborales y los niveles sonoros en el mismo periodo de los días de fin de semana. Mediante técnicas de interpolación por kriging se interpolaron los datos puntuales obtenidos mediante ensayos en campo, y se obtuvo el correspondiente mapa de isófonas para cada uno de los periodos horarios y diferenciando entre fines de semana y días laborales.

Palabras clave: plan zonal, monitorización, ocio, mapa de ruido.

Abstract

A leisure noise map has been developed in order to review and modify the delimitation of the existing ZPAE in the “El Torreón” neighborhood, in the city of Ciudad Real. To do that, a total of 1,200 short-term noise measurements were performed, as well as 24 long-term monitoring points (one week).

Once the data was collected, an exhaustive analysis of the same was carried out, differentiating between the different periods of the day (day, evening and night) and between working days and weekends. A notable difference was observed in most of the points between noise levels measured during the night period on weekdays and noise levels in the same period on weekend days. By kriging interpolation techniques, the specific data obtained through short-term and long-term measurements were interpolated, and the corresponding isophone map was obtained for each of the time periods evaluated, differentiating between weekends and workind days.

Keywords: noise action plan, monitoring, leisure, noise map.

PACS no. 43.50.R

1 Introducción

El ruido de ocio nocturno es uno de los focos de ruido que más molestias causa a la población y, a su vez, es uno de los focos de ruido no contemplados en los Mapas Estratégicos de Ruido establecidos en la Directiva 2002/49/CE [1].

No obstante, cada vez son más los Ayuntamientos interesados en conocer los niveles de ruido de ocio nocturno con el fin de poder delimitar Zonas de Protección Acústica Especial (ZPAE), así como aprobar los planes zonales específicos que contribuyan a una disminución de los niveles sonoros existentes en dichas zonas y al cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica que les sean de aplicación [2, 3, 4].

En este sentido, durante el año 2019, el Ayuntamiento de Ciudad Real procedió a la elaboración del Mapa de ruido de la ciudad y, junto con él, a la revisión y modificación de la zona ZPAE declarada previamente en septiembre de 2017, así como de su plan zonal, con el objetivo de evaluar la evolución de los niveles sonoros existentes en dicha zona.

Para ello se empleó una técnica mixta basada en ensayos realizados en campo (1.200 medidas de corta duración así como 20 puntos de monitorización de larga duración de, al menos, una semana completa) y de interpolación mediante Kriging empleando herramientas GIS [5].

2 Metodología

2.1 Inventario de locales de hostelería

En primer lugar, se procedió a realizar un inventario de los locales de hostelería presentes en la zona de estudio, distinguiendo entre los distintos tipos de actividad (café-teatro, disco-bar, discoteca, restaurante, bar, etc.) con el fin de hacer una primera aproximación a las zonas que, previsiblemente, presentarán unos niveles de ruido de ocio nocturno más elevados.

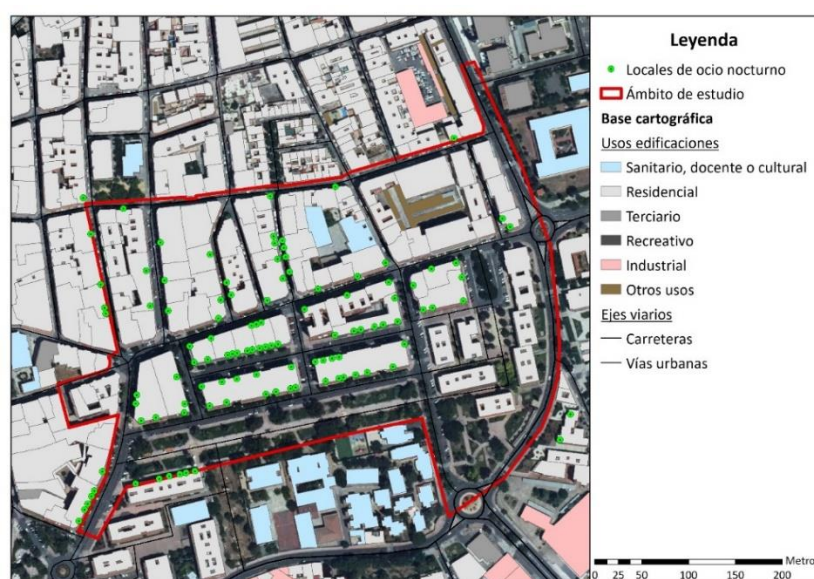


Ilustración 1. Mapa de ubicación de los locales de ocio nocturno presentes en la zona de estudio.

2.2 Ensayos de corta duración

Una vez identificados todos los locales de hostelería presentes en la zona de estudio se procedió a realizar una campaña de un total de 1.200 mediciones de ruido de corta duración en un total de 200 puntos distribuidos homogéneamente por el barrio de “El Torreón”, en los diferentes periodos de evaluación (día, tarde y noche) y en días laborables y de fin de semana.

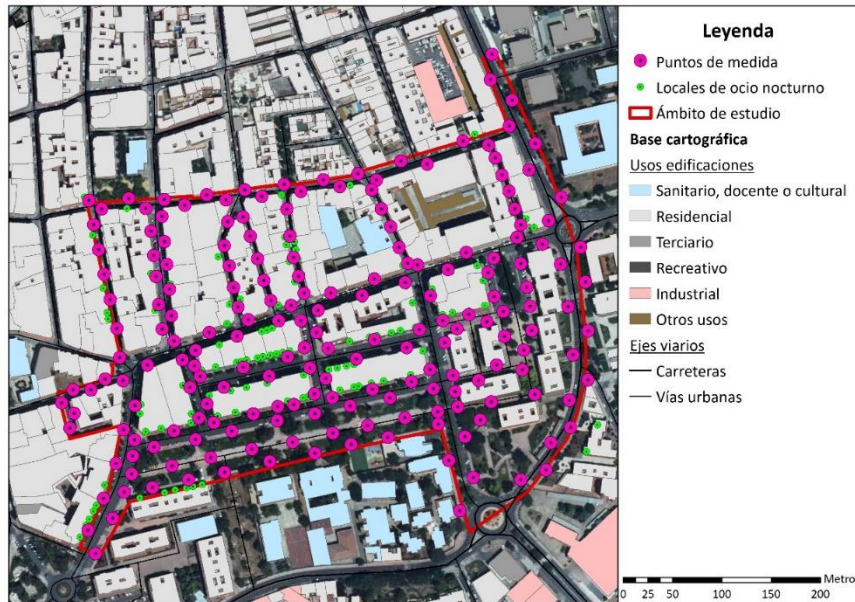


Ilustración 2. Mapa de ubicación de los puntos de medición de corta duración.

En esta primera campaña ya se observó que existía una gran diferencia entre el número de puntos en los que se detectó una superación de los OCA en periodo nocturno en los días laborables frente al número de puntos que superaban los OCA establecidos para el mismo periodo en las noches de los fines de semana.

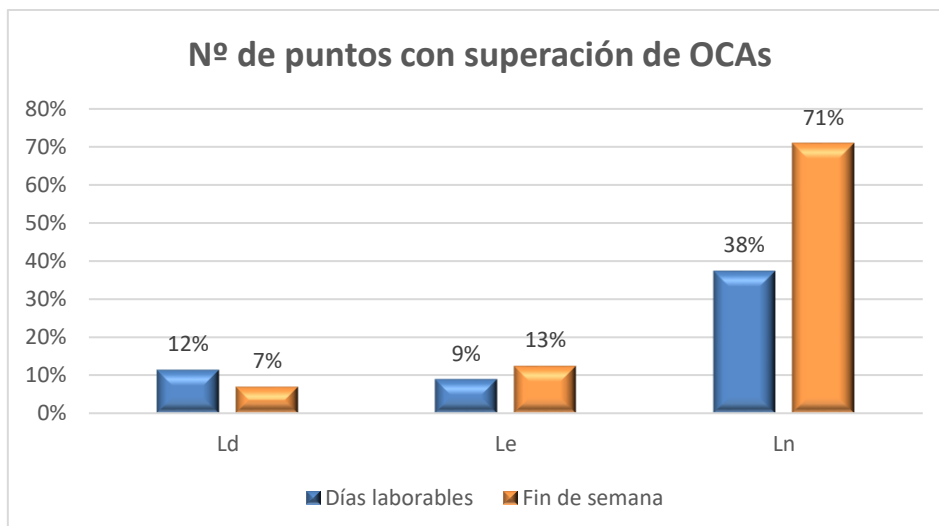


Figura 1. Comparativa LAeq (dBA).

2.3 Medidas de larga duración

Por otro lado, se realizaron un total de 24 mediciones de ruido de larga duración (al menos una semana) en puntos distribuidos homogéneamente por la zona de estudio, con el fin de obtener una caracterización en continuo de los niveles de ruido existentes en la zona, lo cual permite realizar un análisis mucho más exhaustivo.

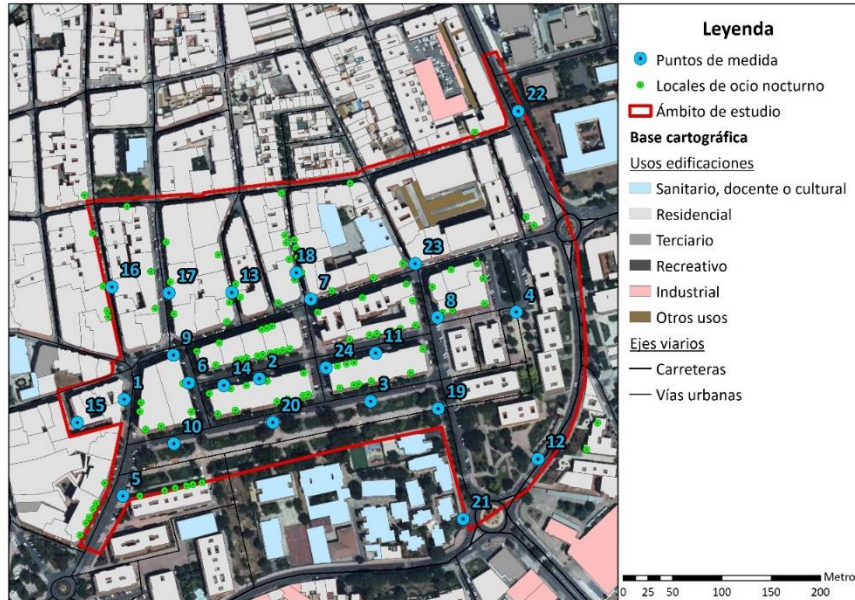


Ilustración 3. Mapa de ubicación de los puntos de medición de larga duración.

Una vez finalizada la monitorización en los 24 puntos, se realizó un análisis exhaustivo de los datos recogidos por los equipos, analizando para cada punto los siguientes indicadores:

- LAeq de cada periodo (día, tarde y noche) para cada día de la semana en los que el equipo estuvo monitorizando en continuo.

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
	17/09/2019	18/09/2019	19/09/2019	20/09/2019	21/09/2019	22/09/2019	23/09/2019	24/09/2019	25/09/2019
Ldia	60,6	58,3	59,0	59,6	59,7	61,8	58,9	58,8	57,9
Ltarde	59,9	59,4	59,2	60,7	62,1	58,9	59,3	58,6	---
Lnoche	51,6	54,3	62,4	65,2	65,4	53,7	51,6	52,4	---

Tabla 1. Niveles LAeq para cada periodo del día.

- LAeq horario para todo el tiempo que el equipo estuvo monitorizando en continuo.

	Martes 17/09/2019	Miércoles 18/09/2019	Jueves 19/09/2019	Viernes 20/09/2019	Sábado 21/09/2019	Domingo 22/09/2019	Lunes 23/09/2019	Martes 24/09/2019	Miércoles 25/09/2019
07:00 - 08:00	---	56,6	56,2	60,4	54,7	53,4	56,0	55,9	55,4
08:00 - 09:00	---	58,7	59,3	59,4	55,4	57,2	60,1	59,3	59,4
09:00 - 10:00	---	58,4	58,8	60,4	58,1	71,1	58,7	59,9	58,2
10:00 - 11:00	---	57,1	57,7	57,8	60,3	56,1	57,5	60,5	57,8
11:00 - 12:00	---	57,2	58,5	59,0	64,5	56,1	57,8	59,5	58,0
12:00 - 13:00	---	58,0	59,7	59,8	59,1	57,0	61,2	59,0	---
13:00 - 14:00	62,2	59,1	60,1	59,7	60,2	57,8	59,1	59,4	---
14:00 - 15:00	60,2	59,9	58,5	59,4	58,2	57,6	59,5	57,5	---
15:00 - 16:00	58,8	58,9	57,4	57,8	54,7	54,8	57,8	57,7	---
16:00 - 17:00	62,6	57,3	59,2	60,2	58,8	55,6	58,6	57,9	---
17:00 - 18:00	59,0	59,2	60,8	61,1	62,0	58,2	59,2	58,7	---
18:00 - 19:00	59,2	58,6	59,7	59,2	59,0	57,9	59,1	57,9	---
19:00 - 20:00	60,2	60,6	59,4	60,8	63,7	59,0	60,5	59,6	---
20:00 - 21:00	61,0	59,5	60,3	60,8	62,0	59,4	60,2	59,5	---
21:00 - 22:00	60,1	58,1	57,9	60,8	60,8	58,8	58,1	58,5	---
22:00 - 23:00	57,3	58,9	58,8	60,3	61,4	58,3	57,3	55,7	---
23:00 - 00:00	54,3	56,0	56,9	59,4	61,7	58,2	54,5	55,4	---
00:00 - 01:00	56,1	59,4	58,1	62,3	64,7	58,0	51,9	57,2	---
01:00 - 02:00	50,5	54,5	60,6	66,0	67,9	52,9	56,1	49,3	---
02:00 - 03:00	48,3	54,3	58,1	68,7	68,0	49,6	45,8	49,5	---
03:00 - 04:00	49,4	49,8	64,3	68,2	66,8	48,4	49,0	49,1	---
04:00 - 05:00	47,7	49,6	66,1	65,2	64,9	47,8	44,4	49,8	---
05:00 - 06:00	44,7	46,4	61,9	61,9	61,9	44,4	48,2	43,5	---
06:00 - 07:00	50,7	50,8	64,0	59,7	61,6	51,2	50,5	52,0	---

Tabla 2. Niveles LAeq horarios.

- Representación del LAeq,15 min que permitía ver la evolución temporal de los niveles sonoros.

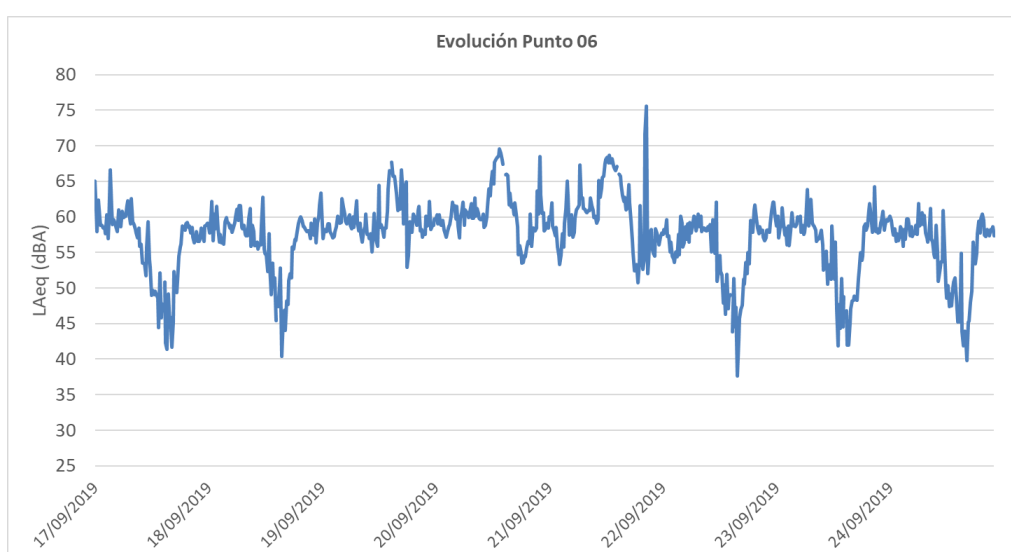


Figura 2. Comparativa LAeq (dBA).

2.4 Interpolación por kriging

Kriging es una herramienta GIS que consiste en un procedimiento geoestadístico avanzado, basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones [6].

Kriging presupone que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie. Esta herramienta permite ajustar una función matemática a una cantidad especificada de puntos o a todos los puntos dentro de un radio específico para determinar el valor de salida para cada ubicación.

Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos, como ocurre en el caso de los niveles sonoros, los cuales disminuyen conforme aumenta la distancia al foco de ruido.

La fórmula general que emplea esta herramienta es la siguiente:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

Donde:

$Z(s_i)$ = valor medido en la ubicación i

λ_i = ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación i

s_0 = la ubicación de la predicción

N = la cantidad de valores medidos

En un kriging la ponderación λ_i depende de un modelo ajustado a los puntos medidos, la distancia a la ubicación de la predicción y las relaciones espaciales entre los valores medidos alrededor de la ubicación de la predicción.

Además, en el caso analizado en la presente publicación, se optó por asignar un mayor peso a los niveles medidos por los 24 monitores de larga duración [7] frente a los niveles medidos mediante mediciones atendidas de corta duración, por considerarse éstas más fiables debido a varios factores:

- La presencia del técnico equipado con sonómetro en una zona de ocio nocturno, puede inducir que los usuarios de bares y terrazas de la zona varíen su actitud (tengan una actuación más silenciosa o, por el contrario aumenten el nivel de ruido elevando el tono de las conversaciones).
- Los niveles registrados en medidas de corta duración (1 minuto) pueden verse más fácilmente alterados por episodios puntuales (gritos, ruido de animales, paso de vehículos especialmente ruidosos, etc.).

Por ello, a cada medida de larga duración se le asignó un peso de 9 frente a 1 que fue el peso asignado a las medidas de corta duración.

La herramienta Kriging proporciona las siguientes funciones para elegir el modelado del semivariograma empírico:

- Circular
- Esférica
- Exponencial
- Gaussiana
- Lineal

Para este caso, debido a que el ruido es una variable logarítmica, se ha utilizado un modelo exponencial, el cual se aplica cuando la autocorrelación espacial disminuye exponencialmente cuando aumenta la distancia.

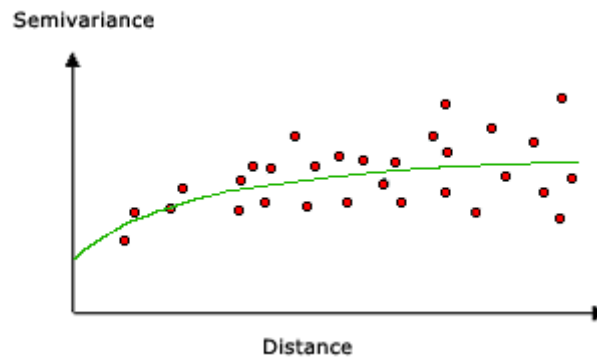


Figura 3. Ejemplo de modelo exponencial.

3 Resultados

Como resultado de todo el proceso anterior se han obtenido los correspondientes mapas de isófonas de ruido de ocio nocturno, diferenciando entre los diferentes periodos de evaluación (día, tarde y noche) y entre los días laborables y los días de fin de semana. Para la creación de dichos mapas, se han considerado adicionalmente las cuestiones de control de calidad de los mapas convencionales [8].

En las siguientes imágenes se muestran los resultados obtenidos para el periodo más representativo para este tipo de foco de ruido, el periodo nocturno. En ellas se puede ver la diferencia entre los niveles existentes en toda la zona de estudio durante el periodo nocturno en días laborables y en fines de semana:

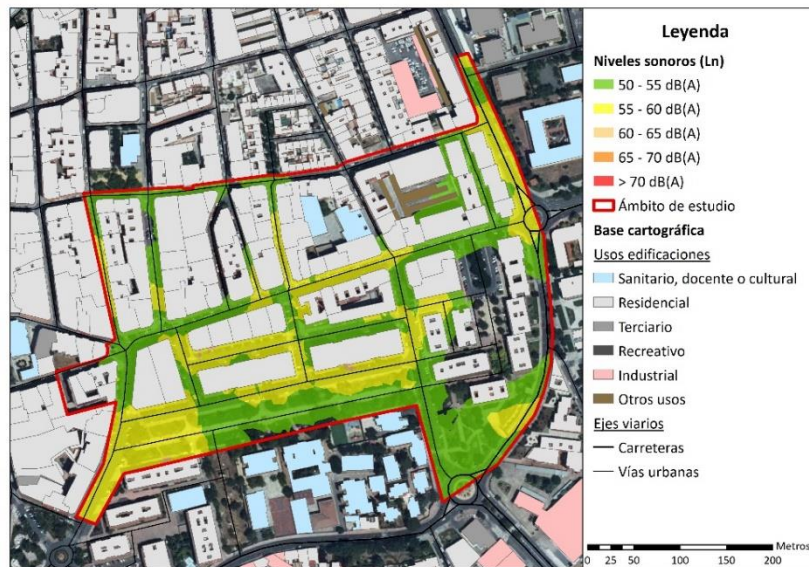


Ilustración 4. Mapa de niveles sonoros debido a ruido de ocio nocturno. Ln días laborables.

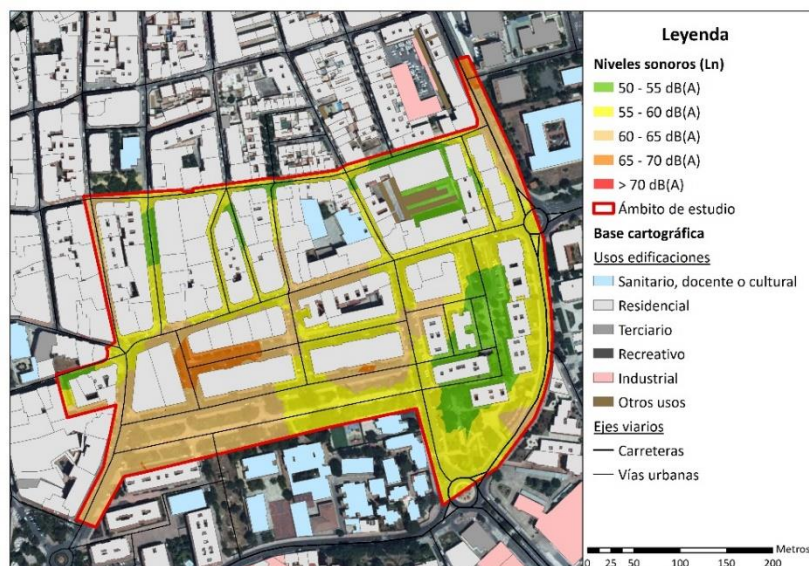


Ilustración 5. Mapa de niveles sonoros debido a ruido de ocio nocturno. Ln fines de semana.

Además de los correspondientes mapas de niveles sonoros citados anteriormente, también se obtuvieron mapas de evaluación, en los que se puede observar las zonas en las que existe superación de los OCA establecidos en la normativa vigente.

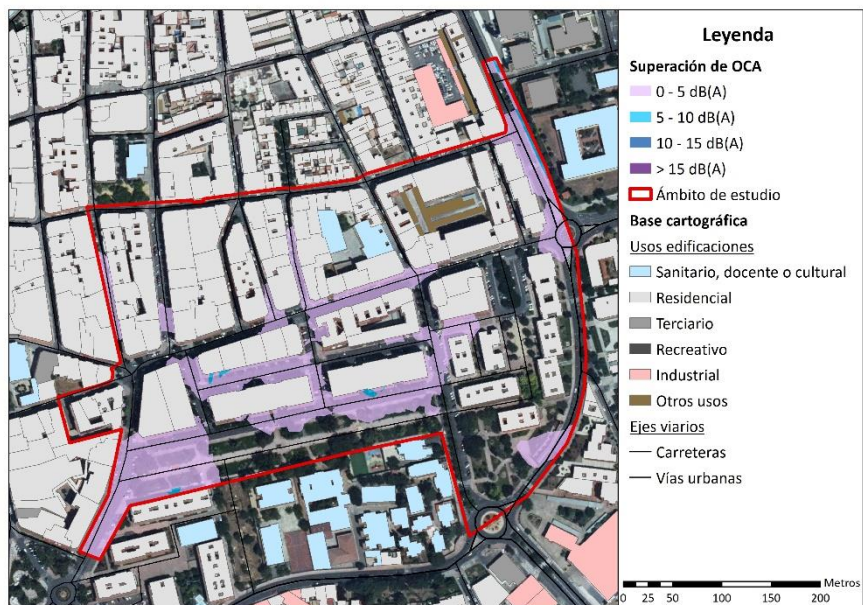


Ilustración 6. Mapa de niveles sonoros debido a ruido de ocio nocturno. Ln días laborables.

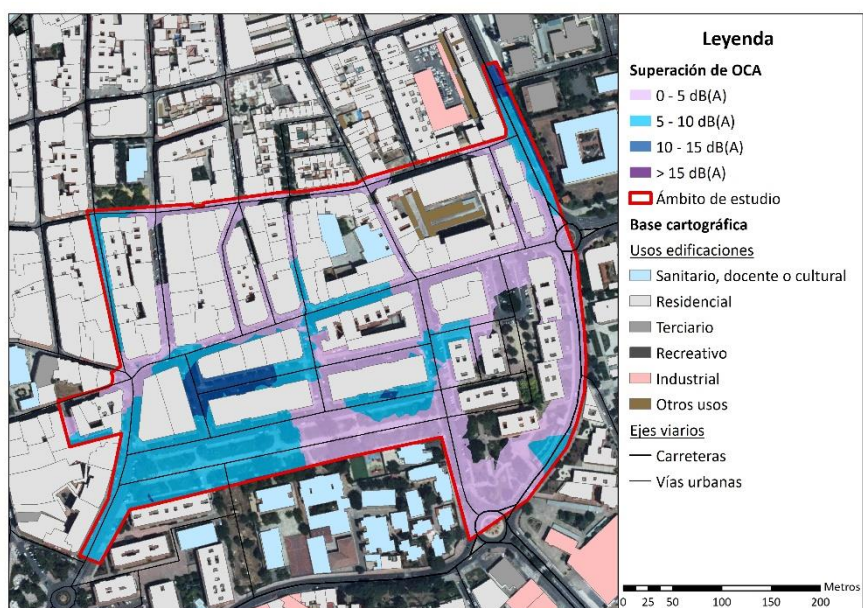


Ilustración 7. Mapa de niveles sonoros debido a ruido de ocio nocturno. Ln fines de semana.

4 Conclusiones

Como resultado del presente trabajo se concluye que resulta fundamental prestar la debida atención al ruido de ocio nocturno que, aunque no es un foco de ruido a considerar en los Mapas Estratégicos de Ruido, según lo establecido en la Directiva 2002/49/CE, si constituye un foco de ruido importante y muy molesto en la mayor parte de aglomeraciones.

En este caso, si atendemos únicamente a los focos de ruido que deben ser considerados a la hora de elaborar un Mapa Estratégico de Ruido, la zona de estudio sería una zona relativamente tranquila, con escasa superación de los OCA establecidos en la legislación vigente durante el periodo nocturno. Además, la superación de OCA en este caso se detecta únicamente en torno a las principales vías de circulación de la ciudad, tal y como puede observarse en la siguiente imagen:

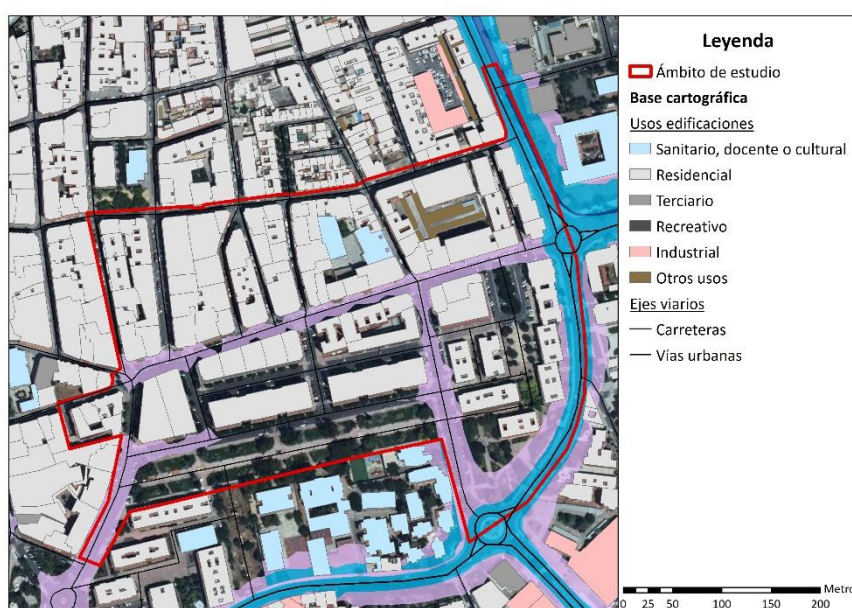


Ilustración 8. Mapa de niveles sonoros debido a ruido total. Ln días laborables.

En cambio, tal y como se puede observar en la Ilustración 2, si se realiza un estudio específico de ruido de ocio nocturno, la realidad de la zona cambia drásticamente, pasando a observarse una clara superación de los OCA en la mayor parte del ámbito de estudio.

Este tipo de estudios específicos del ruido de ocio, hacen posible la aprobación y delimitación de zonas ZPAE, así como sus correspondientes planes zonales específicos [9] en los que se establezcan las medidas necesarias encaminadas a minimizar los niveles de ruido existentes velando por el descanso de los vecinos residentes en dichas zonas.

Referencias

- [1] Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [2] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- [3] RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- [4] RD 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [5] Herramientas de interpolación de estadísticas geográficas / *Geostatistical Analyst*. (ArcGIS). Visualización online:
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/extensions/geostatistical-analyst/what-are-geostatistical-interpolation-techniques-.htm>
- [6] Kriging en Geostatistical Analyst (ArcGIS). Visualización online:
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.4/extensions/geostatistical-analyst/kriging-in-geostatistical-analyst.htm>
- [7] Simón, L.; García, R; Ausejo, M. *Dynamic Noise Map based on permanent monitoring network and street categorization*. INTERNOISE Madrid (Spain), June 2019.
- [8] Shilton, S.; Jones, N.; Stimac, A.; Ausejo, M. *Improving consistency through quality control with a large strategic noise mapping project*. INTERNOISE, Innsbruck (Austria), September 2013.
- [9] Ausejo, M; Tabacchi, M.; Recuero, M.; Asensio, C.; Pagán, R.; Pavón, I. *Design of a Noise Action Plan based on a Strategic Noise Map*. Acta Acustica United with Acustica, Vol. 97 (2011), 492-502.