

## CARACTERIZACIÓN, EVALUACIÓN Y MODELIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN UN NÚCLEO URBANO VACACIONAL DENSAMENTE POBLADO (EL PORTIL, HUELVA)

**Rafael Sánchez, Juan Carlos Fortes, Manuel Gázquez, Juan Pedro Bolívar.**

Grupo de Investigación “Física de Radiaciones y Medio Ambiente” (FRYMA), Universidad de Huelva, España.

[Rafael.sanchez@dimme.uhu.es](mailto:Rafael.sanchez@dimme.uhu.es), [jcfortes@uhu.es](mailto:jcfortes@uhu.es), [manuel.gazquez@dfa.uhu.es](mailto:manuel.gazquez@dfa.uhu.es), [bolivar@uhu.es](mailto:bolivar@uhu.es)

### Resumen

El núcleo urbano de El Portil es una típica población turística de playa, que en los meses de verano alcanza más de 12.000 residentes y 8.000 transeuntes y con ello una alta densidad de población, lo cual unido a que en verano las actividades recreativas aumentan de forma considerable, en este trabajo hemos planteado como objetivo central el evaluar y caracterizar su clima de ruido y tomar este núcleo urbano de referencia “ciudad turística”, tanto desde el punto de vista estacional como temporal (semanal y diario).

Las medidas de 24 horas han permitido determinar los niveles de ruido  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  para cada una de las temporadas (invierno y verano), y a partir de su comparación se ha estimado que el nivel de ruido en verano se incrementa en 4.6 dBA, lo cual está en concordancia con el hecho de que el aforo de la vía central de alto flujo (carretera A-5052) aumenta en unas 12 veces durante el periodo estival. Asimismo, también se ha demostrado, tanto por modelización como por medidas de campo, que el nivel de ruido se reduce con la distancia a esta carretera según la ley teórica de una fuente lineal rectilínea y la potencia de la fuente (flujo de tráfico). Por último, indicar que también se ha evaluado el fondo natural de este núcleo urbano (día y noche), a través de la medición del ruido en una zona de reserva natural sin acceso al público general y a distancias suficientes para que sea despreciable la influencia acústica de las actividades humanas, obteniéndose en torno a 30 dBA para el invierno sobre 35 dBA en verano.

**Palabras-clave:** nivel de de ruido, monitoreo, carretera, vehículos, ruido medioambiental.

### Abstract

The village of El Portil is a typical beach resort town, which in the summer reaches more than 12,000 residents and 8,000 bystanders and thus a high density of population, which joined in summer recreation increased considerably, in this work have raised as main objective to evaluate and characterize the climate of noise and take this town of reference "tourist town", both from the standpoint of seasonal and temporal (daily and weekly).

Measures 24 hours have identified noise levels  $L_d$ ,  $L_e$  and  $L_n$  for each of the seasons (winter and summer), and from a comparison it is estimated that the noise level is increased in summer by 4.6 dBA, which is consistent with the fact that the capacity of the central line of high flow (A-5052) increases by about 12 times during the summer. Furthermore, it has been demonstrated both by modeling as field measurements, that the noise level decreases with the distance to the road according to the theoretical law of a straight line source and power source (traffic flow). Finally, indicate that also evaluated the natural background of this urban (day and night), through the measurement of noise

in a natural reserve area without access to the general public and sufficient distance to be negligible acoustic influence of human activities, obtaining around 30 dBA to 35 dBA in winter over summer.

**Keywords:** noise level, monitoring, road, vehicles, environmental.

**PACS no. 43.50.Cb, 43.50.Rq, 43.50.Lj.**

## 1 Introducción

El ruido es uno de los agentes que contribuyen a perturbar nuestro entorno, sobre todo en los núcleos urbanos, pero también en el medio ambiente natural, como consecuencia del incremento de las actividades humanas y el desarrollo social (industria, ocio, comercio, etc.), pero el factor más significativo como fuente de contaminación acústica es el transporte (aéreo, tráfico rodado, etc.)[1].

El ruido producido por el tráfico es función de un gran número de variables [2,3], unas propias de las características de la calzada y del entorno por el que discurre y otras propias de los vehículos, aunque este trabajo se va a centrar en la intensidad del tráfico, entendiendo ésta como el aforo o número de vehículos que circulan en la unidad de tiempo por un punto fijo de la calzada, y la composición del tráfico, o porcentaje de vehículos ruidosos.

El núcleo urbano de El Portil es un entorno urbano de nueva creación, ya que tiene menos de 40 años. Está situado en el término municipal de Punta Umbría (Huelva), en plena Costa de la Luz, paralelo a la zona final de la denominada Flecha de El Rompido o Nueva Umbría. Su única actividad económica es el turismo. Disponiendo de más de 3 Km. de arena dorada, y anchura variable en función de las mareas, llegando en muchos casos a los 40 metros, siendo el estado habitual de sus aguas, tranquilas. Más al interior se encuentra la laguna litoral del mismo nombre, de gran valor ambiental. Este núcleo, fue pensado para el descanso y las vacaciones, y por tanto como segunda residencia. Por ello su población es muy estacional, variando desde una estimación en invierno, de alrededor de unos 200 habitantes, a unos 12.700 en la estación estival.

La localidad de El Portil ha ido desarrollándose en función de los diversos instrumentos urbanísticos que disponía en cada momento el ayuntamiento de Punta Umbría (Huelva). Pero siempre ha tenido como columna vertebral la carretera A-5052, que es anterior a la creación del núcleo urbano, que atraviesa el mismo de este a oeste, constituyendo además una barrera física que divide a la población entre dos zonas perfectamente diferenciadas:

La zona norte: que es la de mayor extensión y edificación al solo tener como frontera natural los pinares, pero estos hasta el momento no han sido un “enemigo” demasiado fuerte a los que el desarrollo urbanístico no les haya podido vencer en su avance. En ella se encuentran las mayores edificaciones en altura y las mayores urbanizaciones de adosados. Podemos considerar la existencia de un total de 1.627 viviendas (entre unifamiliares y plurifamiliares), con una ocupación máxima estimada en la época estival, de unas 9.145 personas.

La zona sur: que es la que tiene menor extensión, estando por tanto más constreñida, al tener dos fronteras mucho más infranqueables, una la propia A-5052, y la otra el litoral marítimo, además regulada con una legislación muy proteccionista como es la actual Ley de Costas, y cuyas competencias además le corresponden al Gobierno Central. En ella la densidad de edificación es mucho menor, ya que únicamente existen tres urbanizaciones con edificación en altura, y el resto corresponde a viviendas unifamiliares dispersas. Existiendo un total de 801 viviendas (entre unifamiliares y plurifamiliares), con una ocupación máxima estimada en la época estival, de unas 3605 personas.

Todo ello puede apreciarse en el plano de la siguiente Figura

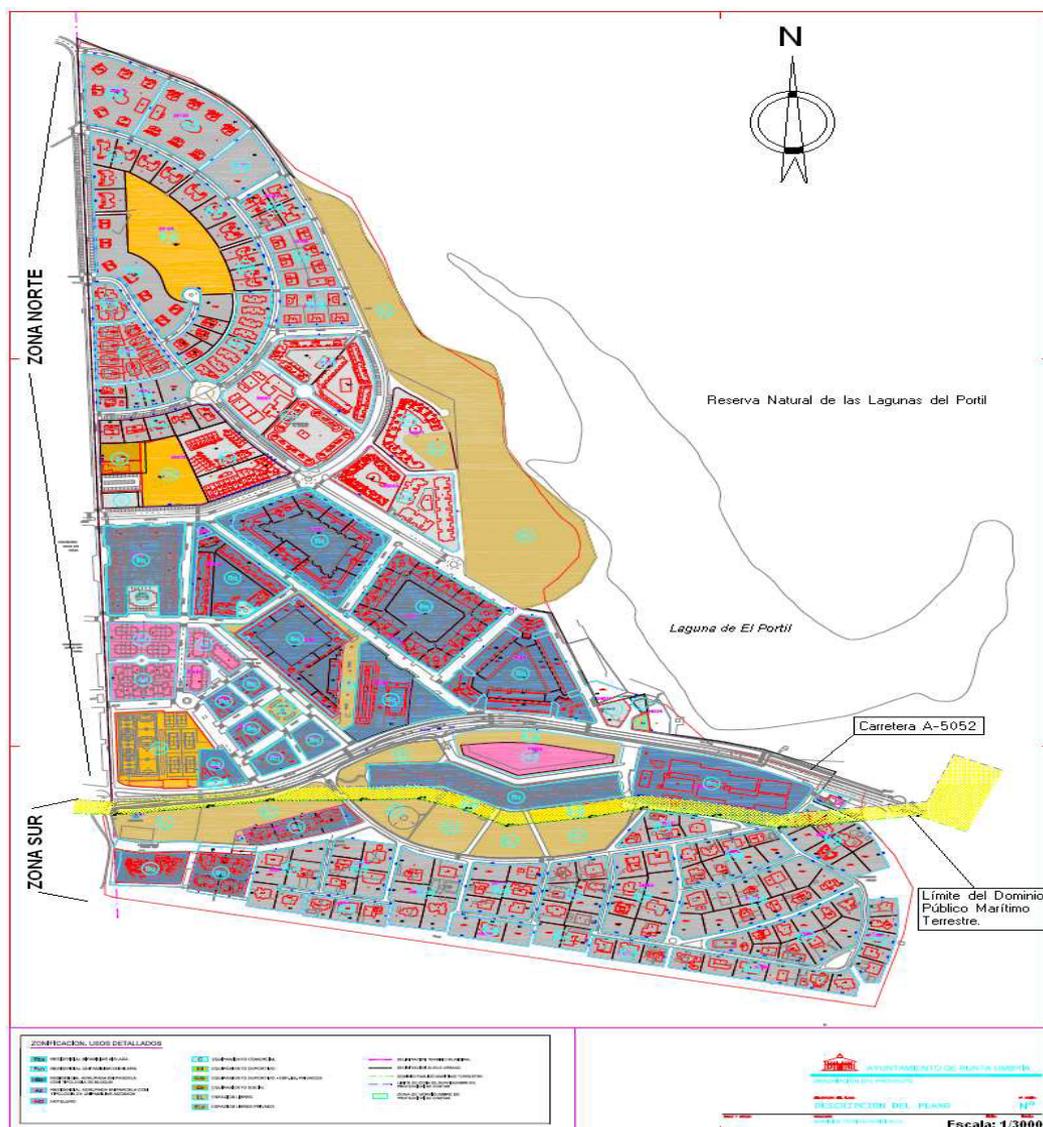


Figura 1. Plano de El Portil

El problema fundamental del ruido en esta zona a la que se circunscribe este estudio, es que las expectativas de descanso y bienestar para los habitantes y veraneantes de El Portil, pueden verse alteradas por los niveles de ruido que se producen en dicho núcleo urbano, motivados fundamentalmente por el alto tráfico rodado de la carretera A-5052 que, como hemos indicado anteriormente, atraviesa dicho núcleo urbano.

## 2 Material y métodos

Si admitimos como definición de “clima de ruido ambiental” de un área, como aquel ruido que permanece a lo largo del tiempo y es propio del lugar, estableceremos como hipótesis a comprobar, que la estacionalidad del clima de ruido del núcleo urbano de El Portil, es función directa de la

variación del aforo de la travesía de la carretera A-5052, considerando ésta como la principal fuente de ruido del núcleo urbano.

Para poder demostrar la anterior hipótesis, en este trabajo es necesario marcarse como objetivos:

1. Determinar la evolución del ruido a lo largo de las 24 h de un día (día, tarde y noche), para cada temporada.
2. Determinar la variación de los niveles de ruido, con la distancia a la fuente.
3. Estimar el ruido de fondo.
4. Determinar los niveles de ruido dentro de los parajes naturales.
5. Determinar el censo total máximo de habitantes que se ven sometidos a niveles de LAeq, superiores a los valores máximos aceptados por la normativa vigente (anexo-II del REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre), en lo referente a objetivos de calidad y emisiones acústicas, para zonas residenciales.

Para abordar la comprobación de la hipótesis formulada anteriormente y los objetivos citados, se ha recurrido a tres vías que nos permitan contrastar los resultados obtenidos a través de las mismas, y a analizar las variaciones temporales que nos permitan confirmar la hipótesis de trabajo.

Las tres vías del método de trabajo, tal y como se esquematiza en la siguiente figura, y una vez establecida el área de estudio, consisten en:

- La generación, mediante software de predicción, de los mapas de ruido del área elegida para el presente trabajo de investigación.
- La monitorización durante 24 horas, en un punto próximo a la fuente lineal de ruido, en nuestro caso la carretera A-5052.
- La toma muestral de medidas de ruido, en una serie determinada de puntos significativos de las zonas más sensibles del área elegida.

Una vez obtenidos los datos a través de las tres vías de investigación, podremos comparar los resultados entre sí, y contrastar la bondad de la hipótesis de partida formulada, además de sacar conclusiones sobre el impacto del ruido de tráfico rodado en el área de estudio. La metodología seguida se muestra en el esquema de la página siguiente, Figura 2.

## **2.1 Área de estudio.**

El área de estudio seleccionada, de aproximadamente 165 ha de superficie, corresponde al núcleo urbano de El Portil, en el término municipal de Punta Umbría (Huelva). En este área se puede dividir en tres sectores diferenciados: la zona urbana, la “Reserva Natural de la Laguna del Portil”, y el frente litoral de todo el núcleo. Todo ello se puede apreciar con más detalle en la siguiente foto aérea (Figura 3), en la cual el área roja representa el sector urbano, la verde la “Reserva Natural de la Laguna del Portil” y la zona azul el frente litoral.

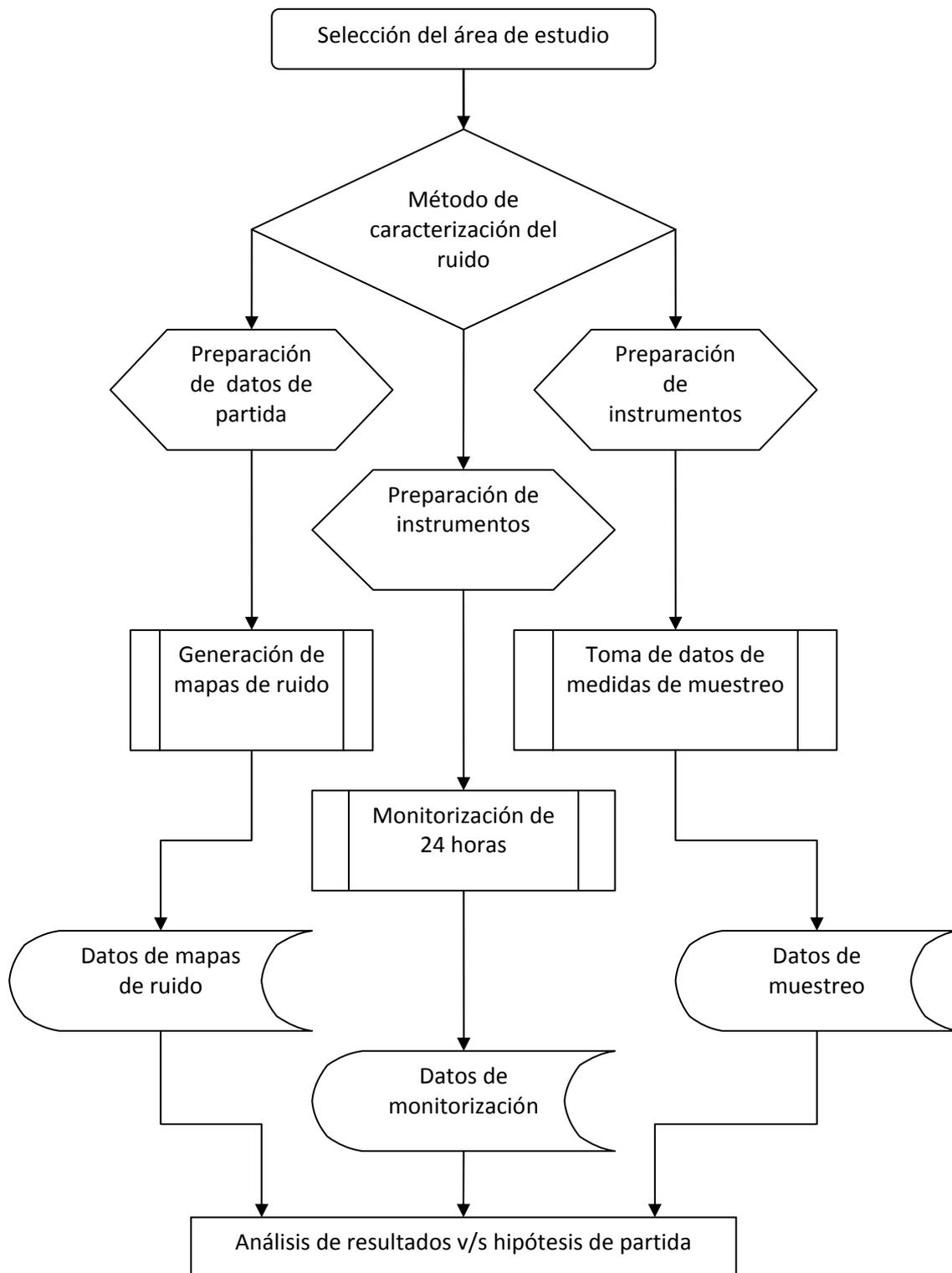


Figura 2. Metodología



Figura 3. Vista aérea zonificada del área de estudio.

## 2.2 Herramientas de modelización del ruido.

- Para realizar la simulación se ha utilizado como software de predicción la versión 3.5.115 de CadnaA [4], con licencia 2182 del Laboratorio de Acústica del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Huelva.
- *AutoCAD* versión 2005 en español, para el tratamiento de la cartografía.
- Cartografía en formato .dwg del núcleo urbano de El Portil, suministrada por los Servicios Técnicos Municipales del Ayuntamiento de Punta Umbría.
- *Microsoft Office 2002 SP3*.
- *Google Earth* versión 6.0.3.2197.

### 2.2.1 Mapas de ruido, planificación y preparación de la información.

Para realizar los mapas de ruido se ha utilizado como software de predicción la versión 3.5.115 de CadnaA, para lo cual se ha necesitado conseguir y preparar previamente los datos de partida

específicos de El Portil, con los que alimentar a dicho programa. La información recabada fue la siguiente:

- Cartografía.
- Número de viviendas, y alturas de las edificaciones.
- Valores climáticos medios.
- Aforo de la carretera A-5052.
- Determinación del pavimento de la travesía.
- Trabajos de campo.

### 2.2.2 Obtención y preparación de la cartografía.

Para obtener la cartografía del núcleo urbano de “El Portil” se recurrió a los Servicios Técnicos Municipales del ayuntamiento de Punta Umbría, que suministraron los datos en formato .dwg de *AutoCAD*. El cual fue necesario tratar para convertirlo en formato .dxf que es el que capaz de importar e interpretar *CadnaA*. Una vez transformado se tuvo que limpiar el fichero, eliminando tramas, líneas de referencia, cajetín, capas innecesarias, etc., así como convertir y guardar todas las líneas como líneas poligonales, y guardando todos los edificios en una misma capa. Todo ello con la finalidad de una mejor importación posterior de la información por *CadnaA*.

Una vez depurado el fichero .dxf se pudo realizar la importación con *CadnaA*, generándose un nuevo fichero propio de esta aplicación en formato .cna, que posteriormente sería de utilidad para cargar sobre él el resto de información recabada.

### 2.2.3 Alturas y nº de viviendas de las edificaciones.

Igual que la cartografía, estos datos fueron aportados por los Servicios Técnicos Municipales del ayuntamiento de Punta Umbría, a través de ficheros en *AutoCAD*, como puede apreciarse en la Figura 4, donde aparecen el número de viviendas de cada sector, así como la densidad de habitantes por vivienda.

### 2.2.4 Aforo de carretera autonómica A-5052.

Para poder considerar a la carretera como fuente lineal de ruido, se necesitó obtener los datos del aforo

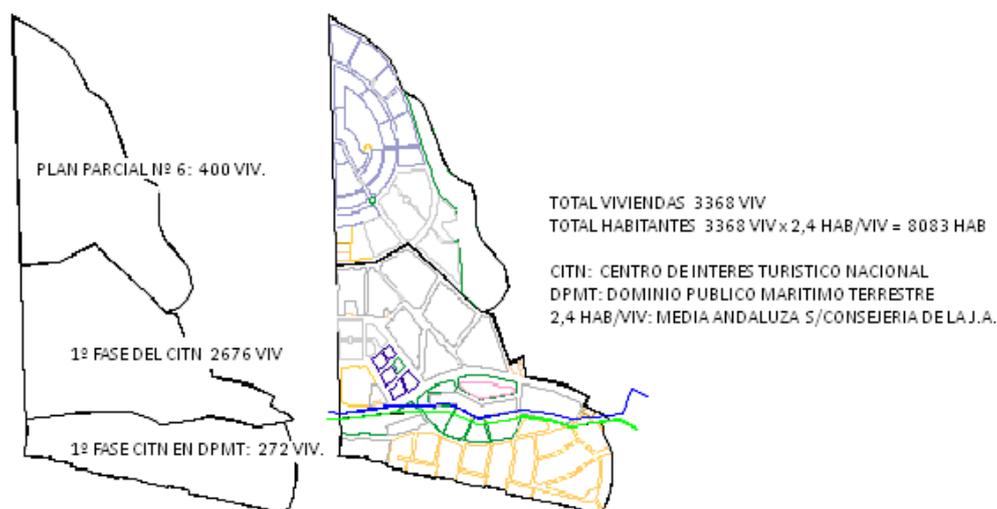


Figura 4. Información del número de viviendas por sectores

del año 2009, (que era el último año publicado en el momento de realizar el estudio), correspondiente a la carretera A-5052 a su paso por “El Portil” y se obtuvo una tasa en IMD (Intensidad Media Diaria), de 10.254 vehículos/día, con un 4% correspondiente a vehículos pesados. Datos obtenidos mediante estación permanente con telemetría.

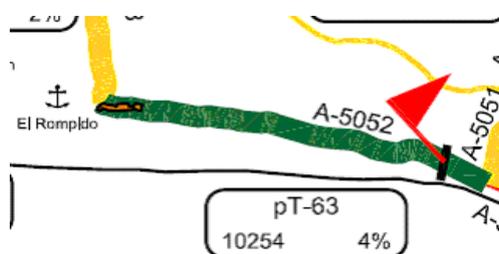


Figura 5. Intensidad Media Diaria (IMD) de la A-5052.

Los cuales se desglosan por periodos de día, tarde y noche según la **DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, y que se recopiló en la siguiente tabla.** siendo:

- Periodo día: de 07:00 a 19:00 horas.
- Periodo tarde: de 19:00 a 23:00 horas.
- Periodo noche: de 23:00 a 07:00 horas.

Tabla 1. Aforos desglosados de la A-5052

Invierno	Día (D)	Tarde (T)	Noche (N)	Total
Tasa (v/día)	1151	594	415	2160
Vehic. pesados	50	25	0	75
% V. P.	<b>4,3</b>	<b>4,2</b>	<b>0</b>	3,5
Aforo (v·h <sup>-1</sup> )	<b>96</b>	<b>149</b>	<b>52</b>	90

Verano	Día (D)	Tarde (T)	Noche (N)	Total
Tasa (v/día)	14543	6198	5628	26369
Vehic. pesados	656	280	19	956
% V. P.	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>0,3</b>	4
Aforo (v·h <sup>-1</sup> )	<b>1212</b>	<b>1550</b>	<b>703</b>	1099

Para la elaboración de los mapas de ruido de este trabajo, se utilizó *CadnaA* como software de predicción de ruido ambiental.

### 3 Resultados

Tras el procesado de los datos de partida[5] cargados en *CadnaA*, y la definición del correspondiente mallado, se obtuvieron los siguientes mapas de ruido, para cada una de las

épocas del año, y dentro de ellas para los periodos de día, tarde y noche, a los cuales se han incorporado etiquetas de nivel sonoro de aquellos puntos que coinciden con las marcas de medidas puntuales, tanto de la Reserva Natural de las Lagunas del Portil, de la zona próxima a la carretera A-5052 y de la zona de playa, a fin de poder contrastar estos mapas de ruido con las mediciones reales. Además los datos de estas etiquetas, en función del periodo que le correspondan, han sido trasladados a las fichas de campo de las medidas puntuales, para posteriormente realizar la comparación entre los niveles medidos y los niveles previstos en los mapas de ruido.

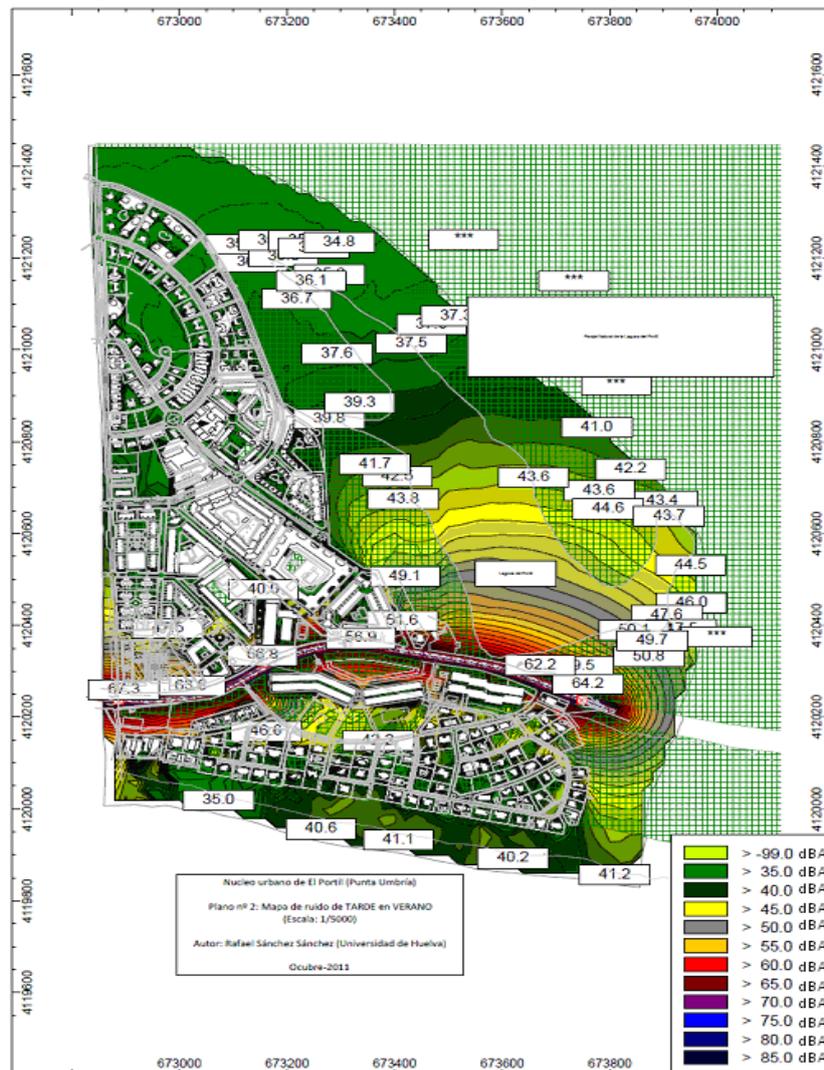


Figura 6. Mapa de ruido de TARDE en verano, con niveles.

Es de destacar el efecto apantallamiento o barrera sonora que producen los edificios, sobre todo los más altos. Puede observarse en el detalle del mapa de ruido del periodo de día en verano, de la siguiente Figura 7 como el edificio de Las Brisas-1 hace de pantalla acústica al de las Brisas-2, y este a su vez a la zona posterior del mismo, mientras que en las zonas adyacentes el ruido se cuela a través de la pista de tenis hacia el interior de las zonas alejadas, bordeando a los propios edificios. Pueden observarse colores rojos intensos (61 dBA) en la fachada principal, mientras que en el pasillo entre los dos edificios y la fachada posterior los colores son verdes césped (37 dBA) y verde bosque (36 dBA).

Sin embargo en la zona libre, lateral de los edificios (zona de la pista de tenis) siendo lugares de la misma latitud, y con la misma distancia horizontal a la carretera, que la parte posterior de Las Brisas-2, se alcanzan colores naranjas pálidos que se corresponderían con niveles de 54 dBA. Es decir estas edificaciones están generando un apantallamiento acústico de al menos 18 dBA.

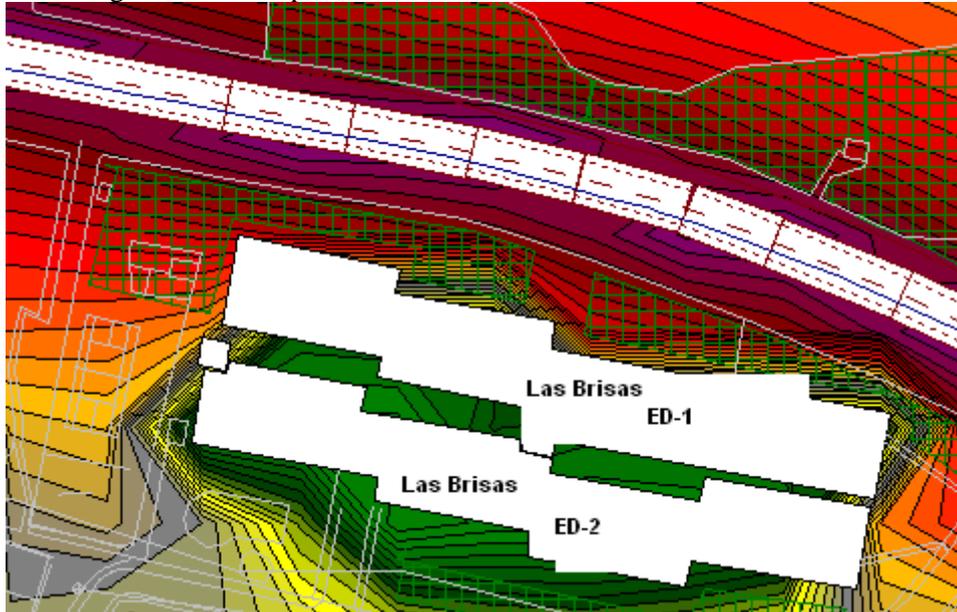


Figura 7. Detalle ejemplo del apantallamiento de los edificios.

Además se puede comprobar cómo las líneas isófonas se aprietan cerca de la fachada delantera del ED-1 mientras que se separan en la fachada posterior del ED-2, que sería otro síntoma de dicho apantallamiento.

En todos los mapas de ruido elaborados se aprecia como los niveles de ruido en la zona de la playa, situada a unos 350 m del eje de la carretera A-5052, están muy disminuidos con respecto a los niveles próximos a la carretera, ello es perfectamente justificable por la distancia, pero también por el efecto pantalla que ejercen las edificaciones que se interponen, las diferencias de cotas, y sobre todo por el apantallamiento que ejerce el frente dunar, al tener este una cota de entre 1,5 y 2,0 m con respecto a la cota del suelo de la playa. Ver en el detalle de la siguiente Figura 8.

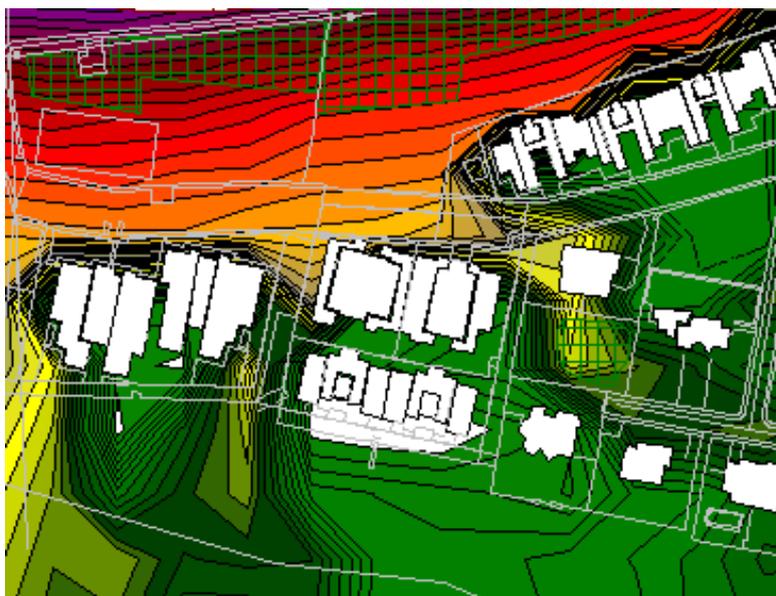


Figura 8. Detalle de la atenuación acústica en la zona de la playa.

#### 4 Conclusiones

Examinando los mapas de ruido, se pueden evaluar aquellos edificios que superan los niveles objetivo de calidad acústica admitidos por el anexo III del *REAL DECRETO 1367/2007, 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*, para áreas acústicas del tipo (a) con predominio del suelo residencial, como se puede ver en la figura 9, una de las ampliaciones de los mapas correspondientes a la temporada estival, y en el periodo noche.

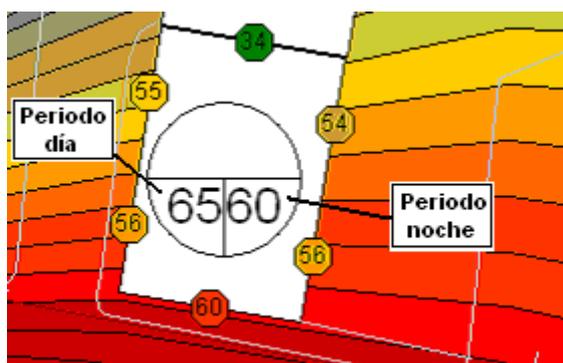


Figura 9. Niveles en fachada “Aguadulce B-3” (verano, p. noche)

Analizando los mapas acústicos de ruido de los edificios reflejados en las anteriores figuras, y los niveles en fachada de todos ellos, correspondientes al periodo “noche” en verano, y teniendo en cuenta el número de residentes en cada uno de los mismos, se puede determinar los residentes del núcleo urbano de El Portil, que están fuera de los objetivos de calidad establecidos por el RD-1367/2007, tal como se pueden ver en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Residentes afectados por niveles de ruido superiores a 55 dB(A) en verano (Noche).

Nombre edificación	Identificación	N° Residentes	Residentes afect.
Aguadulce B-3 ED-2	ED2	24	21
Playas de Huelva ED-1	ED19	500	250
Las Brisas ED-1	ED23	400	200
Los Amarillos ED-1	ED27	600	90
Costa Portil-III	ED37	120	58
Costa Portil-IV	ED41	104	34
<b>TOTAL</b>			<b>653</b>

Se ha comparado el periodo completo de monitorización de 24 h entre la temporada invernal frente a la estival en el histograma conjunto de ambas estaciones, tal como se muestra en la Figura 10, que nos permitirá ver las diferencias entre ambas estaciones.

En este histograma puede observarse claramente una diferencia en las formas de las distribuciones. Mientras la de invierno tiene una forma aplastada, con dos máximos a 35 y 55 dBA, la de verano está claramente desplazada hacia los valores altos de niveles de ruido, es decir hacia los valores de 55 a 65 dBA. Siendo la  $L_{Aeq,T}$  de la temporada estival 4,6 dBA más alto que en la temporada invernal.

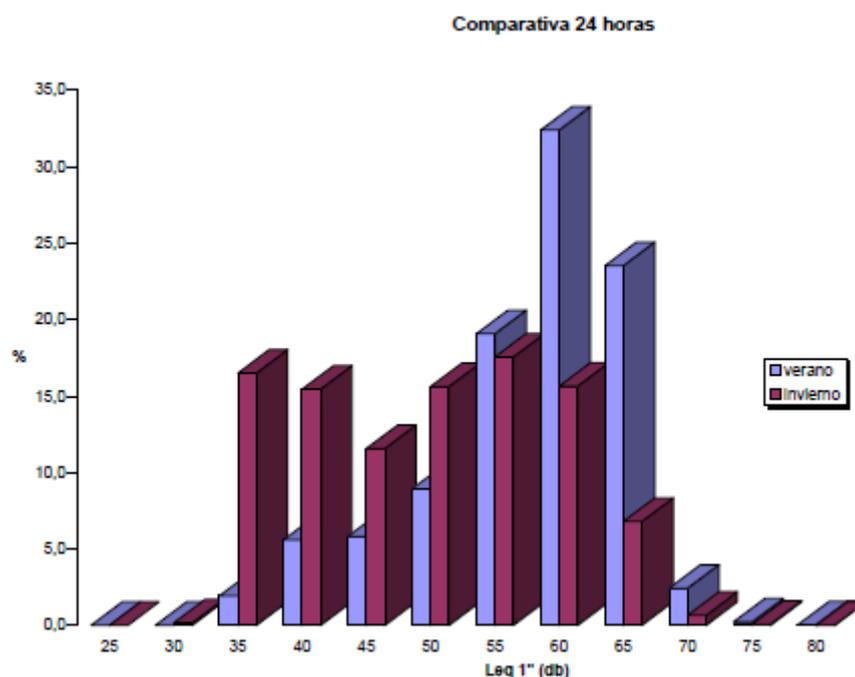


Figura 10. Histograma conjunto de 24 horas.

## Referencias

- [1] Department of the Protection of the Human Environment, *Guías para el ruido urbano*. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1999.
- [2] Hai Yen Thi Phan, Takashi Yano, Tetsumi Sato, Tsuyoshi Nishimura *Characteristics of road traffic noise in Hanoi and Ho Chi Minh City, Vietnam..* Journal ELSEVIER, Technical Note. Japan 2010.

- [3] Kraus Ruz, F.; *Metodología para la evaluación del ruido por tráfico vehicular en zonas urbanas, aplicación a la comuna de Santiago*. Departamento de Ingeniería Geográfica (Universidad de Santiago de Chile) 2003.
- [4] Al-Ghonamy, A.I.; Análisis and Evaluation of Road Traffic Noise in Al-Dammam: A Bussines City of the Eastern Province of KSA. *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol 3 (1), 2010, pp. 47-55.
- [5] CadnaA; Manual de Usuario, Versión 3.6. DataKustic.
- [6] Cueto Ancela, JL.; *Manual de medidas de ruido ambiental*. Universidad de Cádiz, Cádiz, 2008.