

#CONAMA2024

# Espacio **CONAMA** **INNOVA**

**Contribuciones de la restauración  
de minas y la ecología acústica a la  
promoción de reservas sonoras de  
origen natural**

**Carlos Iglesias Merchan**

Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental (ECOPÁS)  
y Universidad Politécnica de Madrid (UPM)





## Contribuciones de la restauración de minas y la ecología acústica a la promoción de reservas sonoras de origen natural

**Carlos Iglesias Merchan**

Asociación Técnica de Ecología del Paisaje y Seguimiento Ambiental (ECOPÁS)  
y Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

**Raquel Sánchez Torres**

Brinzal y Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

**Iván García Martínez y Raúl Alonso Moreno**

Brinzal

**Laura Martín Herranz, José María Martínez Gascón y Pilar Gegúndez Cámara**

Holcim España



Fundación Conde del  
Valle de Salazar





Fuente: PNOA (MTN)



Fuente: PNOA (vuelo americano)



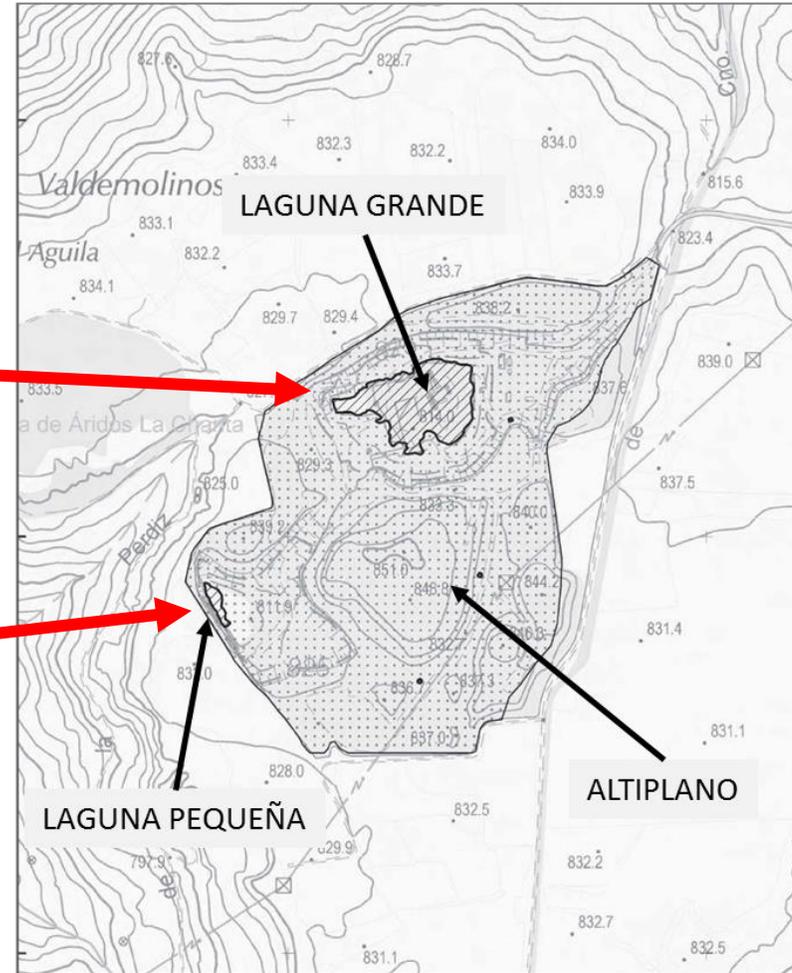
Fuente: PNOA (SIGPAC)



Fuente: PNOA (2009)

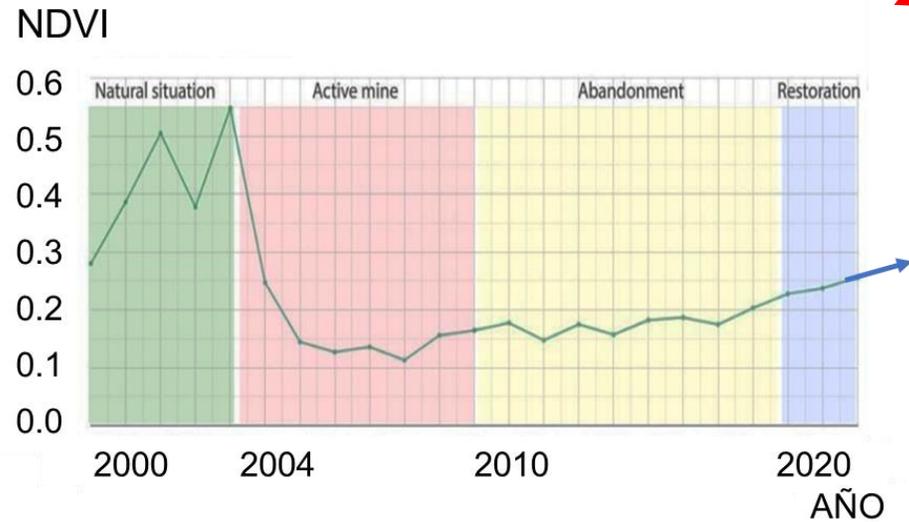


Fuente: Holcim España

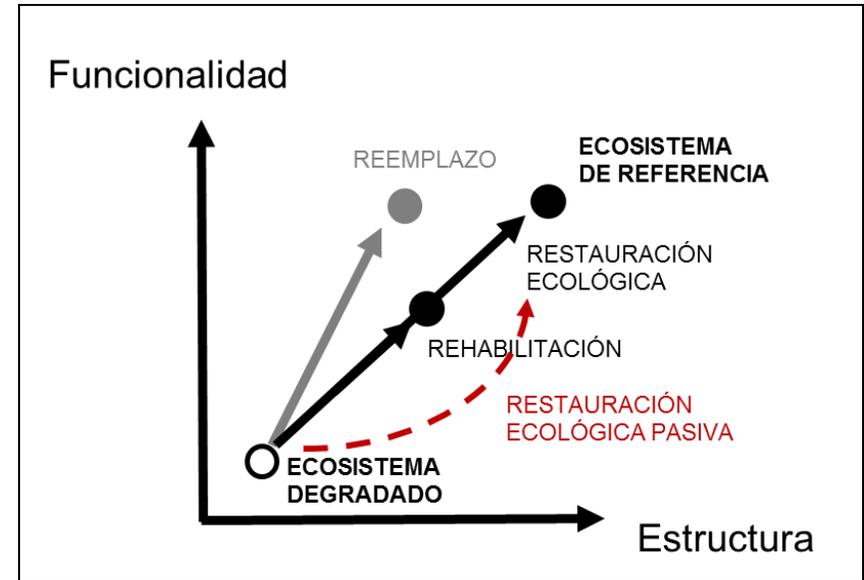


Fuente: <https://lachanta.org>

Fuente: Modificado de BOCM 2023



Modificado de Brinzal 2022



Basado en Mola et al. 2018



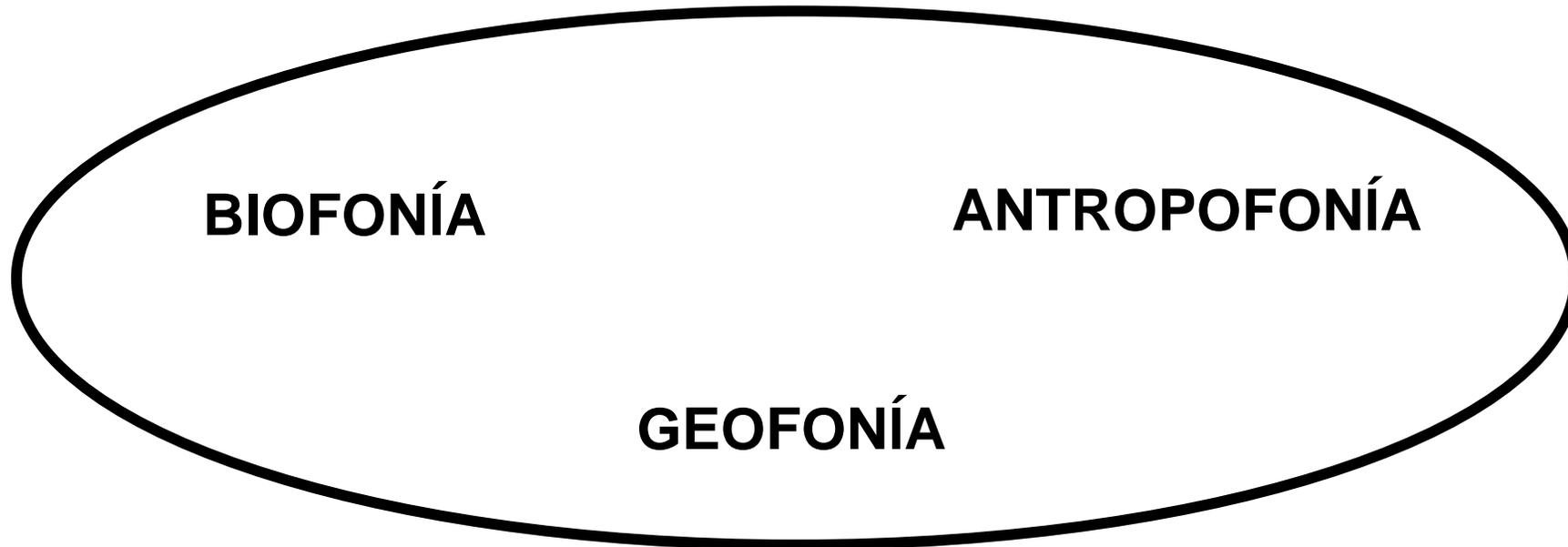


**Los sonidos forman parte y son un elemento más de los ecosistemas y la percepción del sonido, permite la comunicación intra y/o interespecífica...**

**Los paisajes sonoros se reconocen como un recurso natural valioso merecedor de conservación y, si procede, restauración...**

**El buen estado de conservación y la calidad del medioambiente sonoro son esenciales para la comunicación de los seres vivos y también para la oferta de oportunidades para escuchar los sonidos de la naturaleza y disfrutar de sensaciones como la tranquilidad, la soledad o simplemente de espacios de reducida contaminación...**

## MEDIOAMBIENTE SONORO

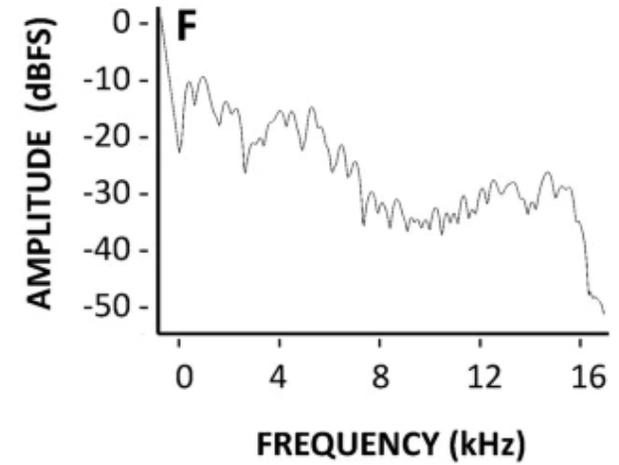
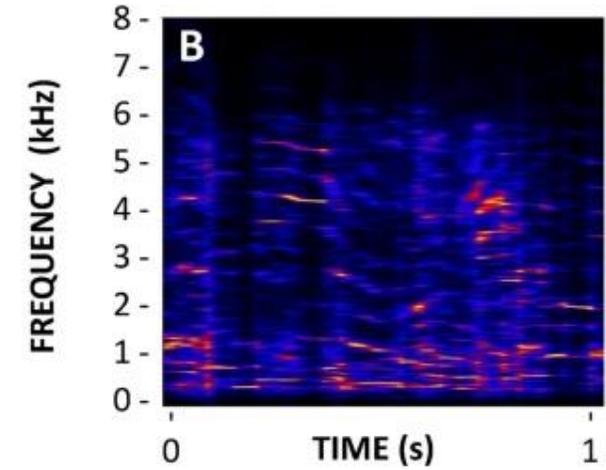
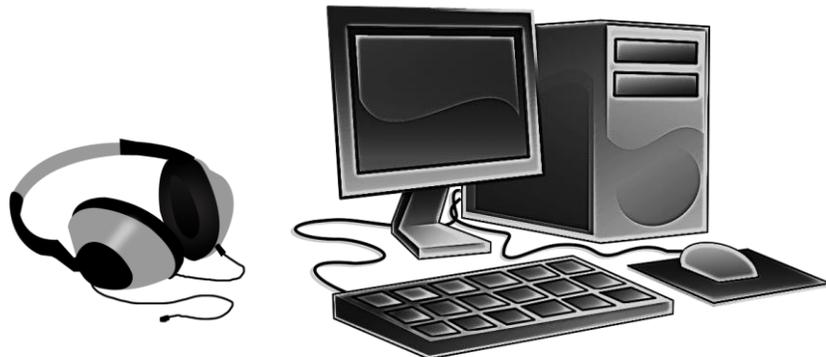


PAISAJE SONORO

PAISAJE SONORO



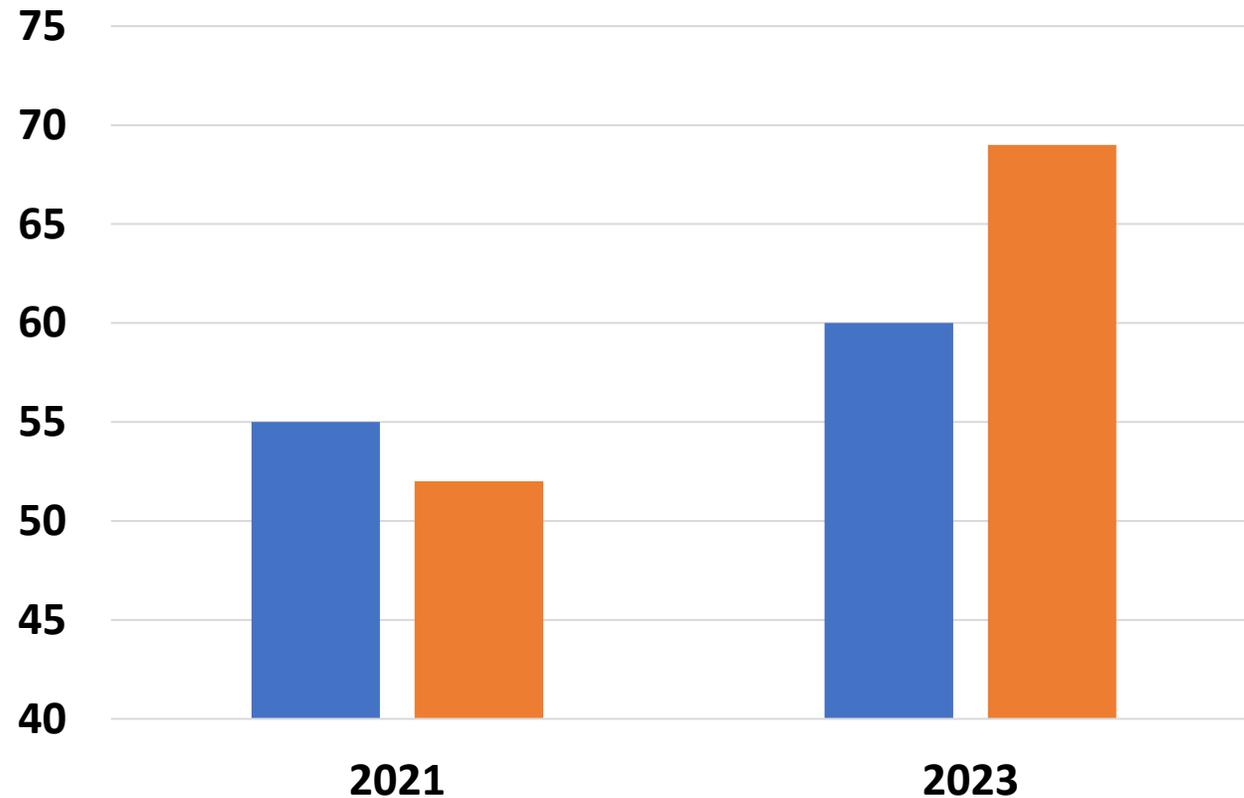
## SEGUIMIENTO SONORO



Fuente: Ortiz-Jiménez et al. 2021



## Número de especies de avifauna inventariadas mediante registros sonoros en La Chanta



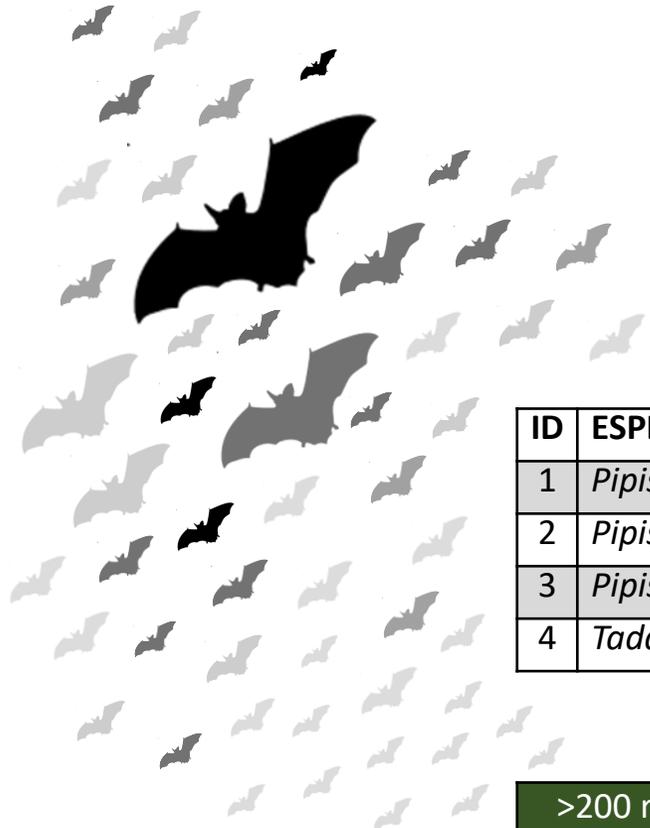
### Leyenda

 Estación de muestreo de la Laguna Grande

 Estación de muestreo 1

**+9%**  
AÑO

**+15%**  
AÑO



## Especies de quirópteros en proceso de identificación a partir de registros de ultrasonidos en la laguna grande de La Chanta

ID	ESPECIE	NOMBRE EN CASTELLANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	50x50	10x10
1	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago enano	Yellow	Yellow	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Light Green	Light Green	Light Green	Red	Red	SI	NO
2	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Murciélago de Cabrera	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Orange	Orange	SI	NO
3	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Murciélago de borde claro	Light Green	SI	NO											
4	<i>Tadarida teniotis</i>	Murciélago rabudo	Dark Green	Dark Green	Light Green	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Light Green	Light Green	SI	NO

>200 registros	<200 registros	<100 registros	<20 registros	<10 registros	<5 registros
MUY PROBABLE	PROBABLE	POCO PROBABLE	IMPROBABLE	NADA PROBABLE	INVEROSÍMIL



*Noise<sub>tow</sub>* Background noise

*Amp<sub>tow</sub>* Average signal amplitude



**SOPA DE ÍNDICES**

**SPLrms** Root mean square sound pressure level

**SPLpp** Peak-to-peak sound pressure level

**GS** (Gini–)Simpson spectral entropy

**NP** Number of peaks

**M** Amplitude index = median of the amplitude envelope

**TE** Temporal entropy

**SE** (Shannon) Spectral entropy

**BI** Bioacoustic index = relative abundance

**AEI** Acoustic evenness index

**H** Acoustic entropy index = total entropy

**AR** Acoustic richness (index)

**ADI** Acoustic diversity index

**ACI** Acoustic complexity index

**L<sub>5</sub>** Level exceed for 5% of the time

**NDSI** Normalized difference soundscape index

**L<sub>95</sub>** Level exceed for 90% of the time

**L<sub>50</sub>** Level exceed for 50% of the time

**H<sub>f</sub>** Spectral entropy

**H<sub>f1kHz</sub>** Spectral entropy over 1 kHz octave band

**H<sub>t</sub>** Temporal entropy

**AveDur<sub>tow</sub>** Average duration of acoustic events

Fuente: Kendrick et al. 2016  
Raick et al. 2023



## NDSI (“Normalized Difference Soundscape Index”)

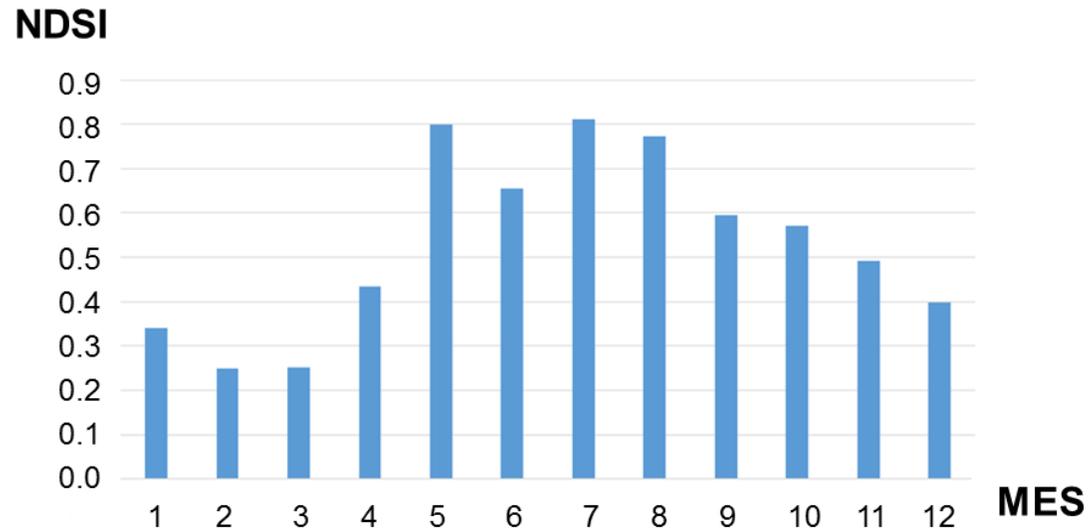
Tiene por objeto estimar el nivel de perturbación antropogénica del paisaje sonoro a partir del cálculo de la relación entre componentes acústicos de origen antrópico (antropofonía) y biológicos (biofonía) contenidos en las muestras sonoras de un lugar (Kasten et al., 2012).

$$\text{NDSI} = (b-a) / (b+a) \quad \left\{ \begin{array}{l} +1 \\ -1 \end{array} \right.$$

Se calcula sobre la densidad espectral de potencia (“power spectral density”, PSD) estimada en cada intervalo (“a” y “b”) de referencia.

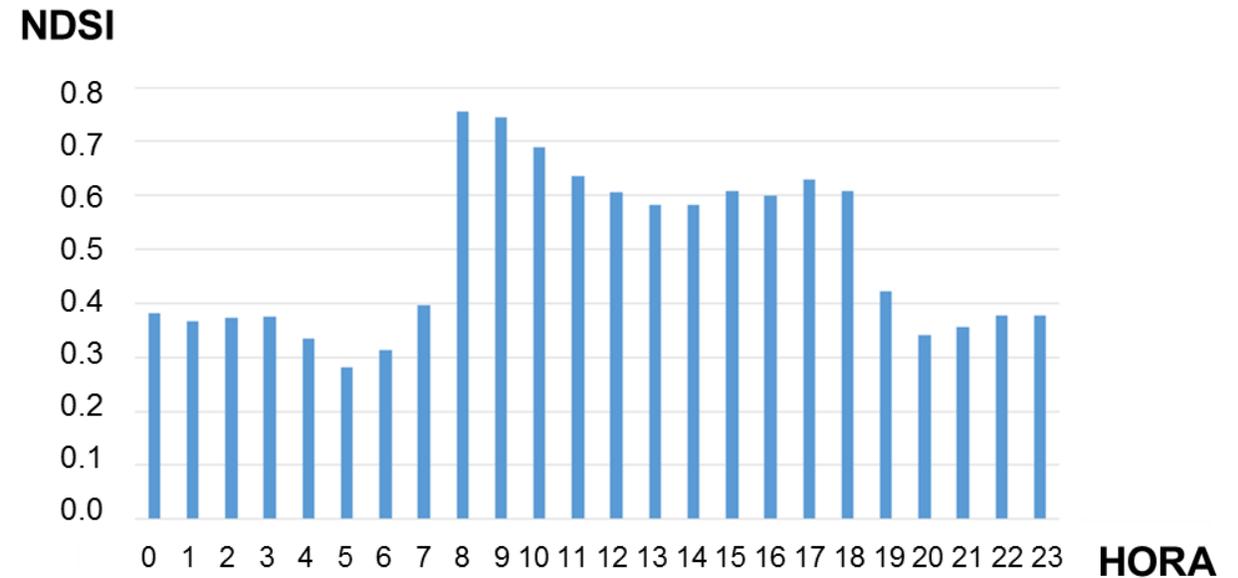


## Distribución mensual de los valores promedio del índice NDSI en laguna grande de La Chanta



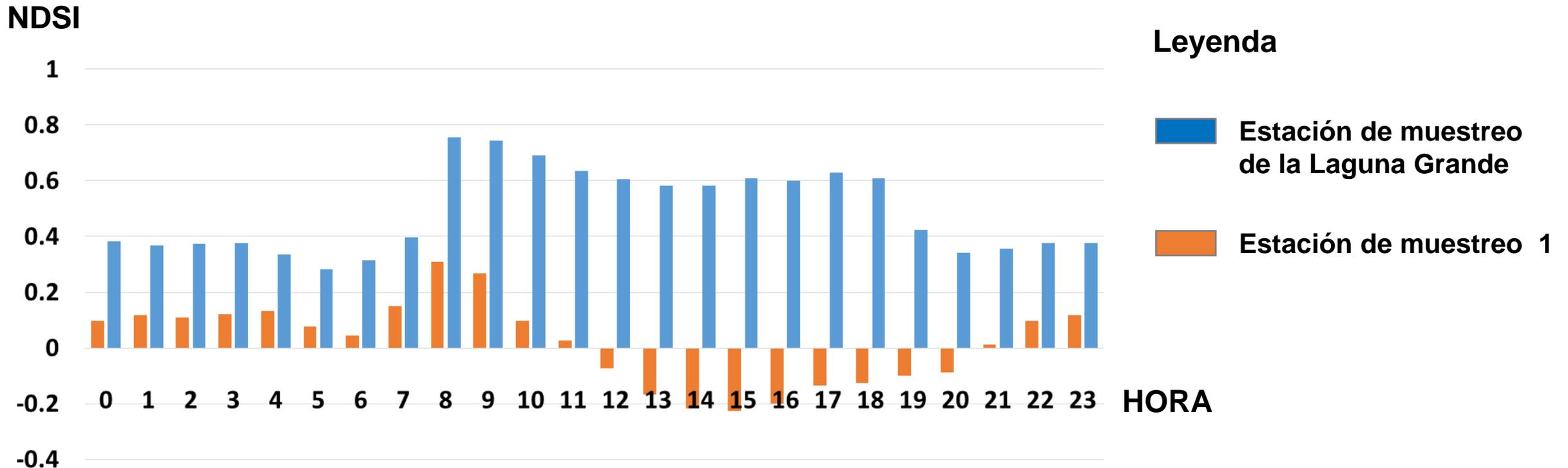
$LA_{eq} = 38 \text{ dBA}$   
 $LA_{90} = 26 \text{ dBA}$

## Distribución horaria de los valores promedio anuales del índice NDSI en laguna grande de La Chanta





### Distribución horaria de los valores promedio del índice NDSI en dos estaciones de monitoreo de La Chanta



Modificado de Iglesias Merchán et al. 2024.

 GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, JUSTICIA Y RELACIONES CON LAS CORTES

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado

Castellano     Buscar     Mi BOE     Menú 

Está Vd. en > [Inicio](#) > [Buscar](#) > Documento consolidado BOE-A-2003-20976

**Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.**

Publicado en: [«BOE» núm. 276](#), de 18/11/2003.  
Entrada en vigor: 08/12/2003  
Departamento: Jefatura del Estado  
Referencia: [BOE-A-2003-20976](#)  
Permalink ELI: <https://www.boe.es/eli/es/l/2003/11/17/37/con>

Seleccionar redacción:  

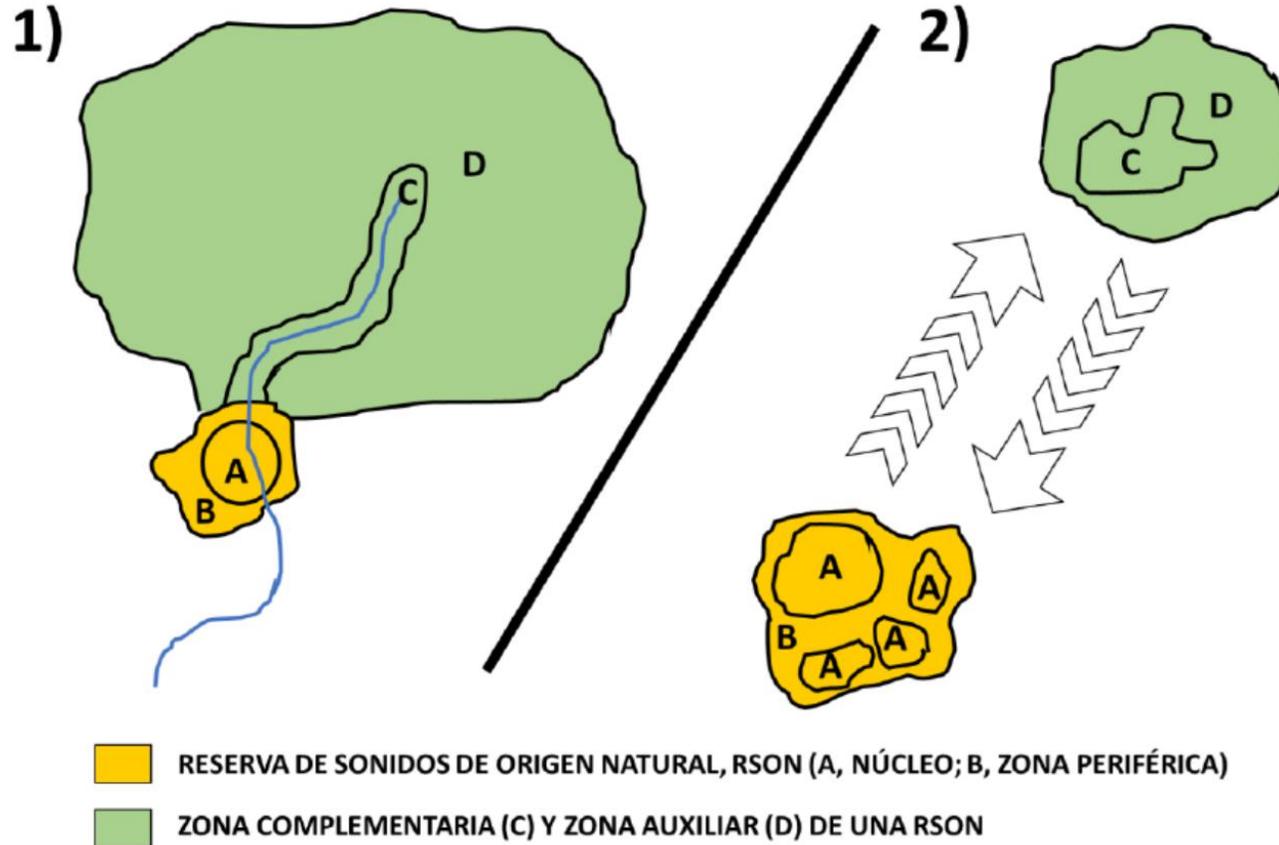
 [PDF](#)

## Artículo 21. Reservas de sonidos de origen natural.

Las comunidades autónomas podrán delimitar como reservas de sonidos de origen natural determinadas zonas en las que la contaminación acústica producida por la actividad humana no perturbe dichos sonidos.

Asimismo, podrán establecerse planes de conservación de las condiciones acústicas de tales zonas o adoptarse medidas dirigidas a posibilitar la percepción de aquellos sonidos.

**Fuente: BOE 2003**



## Propuesta de zonificación de las reservas de sonidos de origen natural (RSON)

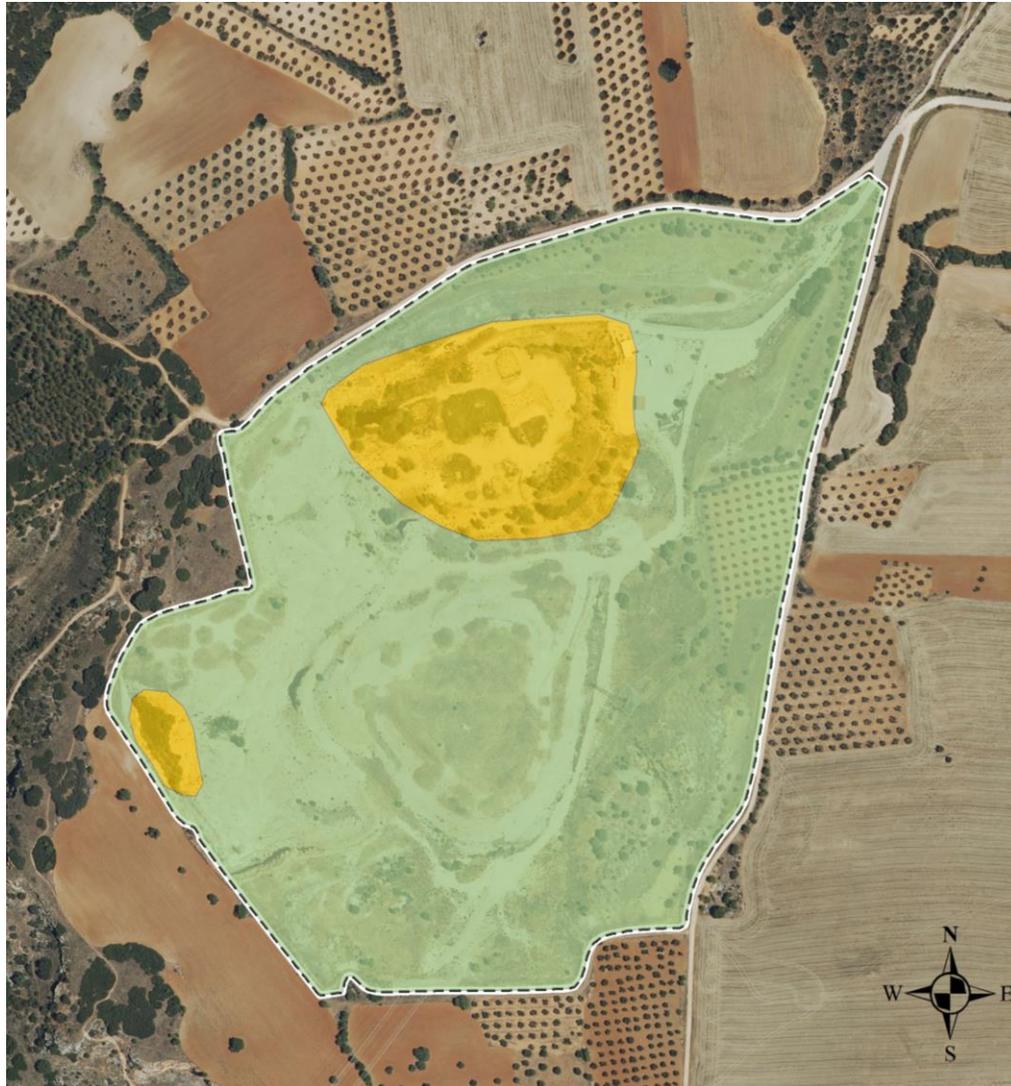
**Núcleo (A):** La zona nuclear de la reserva, o reserva integral.

**Zona periférica (B):** Zona tampón.

**Zona complementaria (C):** Zonas o elementos del territorio necesarios para el buen estado de salud de una RSON.

**Zona auxiliar (D):** Zona periférica de una zona complementaria (C).

Fuente: Iglesias-Merchán 2016



## Posible zonificación de La Chanta como reserva de sonidos de origen natural (RSON)

**Núcleo (A):** La zona nuclear de la reserva, o reserva integral.

**Zona periférica (B):** Zona tampón.

### Leyenda

#### Zona

-  A (Núcleo)
-  B (Zona Periférica)

Basado en Iglesias-Merchán 2016



## Referencias:

- BOCM. 2023. Acuerdo de 17 de mayo de 2023, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la segunda revisión del Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura. Comunidad de Madrid. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid 123: 108-151. [link](#)
- BOE. 2003. Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Boletín Oficial del Estado, 276, 40494-40505. [link](#)
- Brinzal. 2022. La Chanta. Informe anual de actividades 2021-2022. 62 pp. [link](#)
- Iglesias-Merchan, C. 2014. Evaluación del ruido ambiental en espacios naturales protegidos: implicaciones para su gestión. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. [link](#)
- Iglesias-Merchan, C. 2016. Guía para la caracterización de Reservas de Sonido de Origen Natural. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2016 (CONAMA 2016). Fundación CONAMA, Madrid. [link](#)
- Iglesias Merchán, C., Martín Herranz, L., Martínez Gascón, J.M., Gegúndez Cámara, P. 2024. La ecoacústica aplicada al seguimiento ambiental en la restauración de canteras. XII Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. CONEIA 2024. Vitoria, 10 al 12 de abril de 2024.
- Kasten, Eric P., Stuart H. Gage, Jordan Fox, and Wooyeong Joo. 2012. The Remote Environmental Assessment Laboratory's Acoustic Library: An Archive for Studying Soundscape Ecology. Ecological Informatics 12: 50-67. [link](#)
- Kendrick, P., Lopez, L., Waddington, D., & Young, R. (2016). Assessing the robustness of soundscape complexity indices. In International Congress on Sound and Vibration (Vol. 23, pp. 1-8). [link](#)
- Mola, I., Sopeña, A. y de Torre, R. (editores). 2018. Guía Práctica de Restauración Ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 77 pp. [link](#)
- Ortiz-Jiménez, L., Iglesias-Merchan, C., Barja, I. 2021. Behavioral responses of the European mink in the face of different threats: conspecific competitors, predators, and anthropic disturbances. Scientific Reports 11, 8266. [link](#)
- Raick, X., Di Iorio, L., Lecchini, D., Bolgan, M., & Parmentier, E. 2023. "To be, or not to be": critical assessment of the use of  $\alpha$ -acoustic diversity indices to evaluate the richness and abundance of coastal marine fish sounds. Journal of Ecoacoustics, 7(1). [link](#)

#CONAMA2024



Espacio  
**CONAMA**  
**INNOVA**

**¡GRACIAS!**