

# Estudio anual sobre la actividad de murciélagos en el Parque Eólico Buniel (Burgos)

Agosto de 2019



Promotor

RENOVABLES BUNIEL S.L.

Equipo redactor



**PROMOTOR**

RENOVABLES BUNIEL S.L.

**INFORME**

Estudio anual sobre la actividad de murciélagos en el Parque Eólico Buniel (Burgos)

**FECHA**

Agosto 2019

**AUTORES**

Juan Conde Jaquotot

Licenciado en Biología

juanjacu@gmail.com

Marta Sendra Vega

Doctora en Biología

msendra.vega@gmail.com

## Índice

1. Introducción .....	1
2. Materiales y Métodos .....	3
2.1 Área de estudio .....	3
2.2 Localización de los equipos de grabación .....	5
2.3 Metodología de grabación .....	7
2.4 Análisis de sonogramas .....	7
2.5 Recogida de datos climatológicos .....	8
2.6 Estadística.....	8
2.7 Búsqueda de refugios.....	9
3. Resultados .....	10
3.1 Diversidad de quirópteros registrados en la estación 1 y 2 .....	10
3.2 Especies de quirópteros con mayor actividad nocturna .....	13
3.3 Actividad nocturna dependiente de la hora .....	15
3.4 Número de vuelos y su relación con variables climatológicas. ....	16
3.4.1 Número de vuelos y su relación con la temperatura media, máxima y mínima para las estaciones 1 y 2.....	16
3.4.2 Número de vuelos y su relación con la velocidad del viento para las estaciones 1 y 2. ....	20
3.4.3 Número de vuelos y su relación con las precipitaciones para las estaciones 1 y 2. ..	24
3.5 Búsqueda de refugios en el área de estudio.....	27
3.6 Áreas de importancia para quirópteros. ....	28
4. Discusión .....	31
4.1 Importancia de las especies registrada en el área objeto de estudio.....	31
4.2 Valoración ambiental y conclusiones finales .....	36
5. Referencias.....	38

## 1. Introducción

Las energías renovables es una alternativa sostenible respecto a las energías convencionales. Dentro de las energías renovables, la energía eólica es la más se produce en España capaz de compensar el 18% de la demanda, generando 47.628 GWh en el año 2017 (Deloitte, 2017). España ha sido uno de los países pioneros y líderes en el aprovechamiento del viento para producir electricidad comienza a principios de la década de los ochenta. Treinta años después de instalarse el primer aerogenerador en el país, España consiguió ser el primer país del mundo en el que la energía eólica fuese la principal fuente de generación eléctrica durante un año entero (en 2013, con el 20,9% de la producción total), desde que el Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) promovió la fabricación de los primeros aerogeneradores íntegramente en el país (Espejo, 2004). Esto sitúa a España en un país muy avanzado en las soluciones tecnológicas que permiten su integración en red.

Desde la perspectiva regional las cinco CC.AA. líderes en energía eólica son: Castilla y León, Castilla-La Mancha, Andalucía, Galicia y Aragón, que suponen alrededor del 78% de la potencia instalada (Deloitte, 2017).

En los dos últimos años, España ha resultado importadora de electricidad. La energía eólica ha permitido que estas cifras no sean superiores y una mayor penetración de esta energía permitiría reducir o evitar en un futuro la necesidad de importar energía. Respecto a la energía eólica como energía verde, esta entre 2012 y 2017 evitó la emisión de 155 MTT de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en nuestro país (Deloitte, 2017).

Desde el punto de vista socioeconómico la contribución al empleo de la energía eólica puede ser directo e indirecto. El sector eólico puede estimular una serie de actividades en la cadena de valor, como la fabricación de componentes de aerogeneradores, instalación del equipamiento o la operación y mantenimiento de los parques eólicos. Estas actividades generan cuantiosos empleos y contribuyen notablemente al PIB y desarrollo regional (Simón et al., 2009; Del Río y Burguillo, 2009; Varela-Vázquez y Sánchez-Carreira, 2015). Del Río y Burguillo (2009) afirman que la creación de empleo es relevante, más allá de su cuantía absoluta, por su importancia en las áreas rurales o semiurbanas. El sector eólico representó en 2017 aproximadamente un 0,31% del PIB español.

Una vez citadas las ventajas de la energía eólica sus impactos no pasan desapercibidos. A continuación son citados cuatro de los impactos más importantes de la energía eólica:

- 1) Impactos sobre la fauna: colisiones, molestias y desplazamientos, efecto barrera y destrucción de hábitat.
- 2) Ocupación y degradación del terreno.
- 3) Impacto paisajístico.
- 4) Ruido.

Dentro del impacto sobre la fauna, los animales más sensibles a las colisiones y molestias con aerogeneradores son las aves y quirópteros. En murciélagos se han comprobado mortalidades relevantes en América y Europa (Osborn et al., 1996; Jonhson et al., 2000; Ahlén et al., 2002).

La evaluación de los parques eólicos en estos dos grupos de animales se realiza a partir de su mortalidad debido a colisiones y barotraumas. Regularmente las aves de mayor tamaño como buitres, milanos, ratoneros y cigüeñas son encontrados en el suelo tras su colisión con los aerogeneradores. Se espera que especies de menor tamaño también sufran estas colisiones y consecuencias, sin embargo, su baja detectabilidad debido a su pequeño tamaño y su alto índice de predación hace que los valores en su mortalidad queden subestimados en las vigilancias ambientales. Los quirópteros ibéricos son de pequeño tamaño, se encuentran comprendidos entre un peso de 5-60 g por lo que un estudio previo a la instalación de un parque eólico es fundamental para no lamentar las consecuencias en sus poblaciones. En Europa se han reportado colisiones de 23 especies de murciélagos en parques eólicos (Doubourg-Savage et al., 2009). Los estudios previos a la instalación de un parque eólico debe ser de al menos un año y tener como objetivo conocer la actividad nocturna, el uso del área, así como los refugios. El estudio de toda la temporada de Endl et al., (2004) indica un pico de mortalidad menor (10% de la mortalidad anual) a principios de junio y un pico de mortalidad mucho mayor (90%) en agosto-septiembre. El gran pico también es obvio en el estudio de temporada parcial en el parque eólico de Puschwitz en Sachsen (Trapp et al., 2002). La mortalidad afectó principalmente a los migrantes *N. noctula* y *P. nathusii*. Un pico de mortalidad a finales del verano también fue evidente en las dos muestras de Schwarzwald en 2004, aunque la especie que mayor mortalidad presentó fue la más frecuente; *Pipistrellus pipistrellus* (Rydell et al., 2010).

En la Tabla 1 quedan representadas las especies de quirópteros que se han encontrado muertas en parque eólicos de España (Rodríguez et al., 2008). Con toda esta información y debido a su sensibilidad, a largo plazo, los parques eólicos pueden poner en peligro la supervivencia de determinadas poblaciones de quirópteros (Kunz et al., 2007; Rodríguez et al., 2008).

Tabla 1. Especies de quirópteros hallados muertos en parques eólicos en España

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande
<i>Myotis blythii</i>	Murciélago ratonero mediano
<i>Myotis daubentonii</i>	Murciélago ratonero ribereño
<i>Myotis emarginatus</i>	Murciélago ratonero pardo
<i>Myotis bechsteinii</i>	Murciélago ratonero forestal
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago enano
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Murciélago de Cabrera
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Murciélago de Nathusius
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Murciélago de borde claro
<i>Hypsugo savii</i>	Murciélago montañero
<i>Nyctalus leisleri</i>	Nóctulo pequeño
<i>Nyctalus noctula</i>	Nóctulo mediano
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Nóctulo grande
<i>Eptesicus serotinus</i>	Murciélago hortelano
<i>Eptesicus isabellinus</i>	Murciélago hortelano ibérico
<i>Vespertilio murinus</i>	Murciélago bicolor
<i>Plecotus auritus</i>	Orejudo dorado
<i>Plecotus austriacus</i>	Orejudo gris
<i>Barbastella barbastellus</i>	Murciélago de bosque
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Murciélago de cueva
<i>Tadarida teniotis</i>	Murciélago rabudo

En el presente informe se realizará un estudio de las poblaciones de quirópteros presentes en la zona así como su actividad diaria relacionada con factores ambientales ante la previsión de un parque eólico ubicado en los términos municipales de Cavia, Cayuela, Frandovínez, Buniel, Albillos, Arcos de la llana, Villagonzalo Pedernales y Villariego.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Área de estudio

La zona de estudio se encuentra localizada al Suroeste de la ciudad de Burgos, son 2.700 hectáreas considerando el buffer de 1 km en la poligonal formada por los aerogeneradores (**Figura 1**). Los términos municipales donde se prevé la instalación son: Cavia, Cayuela, Frandovínez, Buniel, Albillos, Arcos de la llana, Villagonzalo Pedernales y Villariego. Además se considera un área de estudio de 10 km de buffer para la búsqueda de refugio. La altitud de la zona de estudio es de 900 m sobre el nivel del mar.

El área de estudio se compone de parcelas de secano de Trigo, Cebada, Girasol y alguna forrajera (veza, esparceta). Además de encontrarse la zona urbana de Cavia, Albillos y Cayuela.

Dentro del buffer de 1 Km se encuentran zonas de interés para los murciélagos como:

i) La ribera del Arlanzón. La presencia de masas arboladas como chopos puede servir de refugio a especies arborícolas. Además es un lugar atractivo para los quirópteros ya que proporcionan agua dulce y abundancia de insectos que se reproducen y viven en las orillas del río.

ii) La ribera del río los Ausines. Aquí también la presencia de masas arboladas puede servir de refugio a especies arborícolas

iii) Los pueblos, los edificios ofrecen refugio a especies antropófilas y las farolas atraen insectos que son cazados por algunas especies de murciélagos.

iii) Red Natura 2000, ningún espacio de la red Natura 2000 es encontrado dentro del área de estudio. Aunque linda con el área de la Red Natura código ES4120072 (riberas del río Arlanzón y sus afluentes). Dentro de este espacio se encuentran las especies de *Myotis myotis*, *Rinolophus hipposideros* y *Barbastella barbastellus* como especies dentro de la directiva 2009/147/EC y el anexo II de la directiva 92/43/EEC. No se han detectado, salvo un contacto de *Barbastella barbastellus*.

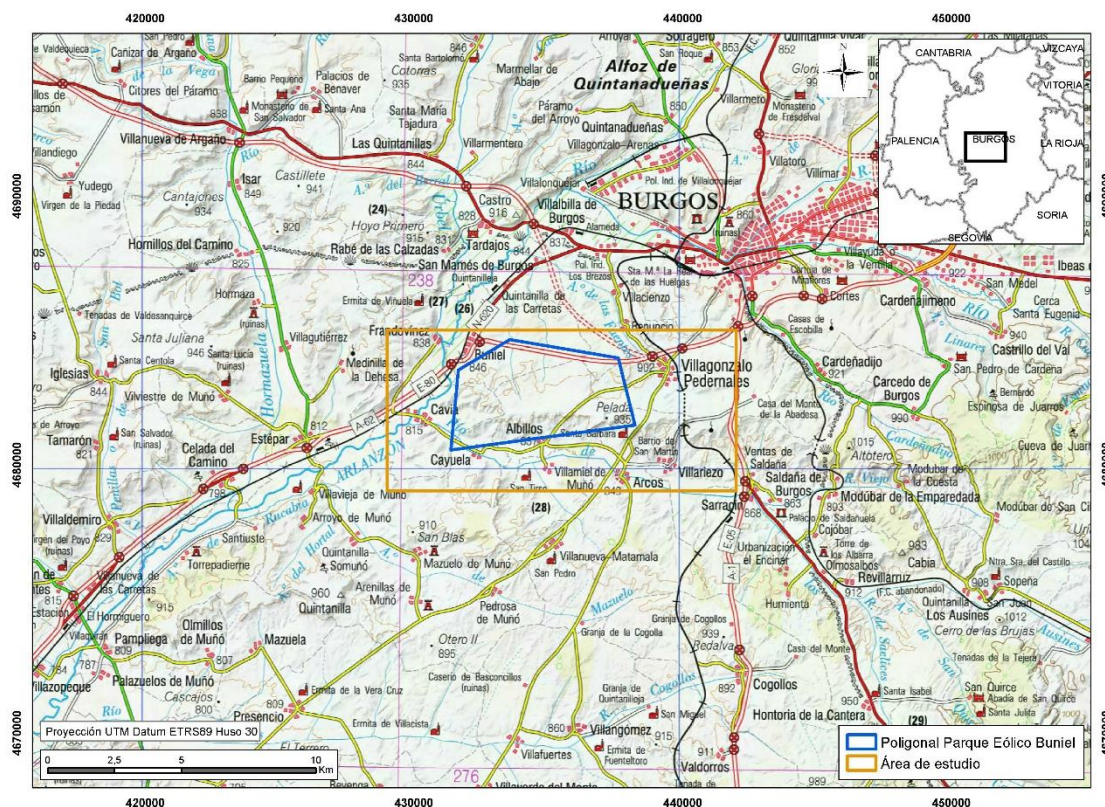


Figura 1. Área de estudio

## 2.2 Localización de los equipos de grabación

Se utilizaron dos equipos de grabación; song meter SM4BAT fullspectrum wildlife acoustics; acoplados a un micrófono de ultrasonidos SMM-U2 omnidireccional con un alcance teórico de 50 m.



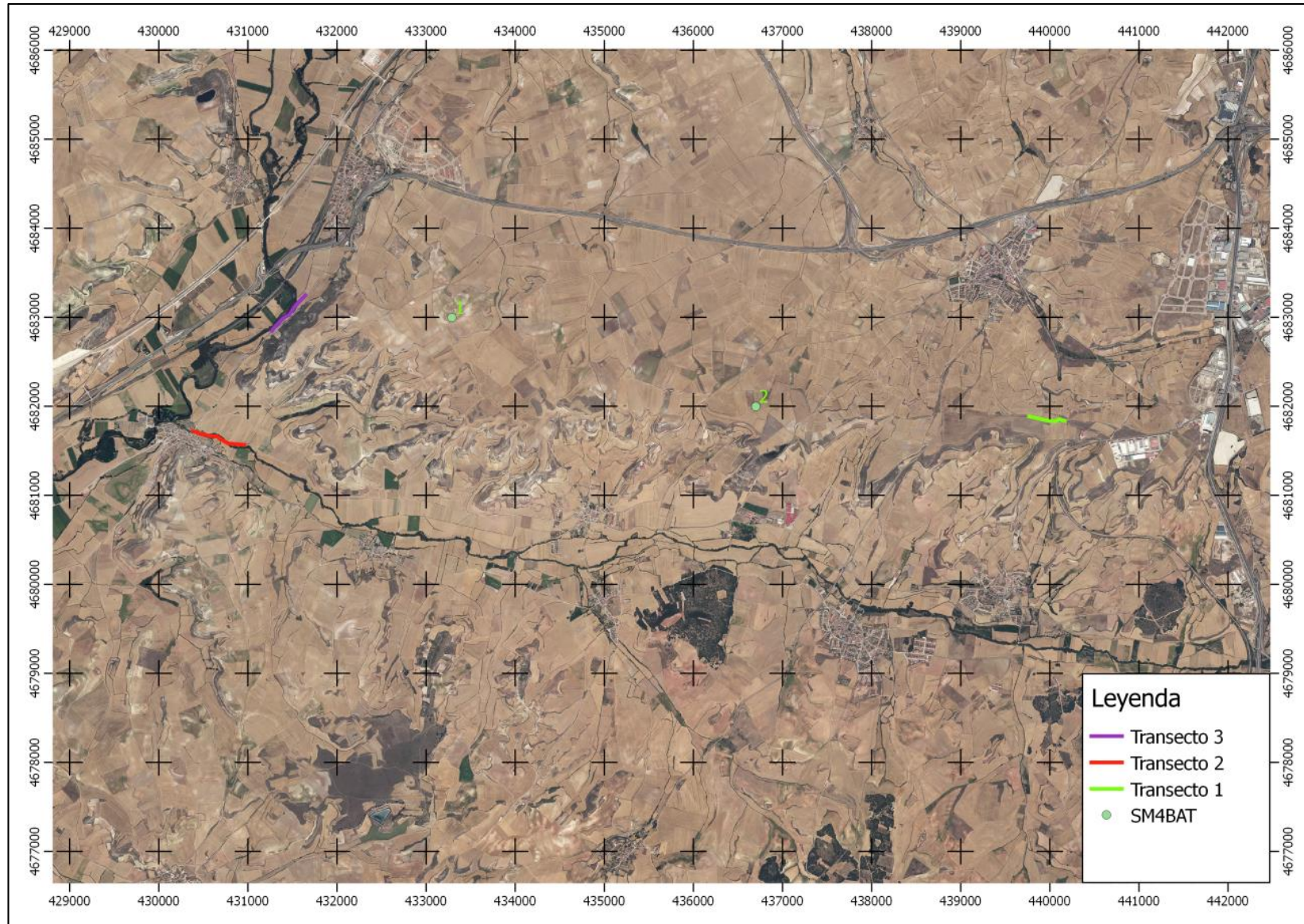
**Figura 2.** Equipo de grabación con micrófono (panel A) y equipo de grabación colocado en la estación 2 (panel B).

Las coordenadas donde se instalaron los instrumentos para el reconocimiento de los quirópteros se llamarán a lo largo del manuscrito como estación 1 (X: 433289, Y: 4682994 datum WGS84) y estación 2 (X: 436708, Y: 4681880 datum WGS84). Los equipos se pusieron a una altura de 10 m en un apoyo de alta tensión y en una torre meteorológica para la estación 1 y 2 respectivamente. Además, se han realizado transectos semanales con un detector de ultrasonidos móvil (Petterson D240X), para prospectar e identificar las áreas con mayor actividad de quirópteros.



**Figura 3.** Equipo de grabación Petterson D240X.





**Figura 4.** Localización de las estaciones 1 y 2 (SM4BAT) y de los transectos semanales (1, 2 y 3)

## 2.3 Metodología de grabación

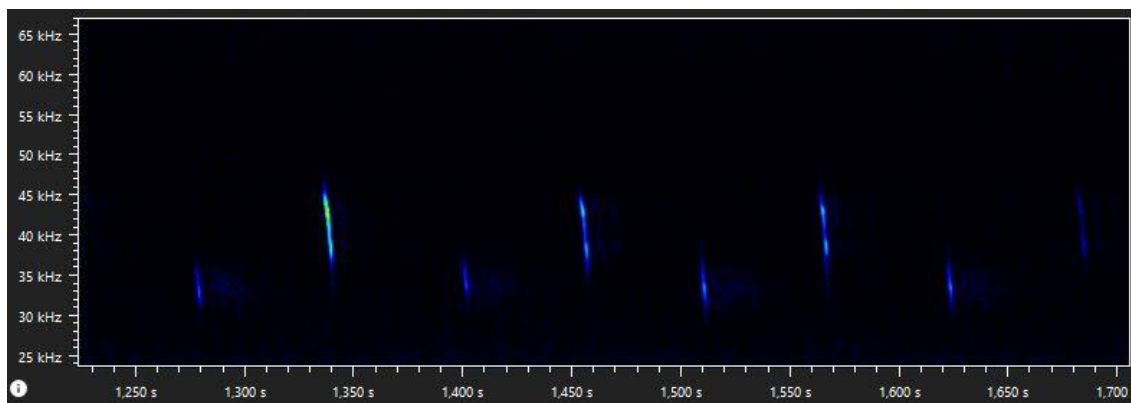
Las fechas de grabación están comprendidas entre 1 de junio de 2018 al 30 de mayo de 2019. Para generar la base de datos de registros, se han desarrollado los siguientes censos:

- i) Muestreos en grabación continua desde el ocaso hasta el alba (estación 1 y 2). Los equipos están programados para hacer un barrido desde una frecuencia de 12 hasta 256 MHz. El número de registros o número de vuelos de los quirópteros serán reconocidas por estar separados por una duración de 15 s unos de otros.
- ii) Transectos semanales (transectos 1, 2 y 3) después de la puesta de sol.
- iii) En los meses de febrero y marzo queda representado en el plan de trabajo la búsqueda de refugios de quirópteros en el buffer de 10 Km alrededor de la poligonal de los aerogeneradores.

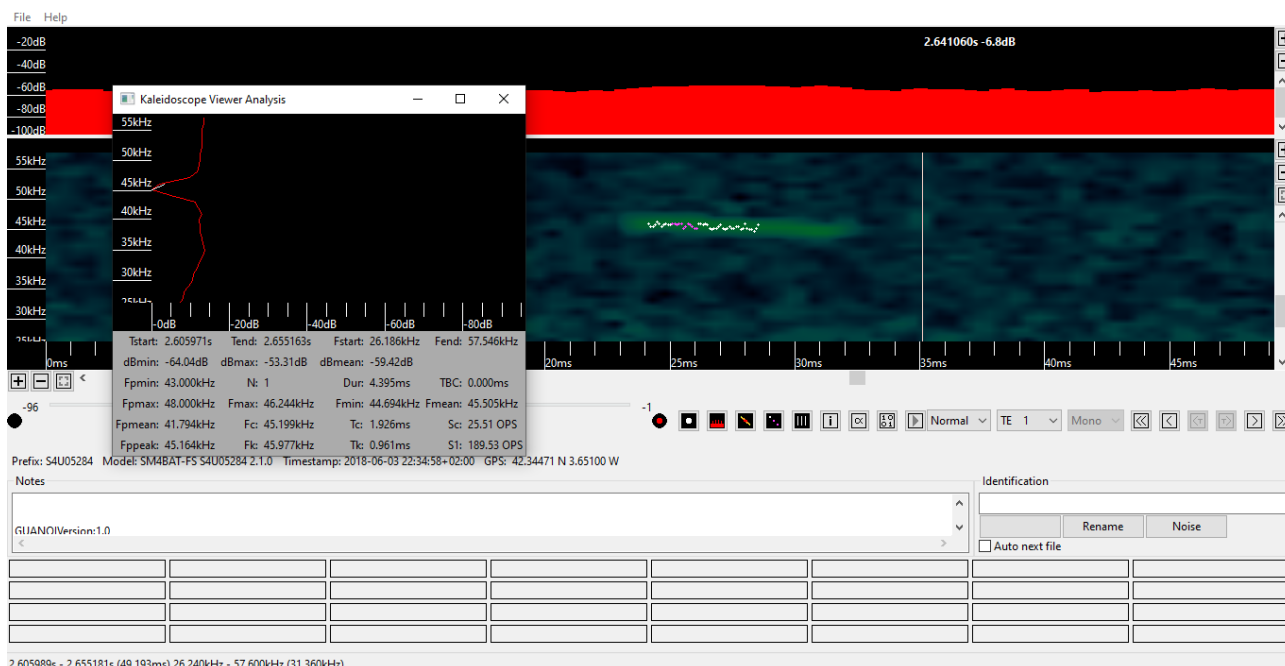
## 2.4 Análisis de sonogramas

Todas las grabaciones han sido analizadas utilizando varios softwares específicos de ultrasonidos; BatExplorer v.2.0.5.0 y el Kaleidoscope v.5.1.6.

Un primer tratamiento de las grabaciones se realizó con el Kaleidoscope para un mejor reconocimiento de las llamadas y rechazar el ruido ambiental de las grabaciones y en segundo lugar se confirmaron los resultados (reconocimiento de las especies encontradas) con el BatExplorer, donde se clasificaron las especies de acuerdo al método Barataud, 1996; tomando en consideración distintas características de los pulsos como la frecuencia inicial y final, frecuencia de máxima amplitud, duración de los pulsos e intervalos entre pulsos. En la **Figura 5** se representa un claro ejemplo de una llamada de *Barbastella barbastellus* en la estación 1 para el día 12 de septiembre de 2018.



**Figura 5.** Reconocimiento de la especie *Barbastella barbastellus* mediante el análisis del sonograma mediante el software BATEXplorer v.2.0.5.0



**Figura 6.** Panel del programa Kaleidoscope v.5.1.6. de análisis de grabaciones, con una llamada de *Pipistrellus pipistrellus*.

## 2.5 Recogida de datos climatológicos

Las variables climatológicas tal y como resalta la literatura existente es clave para entender el comportamiento de los quirópteros (Atienza et al., 2011). Por esto, datos diarios de las variables como temperatura (máxima, mínima y media), velocidad del viento y precipitaciones fueron recogidos desde la agencia estatal de meteorología del aeropuerto de Burgos. Esta estación está localizada a 12 Km en línea recta del área de estudio. La web para comprobar dichas variables es:

<http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/ultimosdatos?k=cle&l=2331&w=0&datos=img&x=h24&f=temperatura>

## 2.6 Estadística

Las representaciones gráficas así como la estadística se han realizado con el programa Sigmaplot v.11. Se han realizado correlaciones entre en número de vuelos, el porcentaje y el porcentaje acumulado de vuelos con las variables ambientales como temperatura media, velocidad del viento y precipitaciones. Estas correlaciones se han calculado mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados significativos se han determinado mediante un p valor <0.05. Se han hecho ajustes sigmoideos e hipérbolos para ajustar de la mejor manera posible nuestros datos a curvas conocidas, así podemos obtener valores predictivos sobre nuestra variable dependiente.

## 2.7 Búsqueda de refugios

Para la búsqueda de refugios invernales tal y cómo recomienda las Directrices básicas para el estudio del impacto de instalaciones eólicas sobre poblaciones de murciélagos en España (Atienza et al., 2011), se han visitado durante la temporada invernal los posibles refugios en un área de 10 kilómetros desde la poligonal de los parques.

Para la recopilación previa de datos se ha consultado la única bibliografía disponible, Los murciélagos de Castilla y León, atlas de distribución y tamaño de las poblaciones, de Jesús Fernández Gutiérrez. Se disponía además de una capa shp con los refugios prospectados durante el trabajo de campo para la realización de dicho atlas, facilitado por el Servicio Territorial de Soria.

En total se han realizado 4 jornadas de prospecciones en las fechas 6 de febrero, 5, 7 y 13 de marzo.

### 3. Resultados

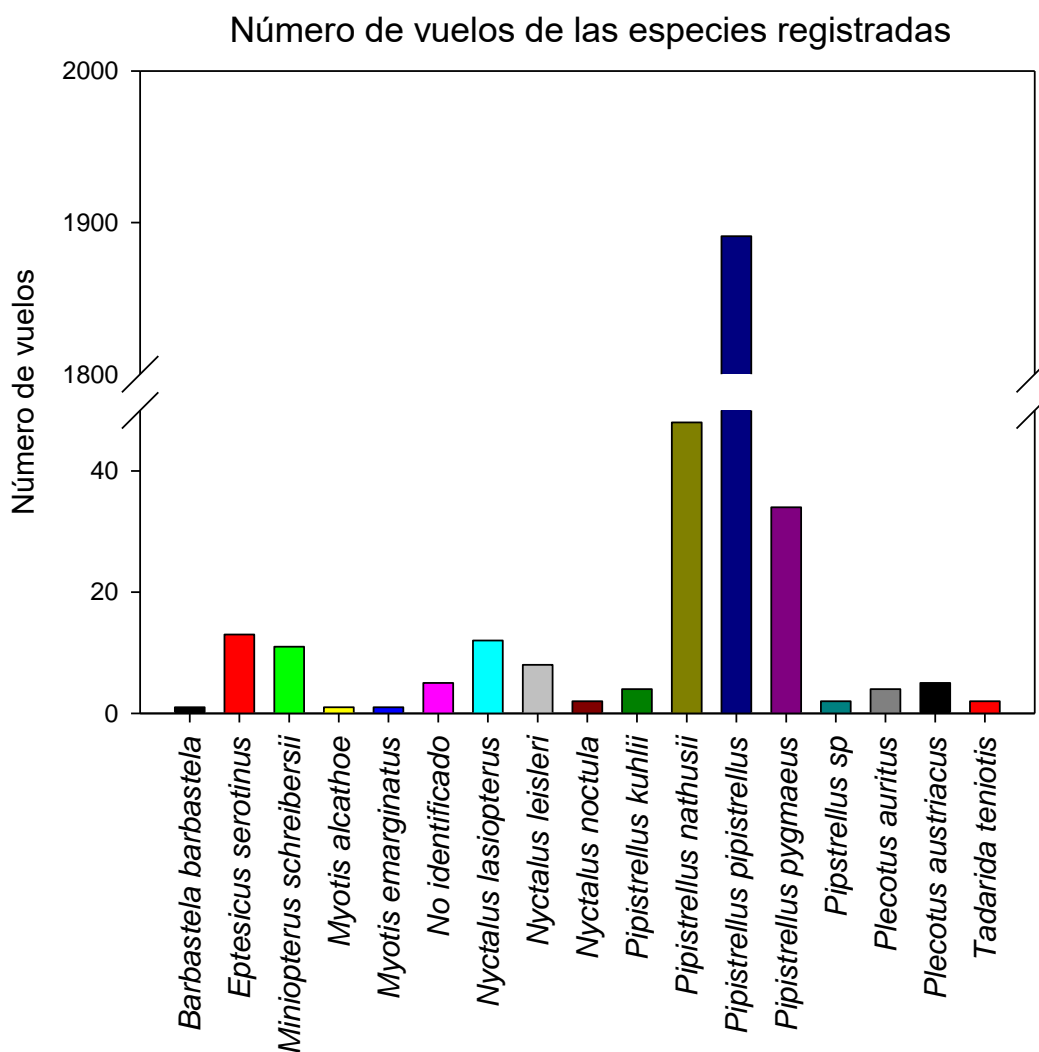
#### 3.1 Diversidad de quirópteros registrados en la estación 1 y 2

Las grabaciones nocturnas continuas en estas dos zonas de estudio nos han permitido identificar un total de 18 especies distintas para ambos puntos. Las especies registradas fueron: *Barbastella barbastellus*, *Eptesicus serotinus*, *Hypsugo savii*, *Miniopterus schreibersii*, *Myotis alcaho*, *Myotis daubentonii*, *Myotis emarginatus*, *Nyctalus lasiopterus*, *Nyctalus leisleri*, *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Plecotus auritus*, *Plecotus austriacus*, *Tadarida teniotis* y *Vespertilio murinus*. En total fueron analizados 3.060 registros para ambas estaciones, una vez eliminados los archivos correspondientes a ruido ambiental o de otros grupos animales, principalmente ortópteros que suponían un total de 11.070 archivos. En las **Figuras 7 y 8** se muestran el número total de vuelos para las distintas especies de murciélagos registradas en la estación 1 y 2 respectivamente. En las **Tabla 2** quedan representadas las especies el número de vuelos totales y el porcentaje de vuelos para cada una de ellas.

**Tabla 2.** Especies identificadas, número de vuelos y porcentaje de vuelos por estación

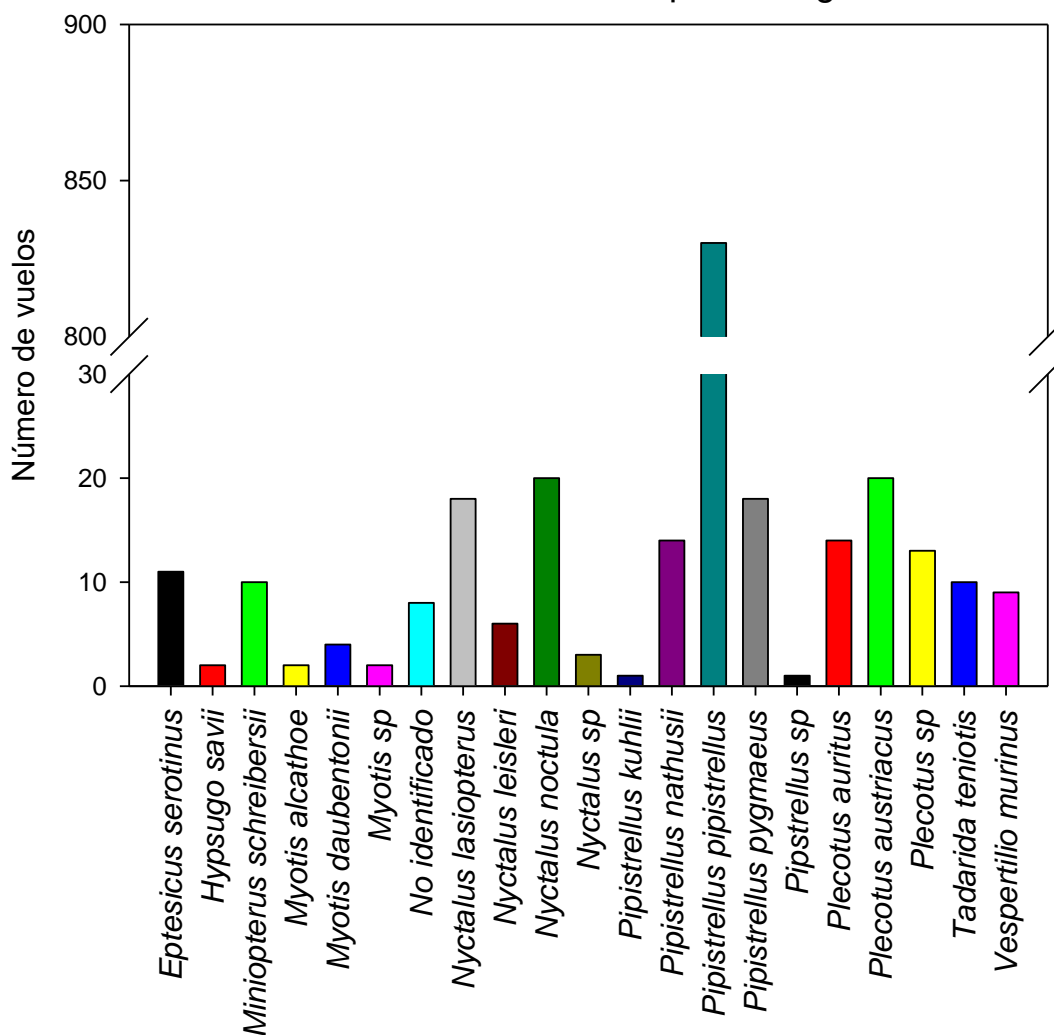
Estación 1			Estación 2		
Especies	Nº de vuelos	% de vuelos	Especies	Nº de vuelo s	% de vuelos
<i>Barbastella barbastellus</i>	1	0,05	<i>Eptesicus serotinus</i>	11	1,08
<i>Eptesicus serotinus</i>	13	0,64	<i>Hypsugo savii</i>	2	0,20
<i>Miniopterus schreibersii</i>	11	0,54	<i>Miniopterus schreibersii</i>	10	0,98
<i>Myotis alcaho</i>	1	0,05	<i>Myotis alcaho</i>	2	0,20
<i>Myotis emarginatus</i>	1	0,05	<i>Myotis daubentonii</i>	4	0,39
No identificado	5	0,24	<i>Myotis emarginatus</i>	2	0,20
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	12	0,59	No identificado	8	0,79
<i>Nyctalus leisleri</i>	8	0,39	<i>Nyctalus lasiopterus</i>	18	1,77
<i>Nyctalus noctula</i>	2	0,10	<i>Nyctalus leisleri</i>	6	0,59
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	4	0,20	<i>Nyctalus noctula</i>	20	1,97
<i>Pipistrellus nathusii</i>	48	2,35	<i>Nyctalus sp</i>	3	0,30
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1.891	92,51	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	1	0,10
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	34	1,66	<i>Pipistrellus nathusii</i>	14	1,38
<i>Pipistrellus sp</i>	2	0,10	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	830	81,69
<i>Plecotus auritus</i>	4	0,20	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	18	1,77
<i>Plecotus austriacus</i>	5	0,24	<i>Pipistrellus sp</i>	1	0,10
<i>Tadarida teniotis</i>	2	0,10	<i>Plecotus auritus</i>	14	1,38
			<i>Plecotus austriacus</i>	20	1,97
			<i>Plecotus sp</i>	13	1,28
			<i>Tadarida teniotis</i>	10	0,98
			<i>Vespertilio murinus</i>	9	0,89

En la estación 1 (**Figura 7**) fueron registrados un total de 2.044 vuelos de 15 especies distintas, mientras en la estación 2 (**Figura 8**) fueron registrados un total de 1.016 vuelos de 18 especies distintas. Estos muestreos muestran una gran cantidad de especies detectadas, pero hay que destacar que más del 85% de los registros son de *Pipistrellus pipistrellus*, y el resto de especies detectadas no llegan al 2,5%, por lo que parece que el área no forma parte de su área de campeo. Sin embargo, no todos los sonogramas pudieron ser identificados con seguridad. Estos registros de ultrasonidos quedan identificados en la **Figuras 7 y 8** como registros no identificados, en la estación 1 fueron no identificados 8 número de vuelos mientras en la estación 2 fueron no identificados 5 registros.



**Figura 7.** Número de vuelos de las especies registradas en el punto 1 del estudio.

### Número de vuelos de las especies registradas



**Figura 8.** Número de vuelos de las especies registradas en el punto 2 del estudio.

En la **Tabla 3** se muestran los meses en los que se produjo mayor actividad nocturna de quirópteros, así como el número de noches y la tasa de vuelos por noche. En la estación 1 se registraron 2.044 vuelos en 159 noches, mientras que en la estación 2 se registraron 1.016 vuelos en 169 noches. La tasa de vuelo por noche en la estación 1 en la mayoría de los meses duplica el valor respecto a la estación 2. Los valores más altos de vuelo por noche tanto para la estación 1 como para la estación 2 fue el mes de junio con un valor de 27,18 y 9,58 respectivamente, ambas en los meses de julio, que es el mes donde más actividad ha existido.

Todos estos datos quedan condicionados por los *Pipistrellus pipistrellus* ya que son la especie que acapara la mayor parte de los registros.

**Tabla 3.** Número de vuelos mensuales registrados por noche y tasa de vuelos para la estación 1 y 2.

Estación 1				Estación 2			
Mes	Nº de noches	Nº de vuelos	Vuelos /noche	Mes	Nº de noches	Nº de vuelos	Vuelos /noche
Junio	27	585	21,67	Junio	27	204	7,56
Julio	28	761	27,18	Julio	31	297	9,58
Agosto	29	176	6,07	Agosto	24	168	7,00
Septiembre	19	271	14,26	Septiembre	28	139	4,96
Octubre	20	95	4,75	Octubre	23	109	4,74
Noviembre	3	3	1,00	Noviembre	2	4	2,00
Diciembre	2	3	1,50	Diciembre	1	1	1,00
Enero	0	0	0,00	Enero	0	0	0,00
Febrero	0	0	0,00	Febrero	1	3	3,00
Marzo	2	31	15,50	Marzo	6	14	2,33
Abril	16	53	3,31	Abril	10	23	2,30
Mayo	13	66	5,08	Mayo	16	57	3,56

### 3.2 Especies de quirópteros con mayor actividad nocturna

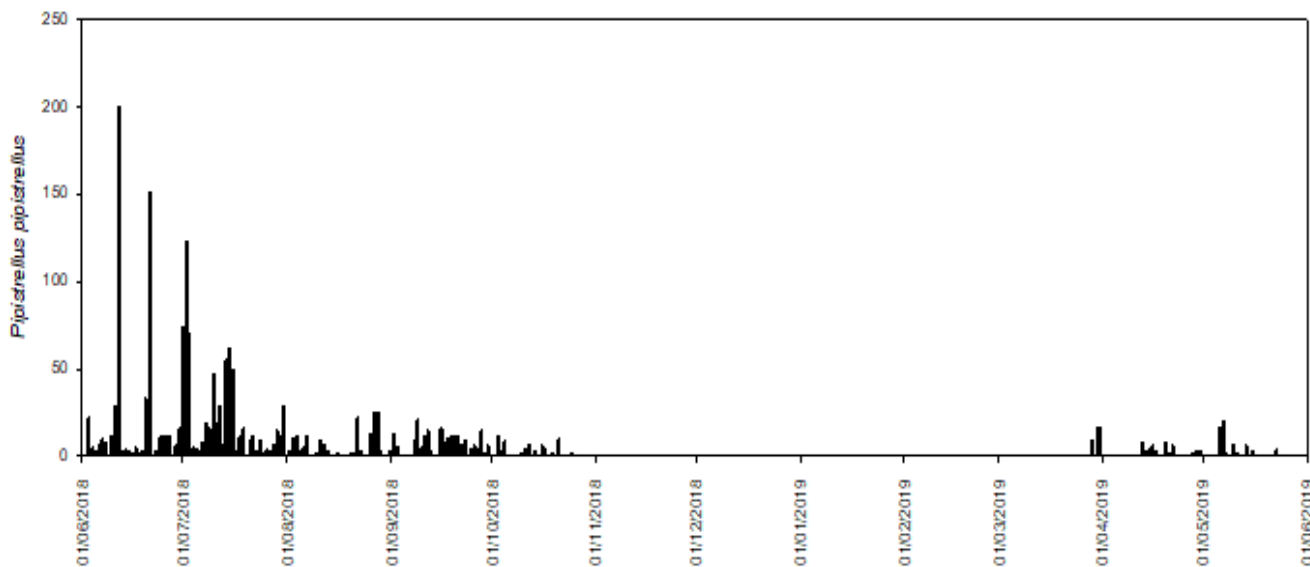
*Pipistrellus pipistrellus* fue la especie con mayor actividad nocturna para las estaciones 1 y 2 en el periodo estudiado. La estación 1 contó con 1.891 registros, mientras en la estación 2 se observaron 830 registros. Esto corresponde a que un 92,51% y 81,69% de los registros son *Pipistrellus pipistrellus*. Para ninguna de las 2 estaciones ninguna otra especie superó el 2,5% del total en la actividad nocturna.

Por este motivo fue estudiada la actividad nocturna de *Pipistrellus pipistrellus* en ambas estaciones para los meses de estudio (**Figura 9 y 10**), ya que el resto de especies sólo han usado el espacio principal del estudio para la realización de migraciones o movimientos dispersivos, y en cualquier caso son registros muy puntuales.

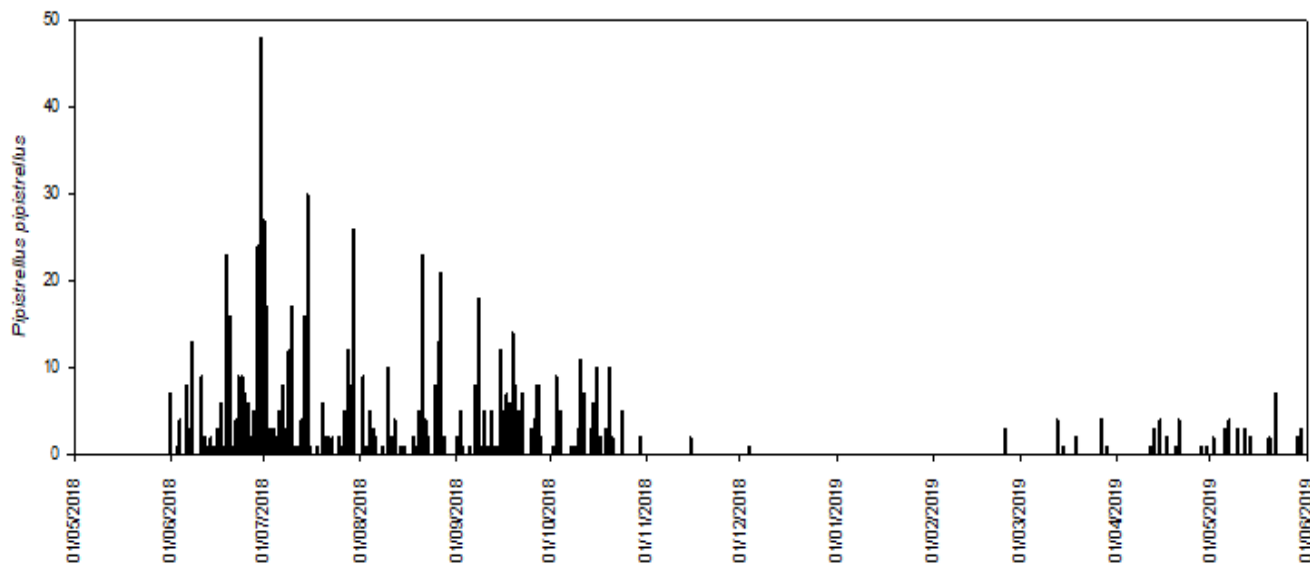
En la estación 1 (**Figura 9**) la actividad nocturna de este pequeño murciélago es más continua durante los meses de julio produciéndose un descenso de su actividad a partir de agosto y con registros esporádicos en noviembre y diciembre con 4 y 1 respectivamente, coincidiendo con días anormalmente cálido en noviembre. El mayor número de registros es encontrado el 12 de junio de 2018 con 200 registros. En la estación 2 (**Figura 10**) la máxima actividad nocturna de *Pipistrellus pipistrellus* se produce durante los meses de julio produciéndose un descenso paulatino de la actividad hasta llegar a noviembre donde desaparecen a sus refugios de invernada. El mayor número de registros encontrados en la estación 2 se produjo el 1 de julio de 2018 con 48 registros.



Se puede observar como el pico máximo de actividad para *Pipistrellus pipistrellus* queda desplazado aproximadamente por 15 días entre la estación 1 y 2. La explicación más probable es que el punto 1 se sitúa a 1,5 kilómetros de unas bodegas del pueblo de Buniel, y probablemente se trate de una zona de invernada para la especie y una vez finalizado este periodo salen a camppear en áreas cercanas.



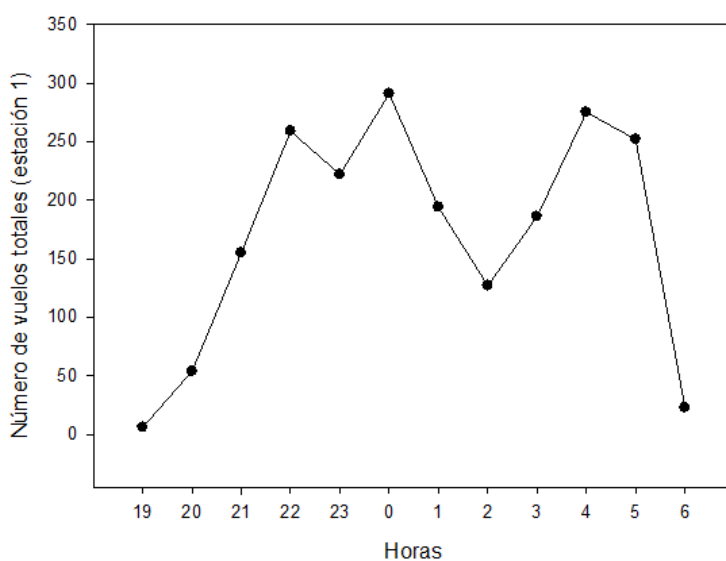
**Figura 9.** Número de vuelos para la especie *Pipistrellus pipistrellus* registradas en el punto 1 del estudio.



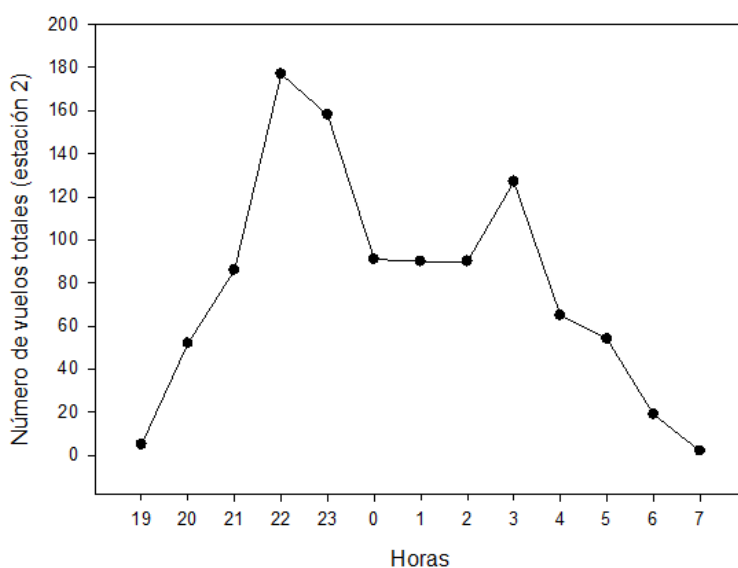
**Figura 10.** Número de vuelos para la especie *Pipistrellus pipistrellus* registradas en el punto 2 del estudio.

### 3.3 Actividad nocturna dependiente de la hora

En las **Figura 11** y **Figura 12** queda representado el número de vuelos totales por horas de grabación para las estaciones 1 y 2. En las figuras se puede observar cómo la mayor actividad de ambas estaciones se produce desde las 21:00 hasta las 00:00, decayendo la actividad después. Sin embargo, en la estación 1 hay un repunte de la actividad a las 4:00 y 5:00 que no se ve en la estación 2. Posiblemente se trate de nuevo a que este punto se sitúa algo más cerca de zonas más propensas a albergar refugios, ya que es una característica típica de los quirópteros merodear el área cercana a sus refugios antes del amanecer.



**Figura 11.** Número de vuelos totales en función de las horas para la estación 1



**Figura 12.** Número de vuelos totales en función de las horas para la estación 2

A continuación, vamos a visualizar estos mismos resultados en la **Tabla 4**. Podemos observar como para la estación 1 a las 4:00 h es cuando más registros fueron recogidos con un total de 256, mientras en la estación 2, la hora de máxima actividad fue a las 22:00 h con un total de 144 registros.

**Tabla 4.** Número de vuelos por hora para la estación 1 y 2.

Estación 1		Estación 2	
Hora	Nº de vuelos	Hora	Nº de vuelos
19	5	19	5
20	48	20	45
21	138	21	71
22	238	22	144
23	213	23	134
0	273	0	75
1	174	1	77
2	115	2	73
3	178	3	107
4	256	4	54
5	237	5	39
6	16	6	6

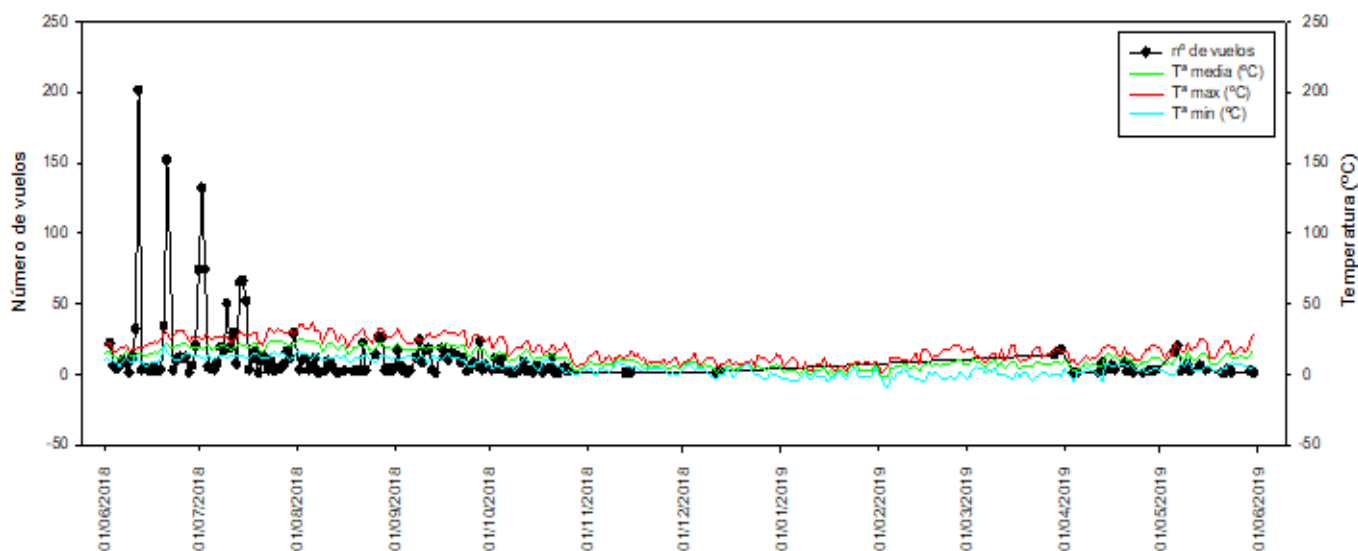
### 3.4 Número de vuelos y su relación con variables climatológicas.

#### 3.4.1 Número de vuelos y su relación con la temperatura media, máxima y mínima para las estaciones 1 y 2.

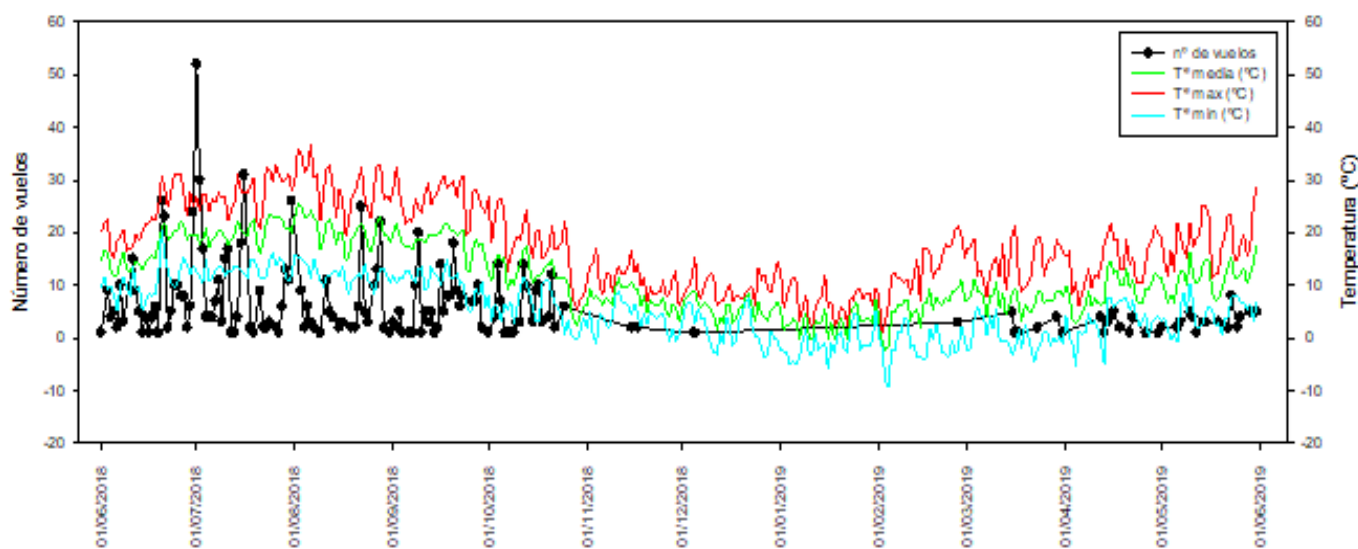
En el periodo de estudio considerado se han registrado temperaturas máximas de 37 °C y mínimas de -9,5 °C. Se ha encontrado una correlación positiva entre el porcentaje de vuelos acumulados y la temperatura para ambas estaciones con un coeficiente de correlación positivo y significativo ( $p < 0.001$ ). Los coeficientes de correlación de Pearson fueron de 0,92 y 0.94 para las estaciones 1 y 2 respectivamente.

En las **Figura 13** y **14** quedan representados el número de vuelos por día durante el periodo de estudio. En estas mismas Figuras también quedan representadas las temperaturas medias, máximas y mínimas registradas durante este periodo. Se puede observar que para ambas estaciones la máxima actividad se realiza en los meses más cálidos, como era de esperar. En octubre la actividad de los murciélagos es baja y es prácticamente desde noviembre hasta abril, aunque la climatología del mes de la primavera de 2.019 fue bastante invernal, registrándose heladas hasta entrado el mes de mayo, como el 6 de ese mes con una temperatura de -0,6.

En las **Figuras 13** y **14** también es importante destacar que la actividad máxima de los murciélagos en ambas estaciones durante la época estival no se produce de forma continua. Hay picos máximos y mínimos cíclicos que repiten su patrón aproximadamente todas las semanas.



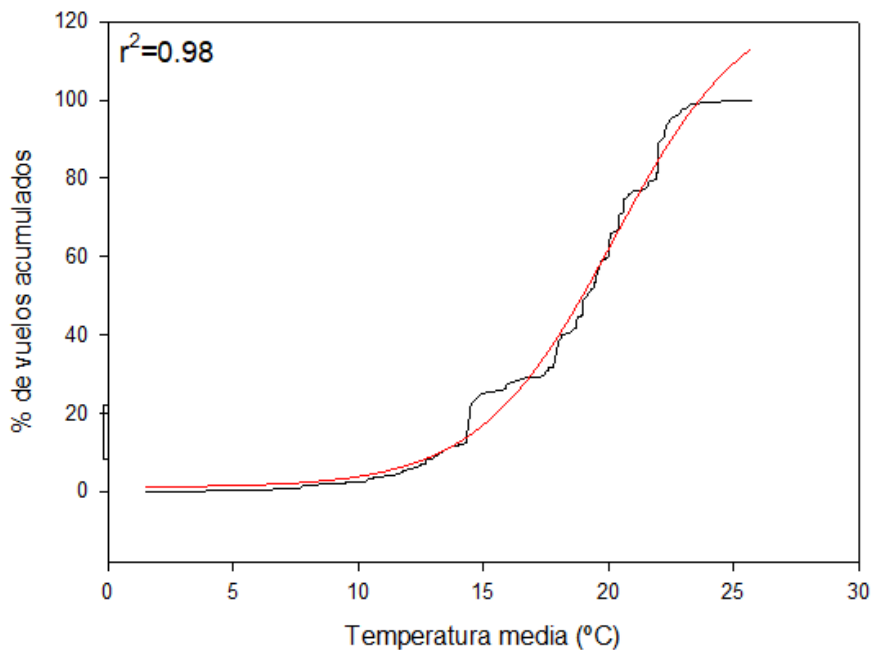
**Figura 13.** Número de vuelos de quirópteros con la temperatura media, máxima y mínima para la estación 1.



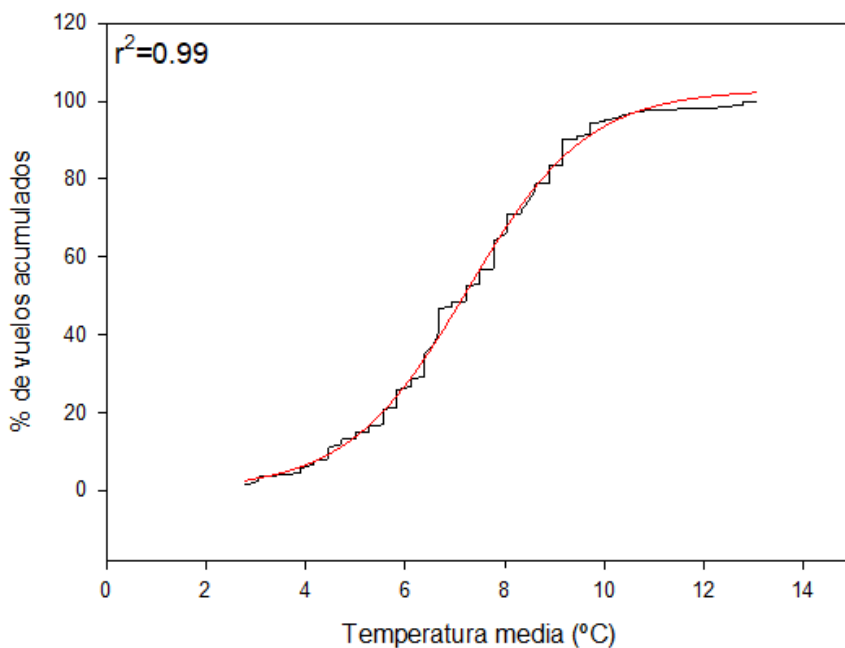
**Figura 14.** Número de vuelos de quirópteros con la temperatura media, máxima y mínima para la estación 2.

En la **Figura 15** y **16** se muestra porcentaje acumulado de vuelos en función de la temperatura media durante el periodo de estudio para la estación 1 y 2. Ambas curvas (estación 1 y 2) sea justaron perfectamente a una sigmoide donde su  $r^2$  fueron 0,99 para ambas estaciones. Con una temperatura media de menos de 10 grados no se produce

más que un 3% de los vuelos. Para llegar a un valor del 50% de los vuelos la temperatura media ha de ser de 19 °C. Con una temperatura media diario de 22°C ya se obtienen el 90% de los registros. La correlación de Pearson fue de 0,93 y de 0,94 respectivamente.

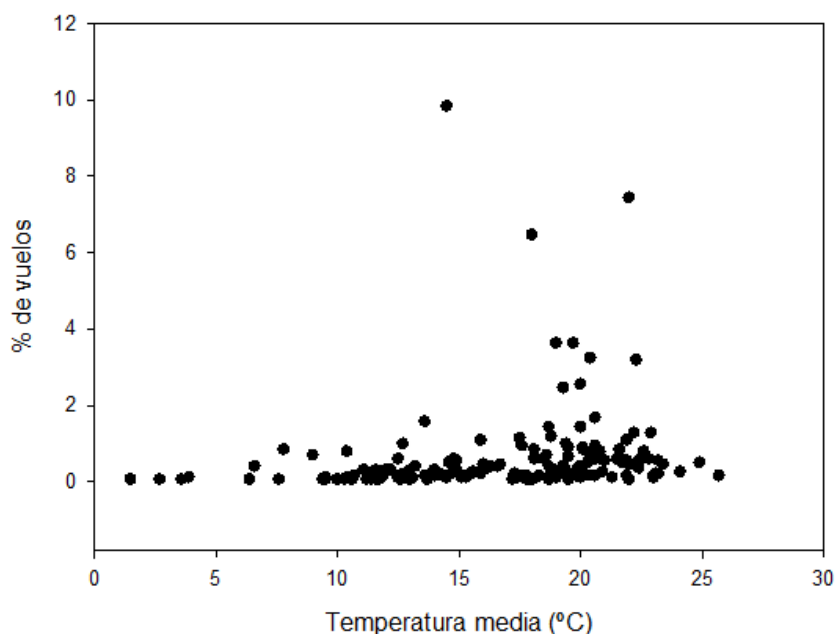


**Figura 15.** Porcentaje de número de vuelo acumulado en función de la temperatura media para el punto 1.

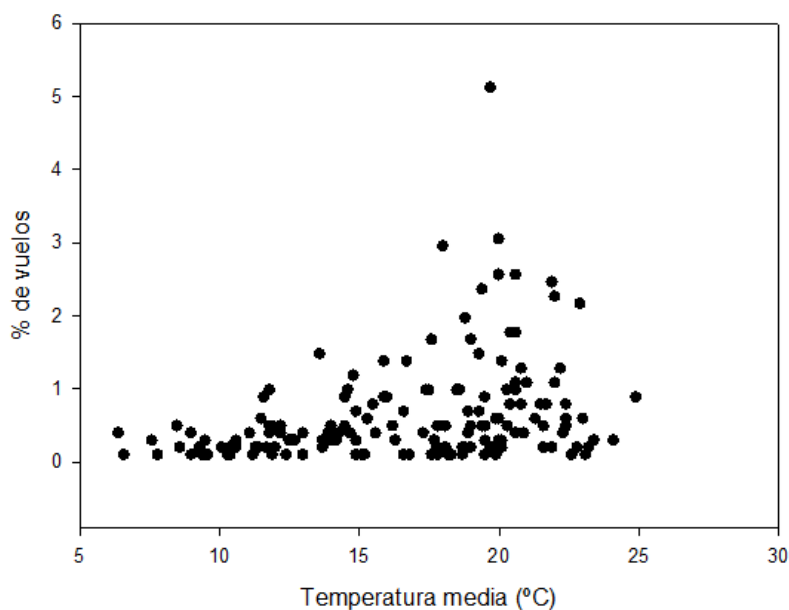


**Figura 16.** Porcentaje de número de vuelo acumulado en función de la temperatura media para el punto 2.

En las **Figuras 17 y 18** son mostrados el porcentaje de vuelos en función de la temperatura media. Podemos observar como en la estación 1 se produjo una correlación significativa ( $p < 0.05$ ). Produciéndose el porcentaje de vuelos más altos a los 20 °C (**Figura 17**). Sin embargo, para la estación 2 no fue posible mediante este análisis observar correlación alguna (**Figura 18**). Solo se pudo observar correlación significativa con la temperatura media cuando fue tratada este conjunto de datos sin los porcentajes altos de *P. pipistrellus*.



**Figura 17.** Porcentaje de número de vuelos en función de la temperatura media para el punto 1.



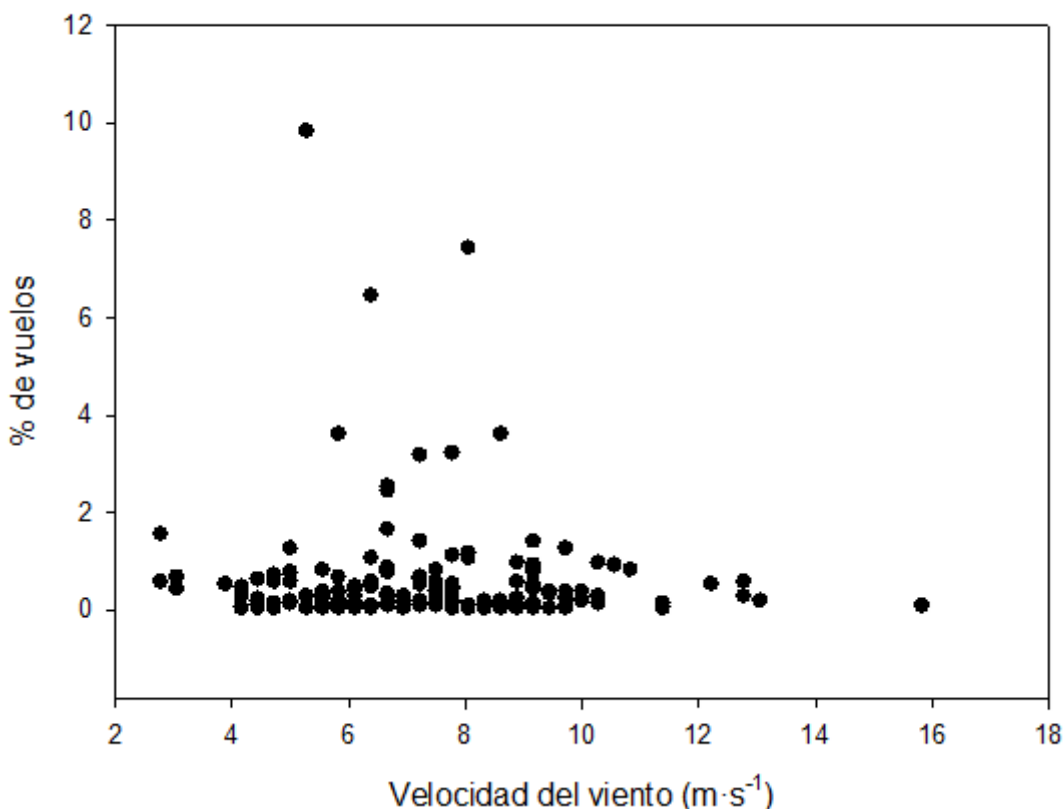
**Figura 18.** Porcentaje de número de vuelos en función de la temperatura media para el punto 2.

### 3.4.2 Número de vuelos y su relación con la velocidad del viento para las estaciones 1 y 2.

En el periodo de estudio considerado se han registrado jornadas con velocidades de viento máximas de 16 m/s y mínimas de 2 m/s. Los vientos fuertes mayores a 7 m/s se localizan en semanas concretas y son independientes del mes de estudio.

Se ha encontrado una correlación positiva entre el porcentaje de vuelos acumulados y la velocidad del viento para ambas estaciones con un coeficiente de correlación positivo y significativo ( $p < 0.001$ ). Los coeficientes fueron de 0.93 y 0.97 para las estaciones 1 y 2 respectivamente.

En las **Figura 19** y **20** quedan representados el número de vuelos por día durante el periodo comprendido entre junio y noviembre. En estas mismas Figuras también quedan representadas mediante la línea verde la velocidad del viento en m/s registrado durante este periodo. La oscilación en la velocidad del viento entre semanas es un patrón que se repite a lo largo del periodo de estudio.



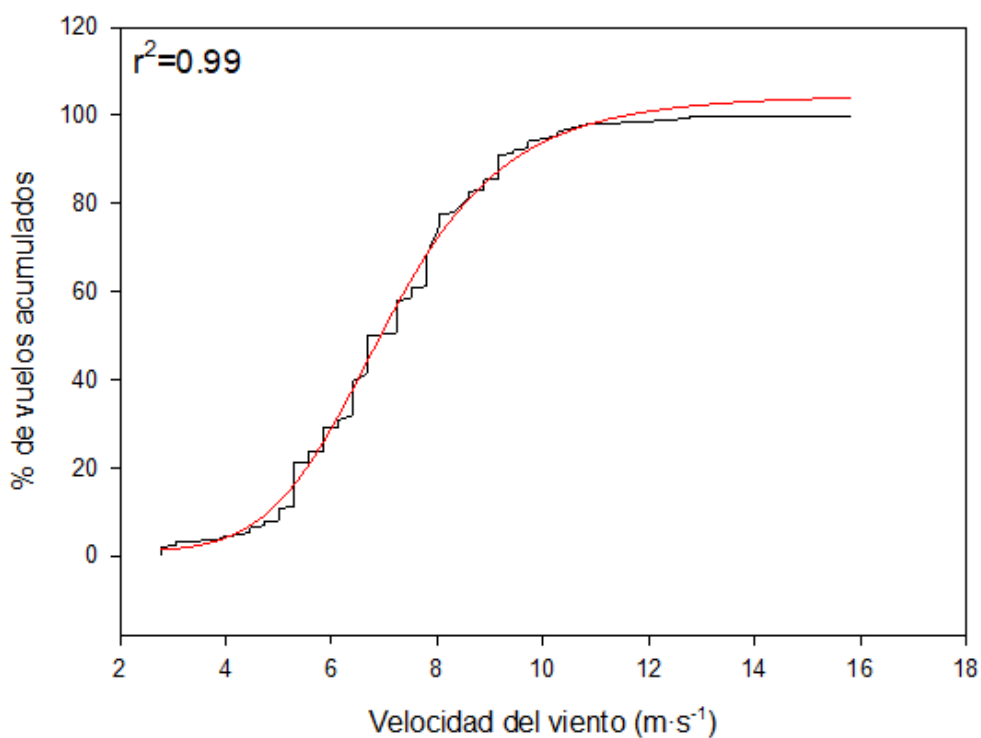
**Figura 19.** Número de vuelos totales y su relación con la velocidad del viento para el punto 1.

**Figura 20.** Número de vuelos totales y su relación con la velocidad del viento para el punto 2.

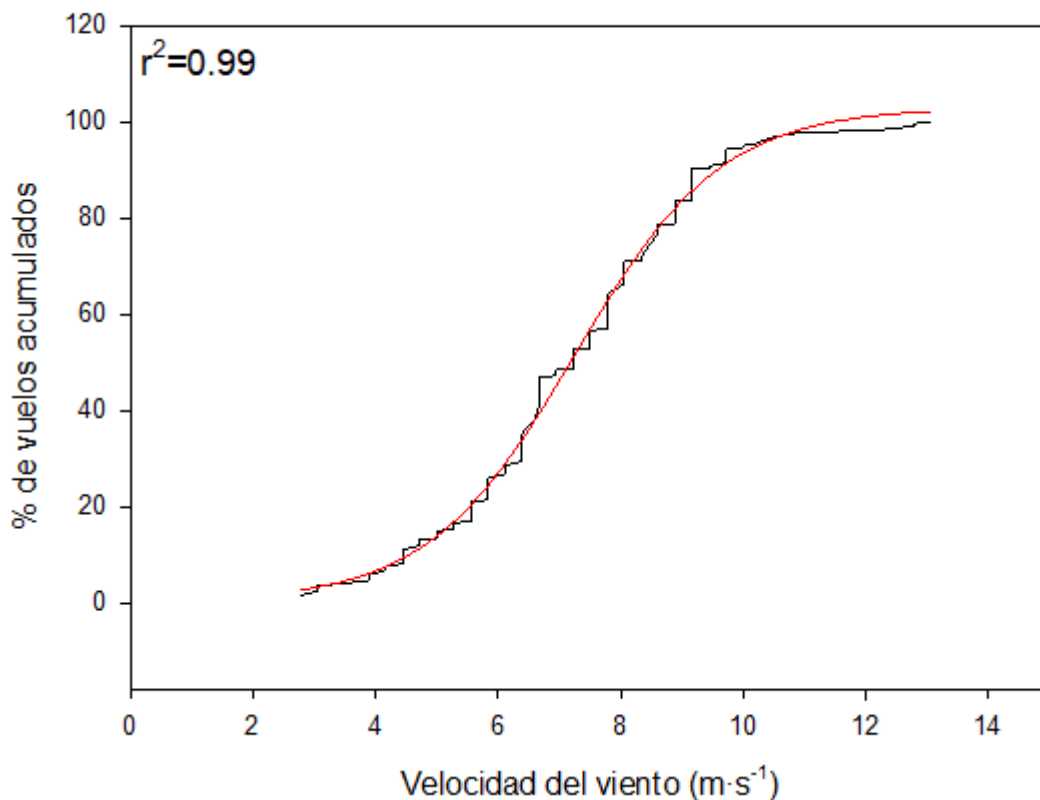
En las **Figuras 21 y 22** se muestra porcentaje acumulado de vuelos en función de la velocidad del viento en m/s durante el periodo de estudio para la estación 1 y 2. Ambas curvas (estación 1 y 2) sea justaron perfectamente a una sigmoide donde su  $r^2$  fueron 0.99 para ambas estaciones. La pendiente de estas curvas fue 7,06 y 7,21 para la estación 1 y 2 respectivamente.

EL 50% de los vuelos se producen cuando la velocidad del viento es inferior a 7 metros por segundo. Al elevar el valor de porcentaje de vuelos hasta el 90% nos sale un valor para el viento ligeramente superior a 9 metros por segundo. Ya a velocidades superiores a esos 9 m/s los vuelos son prácticamente testimoniales, ya que los quirópteros son sensibles a los vientos elevados, además de que la disponibilidad de presas es mucho menor al disminuir la cantidad de invertebrados, principalmente polillas disponibles.



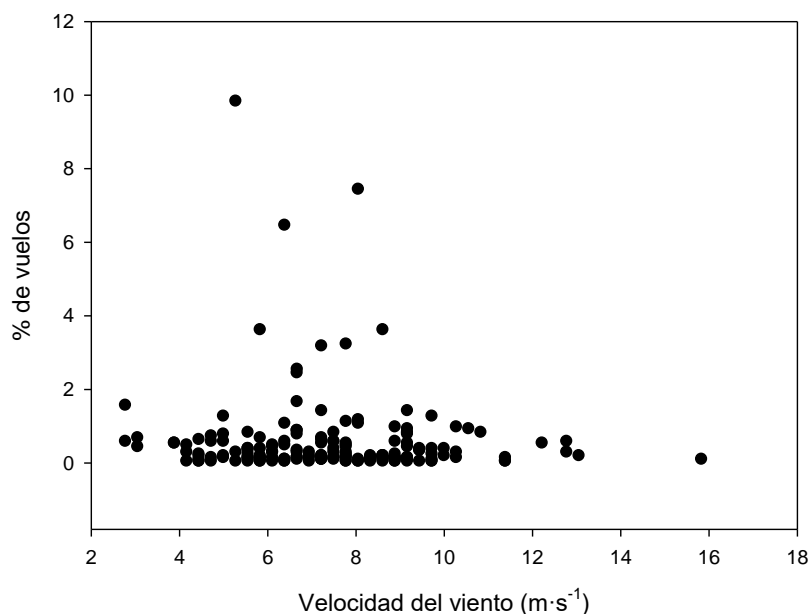


**Figura 21.** Porcentaje de número de vuelo acumulado en función de la intensidad del viento (m·s-1) para el punto 1.

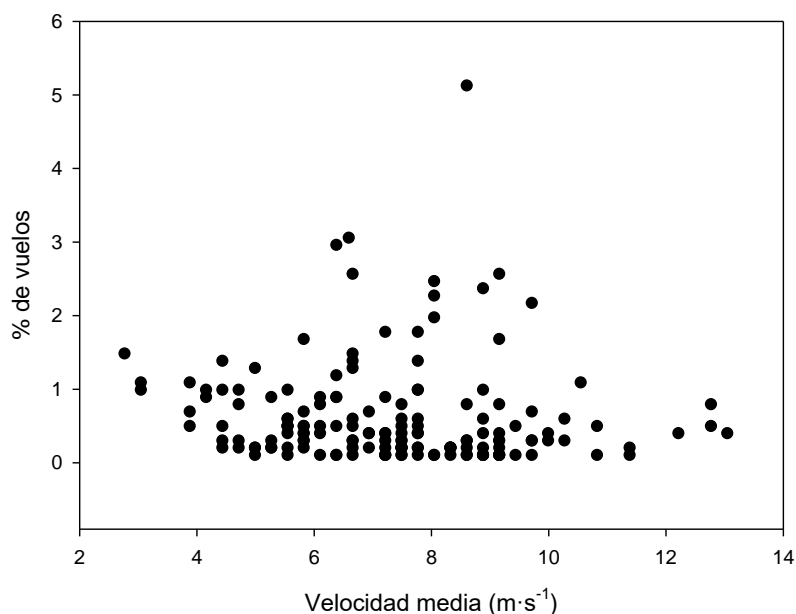


**Figura 22.** Porcentaje de número de vuelo acumulado en función de la intensidad del viento (m·s-1) para el punto 2.

En las **Figuras 23 y 24** son mostrados el porcentaje de vuelos en función de la velocidad del viento. Podemos observar como ninguna de las estaciones se produjo correlación de Pearson (valores no mostrados en las figuras por no ser significativos;  $p > 0.05$ ). Lo único apreciable en estas figuras es que a determinadas velocidades de viento por debajo de los 10 m/s en ambas estaciones se produce el mayor porcentaje de vuelos.



**Figura 23** Porcentaje de número de vuelos en función de la velocidad del viento para el punto 1.



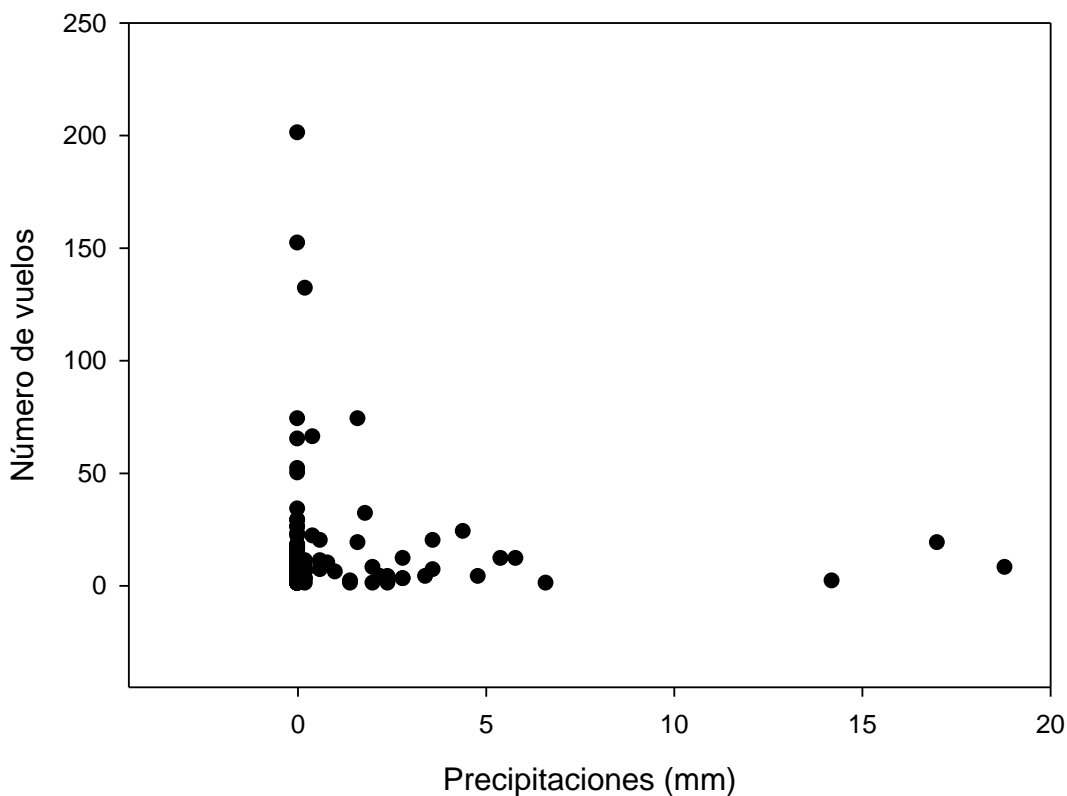
**Figura 24.** Porcentaje de número de vuelos en función de la velocidad del viento para el punto 2.

### 3.4.3 Número de vuelos y su relación con las precipitaciones para las estaciones 1 y 2.

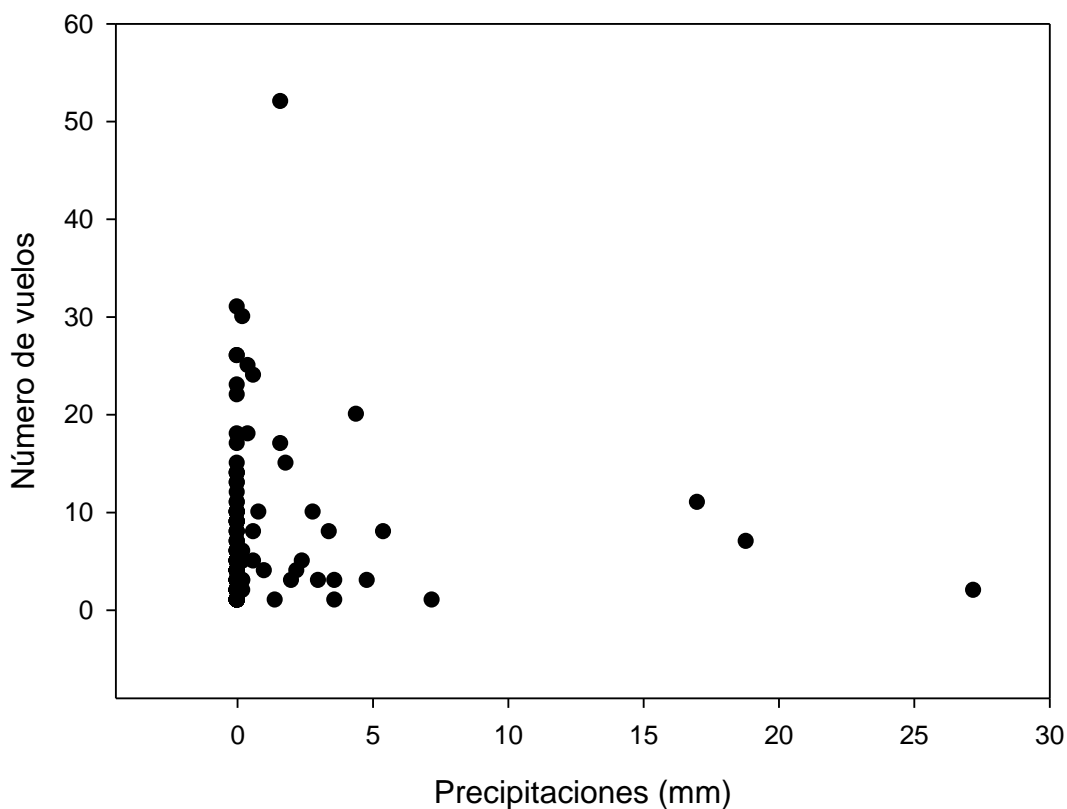
En el periodo de estudio considerado se han registrado precipitaciones máximas diarias de 27,2 mm y mínimas de 0 mm. Las precipitaciones más altas se registran para los meses de noviembre y abril de 2.019.

Se ha encontrado una correlación positiva entre el porcentaje de vuelos acumulados y las precipitaciones para ambas estaciones con un coeficiente de correlación positivo y significativo ( $p < 0.001$ ). Los coeficientes fueron de 0.47 y 0.44 para las estaciones 1 y 2 respectivamente.

En las **Figura 25** y **26** quedan representados el número de vuelos por día durante el periodo de estudio en función de las precipitaciones. Se puede observar cómo la mayoría de los vuelos se dan cuando la precipitación es 0, disminuyendo significativamente en cuanto aumenta la temperatura.

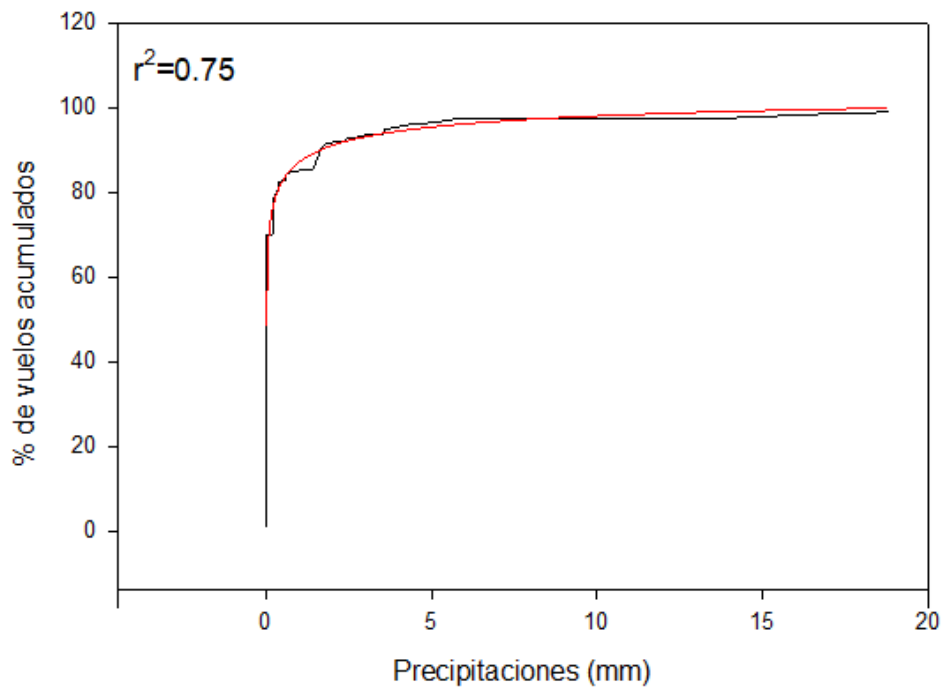


**Figura 25.** Número de vuelos totales y su relación con las precipitaciones diarias para el punto 1.

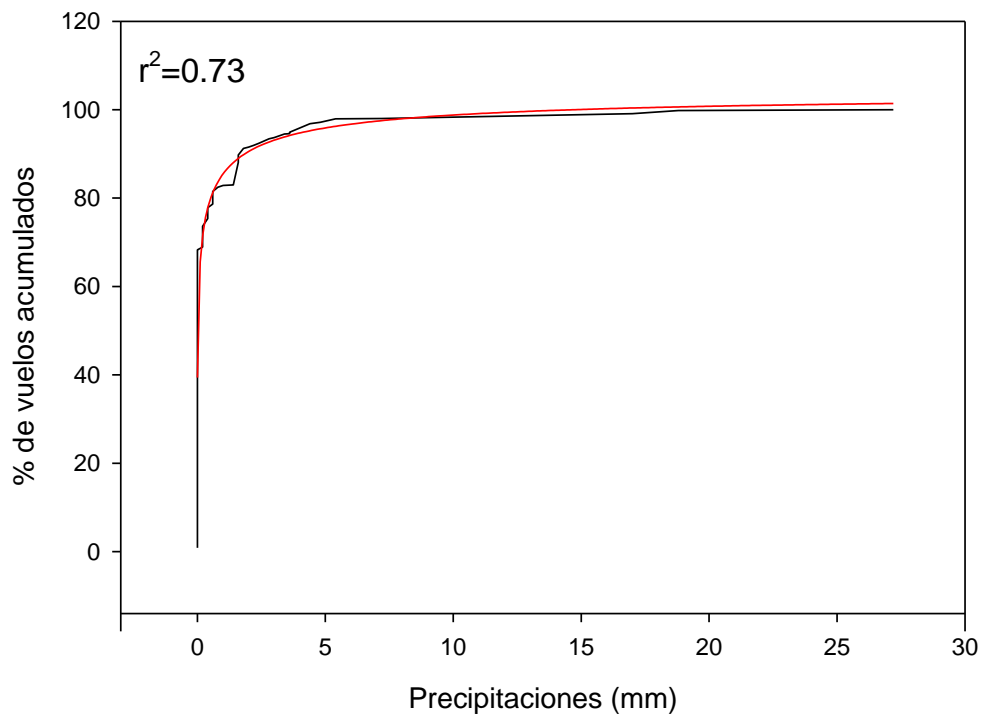


**Figura 26.** Número de vuelos totales y su relación con las precipitaciones diarias para el punto 2.

En las **Figuras 27 y 28** se muestra porcentaje acumulado de vuelos en función de las precipitaciones durante el periodo de estudio para la estación 1 y 2. Ambas curvas (estación 1 y 2) sea justaron perfectamente a una hipérbole doble rectangular de 4 parámetros. Con una precipitación de 0,2 mm el porcentaje acumulado supera al 70% para la estación 1 y 2, El 100% de acumulados de vuelo se produce a 18,8 y 27,2 mm para la estación 1 y 2 respectivamente.



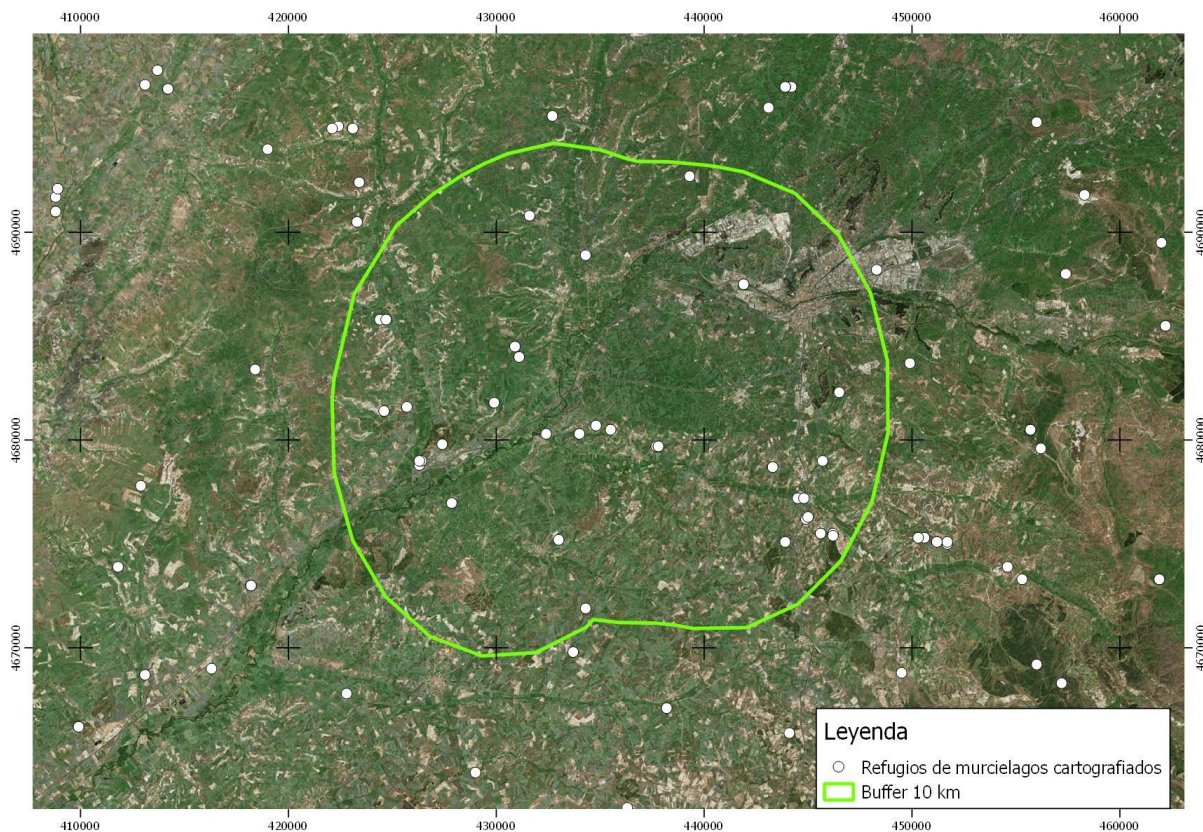
**Figura 27.** Porcentaje de número de vuelo acumulado en función de las precipitaciones diarias para el punto 1.



**Figura 28.** Porcentaje de número de vuelo acumulado en función de las precipitaciones diarias para el punto 2.

### 3.5 Búsqueda de refugios en el área de estudio.

Para la búsqueda de refugios de murciélagos se utilizó como referencia la cartografía del atlas anteriormente mencionado (**Figura 29**). Se visitaron todos los puntos para la búsqueda de posibles refugios, pero no fue posible detectar ninguno. Es una labor muy compleja ya que la mayor parte de son pequeños agujeros en árboles, grietas inaccesibles de puentes o propiedades privadas donde no es posible la entrada.



**Figura 29.** Refugios cartografiados en el atlas de murciélagos de Castilla y León.

El único lugar encontrado, que no venía en la cartografía, con una posible potencialidad para albergar un importante número de ejemplares es un túnel ferroviario que conecta los pueblos de Villagonzalo Pedernales y Villariezo. No obstante, nunca se ha encontrado ningún ejemplar, ya que a pesar de tener muy poco tráfico, 1 tren a la semana, no tiene características que atraigan a los quirópteros.

En cualquier caso, en el área de estudio no parece que existan grandes refugios de quirópteros, al no existir ni grandes cavidades, ni minas ni grandes masas arbóreas que puedan atraer a grandes poblaciones de quirópteros.



**Figura 30.** Fotos de los refugios visitados.

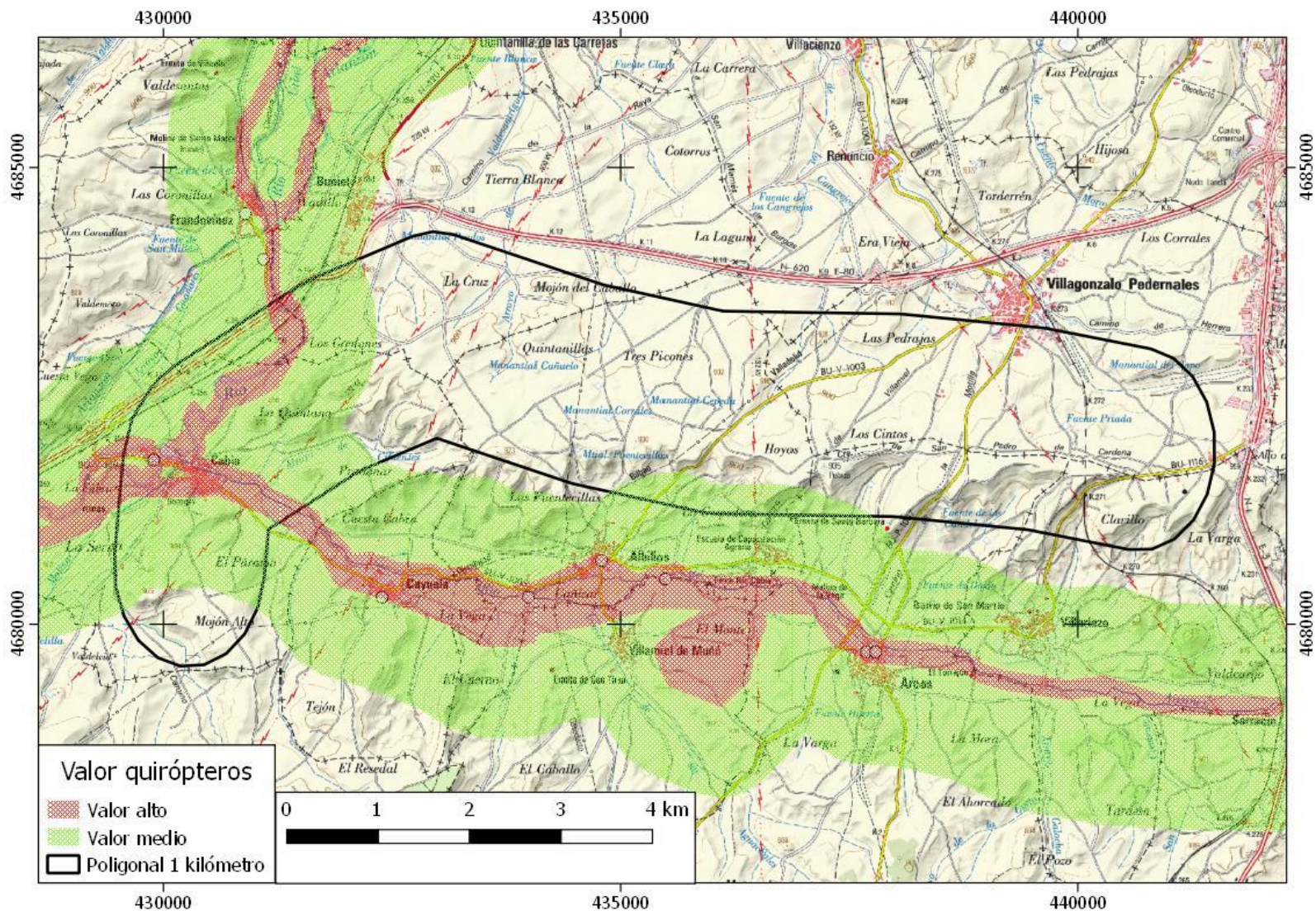
### 3.6 Áreas de importancia para quirópteros.

Con todos los datos obtenidos a lo largo de la realización de transectos se han podido completar las zonas de importancia para quirópteros en el área de estudio. En estas grabaciones no se ha detectado ninguna especie que no lo hicieran las estaciones fijas, por lo que los datos obtenidos en los transectos sólo se han utilizado para definir que áreas se consideran más importantes para la conservación de quirópteros.

A continuación, se exponen dichas áreas, se han clasificado en valor alto y valor medio. En caso de no estar clasificado en ninguna de estas dos, se trata de zonas donde por la composición paisajística y florística no tiene especial valor para los quirópteros.

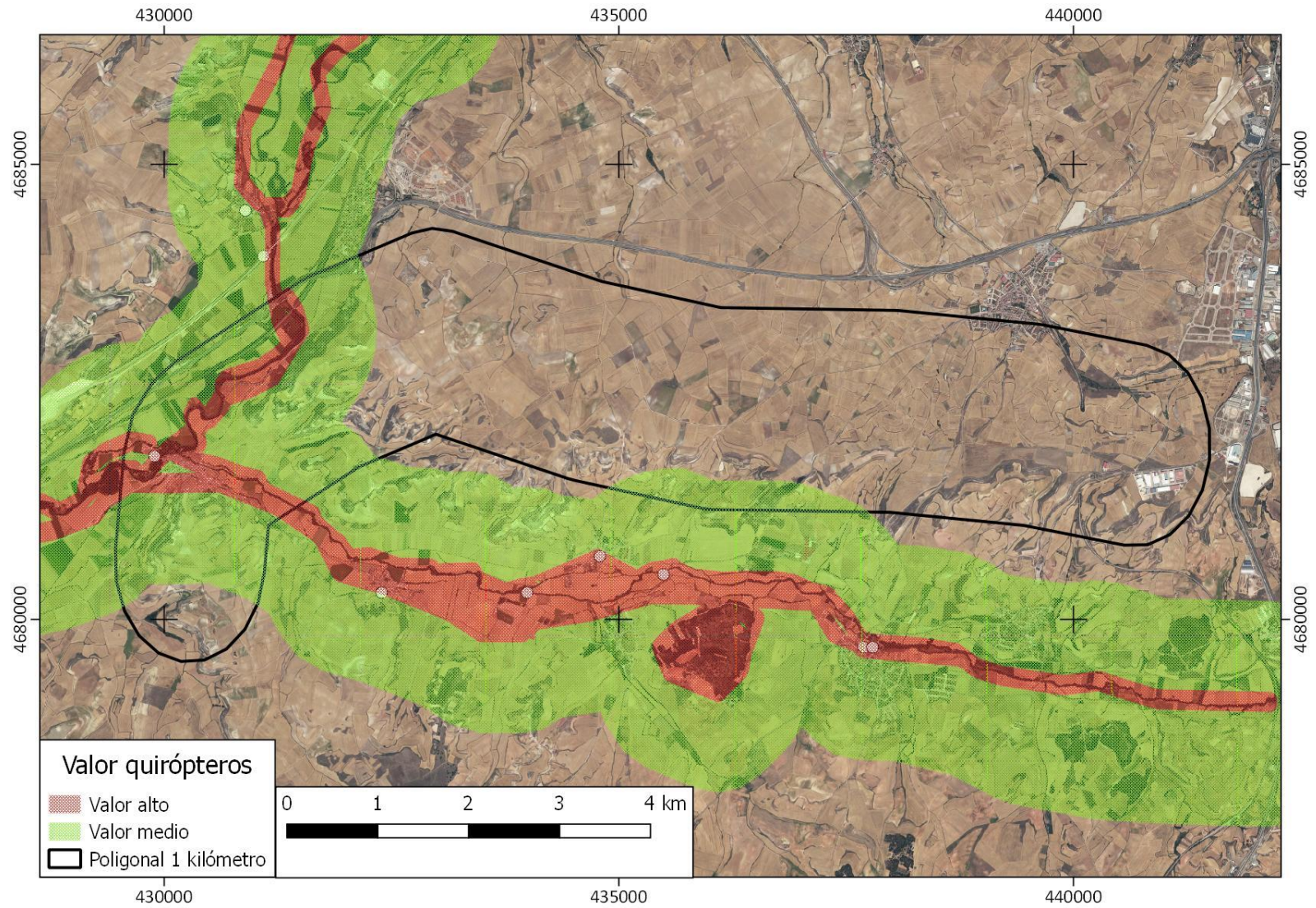
Las zonas de alto valor en la zona de estudio se corresponden a las riberas de los ríos Arlanzón y Los Ausines. A la orilla de estos ríos hay árboles grandes y con huecos propensos a albergar poblaciones de quirópteros. Fuera ya de la cercanía de estos ríos, sólo se encuentran cultivos de secano y alguna ladera con matorral mediterráneo, ambos hábitats de escaso interés para los quirópteros.

Y por último destacar que no existe ninguna charca o masa de agua más allá de los mencionados ríos Arlanzón y Los Ausines. Las zonas acuáticas son siempre interesantes, debido a su abundancia de presas y acceso a agua.



**Figura 31.** Zonificación del área de estudio (sobre mapa topográfico)





**Figura 32.** Zonificación del área de estudio (sobre foto aérea)

## 4. Discusión

### 4.1 Importancia de las especies registrada en el área objeto de estudio

En el área de estudio se han identificado 18 especies de quirópteros mediante sus sonogramas. De estas 18 especies 4 se consideran vulnerables en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (BOE, RD 139/2011); **Tabla 5**.

**Tabla 5.** Especies registradas en la estación 1 y 2 durante el periodo de junio a noviembre y su estatus en España (BOE, RD 139/2011).

Especies	Estatus
<i>Eptesicus serotinus</i>	
<i>Hypsugo savii</i>	
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Vulnerable
<i>Myotis alcathoe</i>	
<i>Myotis daubentonii</i>	
<i>Myotis emarginatus</i>	Vulnerable
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Vulnerable
<i>Nyctalus leisleri</i>	
<i>Nyctalus noctula</i>	Vulnerable
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	
<i>Pipistrellus nathusii</i>	
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	
<i>Plecotus auritus</i>	
<i>Plecotus austriacus</i>	
<i>Tadarida teniotis</i>	
<i>Vespertilio murinus</i>	
<i>Barbastella barbastellus</i>	

A continuación, vamos hacer una breve descripción de las 18 especies vulnerables encontradas en el área de estudio.

***Eptesicus serotinus*:** Utilizan como refugios naturales las fisuras en rocas y en mucha menor proporción huecos de árboles. Se han adaptado perfectamente a los resquicios que existen en todo tipo de construcciones humanas de manera que en la actualidad la mayor parte de los refugios conocidos se encuentran en juntas de dilatación, cajas de persianas, y cualquier otro espacio similar. Apenas hay información sobre los refugios utilizados durante la hibernación en España. Caza a unos 5 ó 15 m sobre el suelo en una gran variedad de hábitats. En Andalucía busca alimento preferentemente sobre pequeños cursos de agua con alguna vegetación rupícola, donde encuentra mayor

densidad de presas que en zonas de cultivo de cereales y olivos. Los miembros de una colonia comparten un territorio común dentro del cual cada individuo visita cada noche, y no siempre de manera exclusiva, de una a cinco pequeñas áreas de caza que cambia frecuentemente en jornadas sucesivas. Prefiere zonas bajas pero se ha encontrado hasta a 1.800 m en la Sierra de las Nieves (Málaga).

***Hypsugo savii***: Considerada a menudo una especie característica de zonas rocosas y montañosas, *H. savii* ocupa sin embargo una mayor variedad de hábitats, desde valles amplios y sin roquedos hasta acantilados costeros o de montaña, desde medios rurales con pequeños núcleos habitados y un paisaje en mosaico de arbolado, cultivos y pastos hasta parques y ciudades. Los refugios se sitúan en grietas de farallones rocosos, árboles y edificaciones, raramente en medios subterráneos. En las Islas Canarias se encuentra desde el nivel del mar, en Gran Canaria, hasta los 2.150 m en Tenerife. En la España peninsular hay registros desde los 60 m en el valle del Miño hasta los 3.300 m en Sierra Nevada, récord altitudinal para los quirópteros en Europa. Mientras que en Andalucía es más frecuente en zonas montañosas por encima de los 1.000 m, todas las observaciones en Galicia han sido realizadas a altitudes inferiores a 700 m.

***Miniopterus schreibersii*** Es una especie típicamente cavernícola, que se refugia casi exclusivamente en cavidades naturales, minas y túneles. En ocasiones, especialmente en invierno o primavera, ejemplares aislados o pequeños grupos de individuos pueden ocupar refugios atípicos para la especie como es el caso de fisuras de rocas, viviendas o puentes. Los refugios se sitúan tanto en el dominio termomediterráneo como supramediterráneo, en áreas montañosas o llanas, con o sin cobertura vegetal. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1.400 m, localizándose la mayoría de los refugios entre los 400 y 1.100 m.

***Myotis alcaethoe***: Los hábitat característicos de esta especie son las zonas de árboles maduros en bosques caducifolios con arroyos (Alisos, platanos) y bosques montanos (roble o hayas). Los refugios suelen encontrarse en grietas y detrás de la corteza desconchada de robles, en zonas de podredumbre de madera. Probablemente la hibernación de la mayoría de individuos sea aislados en zonas boscosas.

***Myotis daubentonii***: Suele estar relacionado con cursos o masas de agua. Habitualmente las zonas de caza están en estos lugares o zonas próximas. Puede ocupar una gran variedad de refugios tanto invernales como estivales: huecos de árboles, grietas en diversos tipos de construcciones o en rocas, desvanes, túneles o cavidades. En la Península Ibérica se encuentra desde el nivel del mar hasta 1.600 m. En el resto de Europa, el límite altitudinal en verano es inferior al de invierno.

***Myotis emarginatus***: Vive en todo tipo de hábitats, aunque parece evitar los bosques muy cerrados. Su presencia se ve favorecida por una orografía accidentada. En la Comunidad Valenciana evita las zonas bajas más calurosas y áridas localizándose

siempre por encima de los 500 m. Presente desde el nivel del mar (Pontevedra, Menorca, País Vasco) hasta por encima de los 1.000 metros (País Vasco, Sistema Central) llegando hasta 1.780 en la Sierra de Baza (Granada). La colonia de cría conocida situada a mayor altitud se encuentra a 1.420 m en Sierra Arana (Granada).

***Nyctalus lasiopterus***: Es una de las especies más desconocidas de la fauna europea. Parece estar básicamente asociado a bosques de caducifolios (generalmente *Quercus sp.* y *Fagus sylvatica*) aunque se ha encontrado también en pinares (*Pinus sylvestris*). Requiere bosques maduros con árboles viejos en los que encuentra oquedades que utiliza como refugio. Presenta una gran capacidad de desplazamiento que le permite explotar áreas de caza muy distantes de los refugios. En Andalucía, se les ha seguido desde Sevilla bajando por el río Guadalquivir 25 km hasta las marismas de Doñana. Las únicas colonias de cría conocidas están en huecos en árboles maduros de *Platanus hybridus* en Sevilla y los espacios creados, entre, y debajo de las hojas secas y plegadas alrededor del tronco de palmeras altas de la especie *Washingtonia filirifera*, en Jerez de la Frontera (Cádiz). Se localiza desde el nivel del mar en Sevilla hasta por encima de los 1.350 m en el Sistema Ibérico, aunque se ha detectado en collados por encima de los 2.000 m en los Alpes.

***Nyctalus leisleri***: Especie de hábitos eminentemente forestales. En Europa se localiza en bosques con ejemplares añosos de frondosas, coníferas, ribera, cultivos arbóreos, parques y zonas urbanas. En la Península Ibérica aparece habitualmente en áreas boscosas de orografía irregular, tanto en ambientes eurosiberianos (hayedos, robledales, pinares y abetales) como mediterráneos (hayedos, rebollares, alcornocales, quejigales, pinares y pinsapares). En La Rioja se ha realizado una captura sobre el remanso de un río, en una zona de cultivos hortofrutícolas y choperas, prácticamente desprovista de vegetación natural. En Canarias no tiene requerimientos forestales tan estrictos, se localiza en áreas rurales de altitud media, laurisilva, pinares y alta montaña del Teide. Se refugia principalmente en huecos y fisuras de árboles añosos (Castilla y León, Extremadura y Andalucía), en cajas nido (Gredos, Castilla y León, Madrid, Cataluña y Tenerife) y en edificios (Cataluña, Canarias, Navarra, País Vasco, Castilla y León e Irlanda). A veces comparte refugio con *Nyctalus noctula* o con *Myotis daubentonii*. En la Península Ibérica aparece desde el nivel del mar (Cataluña) hasta los 2.100 m de altitud (Castilla y León). En Tenerife entre 60 y 2.150 m. En Europa central hasta 1.923 m.

***Nyctalus noctula***: Es un murciélago forestal, que acostumbra a refugiarse en huecos de árboles, aunque también es posible hallarlo en cajas-refugio o en grietas de muros, edificios y puentes. Los únicos refugios conocidos en España se sitúan en parques, donde utiliza diversas especies de árboles: castaños de indias, álamos, plátanos, fresnos, chopos, ailantos y arces, además de algunos huecos de paredes. En Centroeuropa parece seleccionar las hayas sobre los robles pedunculados y otras especies, cambiando de refugio con mucha frecuencia. Puede hibernar tanto en huecos de árboles como en

grietas de roquedos y construcciones humanas. Las citas españolas se localizan en altitudes medias, entre los 300 y 700 m, siempre cerca de cursos de agua. No obstante, se ha llegado a capturar a 1.923 m en un collado de los Alpes. Suele cazar insectos voladores por encima de los 15 m de altura (a veces a más de 50 m), en zonas despejadas como bordes de bosques y parques, riberas de ríos, vertederos e incluso sobre el alumbrado público de pueblos y ciudades. En Alemania se han registrado individuos volando a gran altura (250-500 m). Aunque frecuentemente caza en las proximidades de su refugio diurno (menos de 3 km) se ha observado desplazamientos nocturnos de más de 10 km.

***Pipistrellus kuhlii***: Es fisurícola, tanto litófila como fitófila, y altamente sinantrópica, refugiándose en fisuras o grietas en edificios, rocas y árboles, así como en cajas-nido. Habita tanto en zonas de bosque abierto como en zonas humanizadas. Emerge inmediatamente a la puesta del sol e incluso a plena luz, con máxima actividad durante las primeras horas, cazando en vuelo bajo, continuo y rápido. Prefiere zonas abiertas tales como campos y cursos de agua, aunque generalmente no lejos de la vegetación arbórea. Se ha adaptado a cazar en farolas, frecuentemente en grupos, y posiblemente éstas constituyen hoy uno de sus lugares de caza más importantes. Como especie termófila, es más común en zonas bajas, aunque alcanza mayor altitud en el sur. Se ha observado desde el nivel del mar hasta los 1.500 m en Sierra Nevada, aunque la mayoría de las observaciones se sitúan por debajo de los 750 m.

***Pipistrellus nathusii***: Fundamentalmente habita zonas forestales y parques. En otros países europeos parece ocupar el mismo tipo de refugios a lo largo del año: agujeros o grietas de árboles, cajas artificiales y rendijas de edificaciones o muros. En España ha sido capturado desde casi el nivel del mar en las costas cantábrica y mediterránea hasta los 909 m en Madrid.

***Pipistrellus pipistrellus***: Quiróptero de hábitos fisurícolas. Se refugia durante todo el año en grietas y oquedades, árboles, cajas nido y construcciones humanas. Ocasionalmente en cuevas durante la hibernación. Caza en todo tipo de hábitats, incluso los más humanizados, donde depredan con frecuencia sobre los insectos concentrados en torno al alumbrado urbano. Parece ser más generalista en la selección de hábitat que el murciélago de Cabrera.

***Pipistrellus pygmaeus***: Quiróptero de hábitos fisurícolas. La tipología de los refugios ocupados es similar a la del murciélago enano. Se refugia durante todo el año en grietas y oquedades de árboles, rocas y construcciones humanas. Prefiere las partes más cálidas de áticos y falsos techos, donde tolera temperaturas de casi 40°C; también ocupa con frecuencia las cajas-refugio de madera diseñadas para quirópteros. En el Delta del Ebro, utiliza estas cajas incluso para criar, con tasas de ocupación de hasta el 95,6%. En Castilla y León, casi todas las colonias conocidas se alojaban en puentes. Parece ser más selectivo en la elección de los hábitats de caza que el murciélago enano. Éstos se sitúan

con preferencia en las cercanías de ríos, lagos, estanques y otras zonas húmedas, con setos y abundante vegetación de ribera; también frecuentan bosques caducifolios húmedos e incluso parques, pero parecen evitar cultivos, pastizales y otros medios abiertos. En Castilla y León y La Rioja, casi siempre aparecen en las proximidades de ríos y embalses. En general, aparece a menor altitud que el Murciélagos enano. En la República Checa entre 150 y 450 m. En La Rioja, entre 280 y 595 m. En Castilla y León, la mayoría de las citas se sitúan entre los 300 y 600 m, con la colonia de cría más elevada a 403 m.

***Plecotus auritus***: En la región eurosiberiana su hábitat más característico es el bosque caducifolio. Mientras que en la región mediterránea se localiza en enclaves montañosos tanto en bosques húmedos de hoja caduca como en los perennifolios más secos. Durante el invierno es más común en cavidades y túneles. En la época de actividad se localiza en huecos de árboles, desvanes o edificaciones para guardar ganado. Es la especie que más frecuentemente utiliza las cajas instaladas para favorecer el asentamiento de aves y murciélagos. Las áreas de caza se localizan en las proximidades de los refugios generalmente a una distancia inferior a 1 km, con mayor frecuencia en el interior de los bosques, aunque también pueden observarse en jardines y parques. Aparece desde el nivel del mar, en el tercio norte, hasta los 1.620 m en el Sistema Ibérico.

***Plecotus austriacus***: Los hábitats de alimentación son muy variados, desde bosques y áreas semiforestales a zonas de cultivos y paisajes abiertos sin cobertura arbórea. Puede utilizar medios distintos en la misma o en noches sucesivas. Sus preferencias por los ambientes forestales son claramente menores que en el orejudo dorado y están más ligadas al hábitat humano. Puede cazar los insectos atraídos por la luz de las farolas. En Castilla y León su abundancia está positivamente correlacionada con la proximidad a los grandes ríos, y en las vegas del Duero la especie resulta relativamente abundante. Puede utilizar una amplia gama de refugios aunque parece una especie claramente antropófila, al menos en la época de actividad. En la mayor parte de la Península, muestra preferencia por las construcciones humanas (edificios cerrados o abandonados, iglesias, puentes, túneles, etc.) donde se comporta como fisurícola. En Andalucía también es frecuente en cuevas. Hiberna sobre todo en cavidades subterráneas relativamente cálidas aunque también se ha citado en edificios y en árboles. En cuanto a altitud, es una especie relativamente termófila que, en términos generales, prefiere cotas de menor altitud que *P. auritus*, aunque puede estar presente en un amplio rango altitudinal. En Europa Central se le considera asociado a las zonas agrícolas poco elevadas. En España tiende a ocupar zonas más bajas en la región Eurosiberiana y más altas en la Mediterránea. Se encuentra desde el nivel del mar, en la Cornisa Cantábrica y Cataluña, hasta los 1.600 m en el Sistema Central, 2.100 m en Sierra Nevada y 2.150 m en el Pirineo Oscense. En Andalucía y Levante es raro en la franja litoral, siendo más frecuente hacia el interior montañoso.

***Tadarida teniotis***: Los refugios se sitúan en farallones rocosos, acantilados marinos y estructuras artificiales como puentes y edificios. Se alimentan por encima de núcleos habitados y espacios abiertos en un amplio rango altitudinal. Se les ha observado alimentándose a gran altura (de 200 a 300 m) en las ciudades de Valladolid y Castellón, aprovechando insectos concentrados en capas altas y en situaciones atmosféricas concretas. Aparece desde el nivel del mar hasta los 2.300 m de altitud.

***Vespertilio murinus***: Anteriormente se encontraba en acantilados, pero actualmente ha extendido su hábitat a grandes ciudades, estepas y zonas montañosas arboladas, hasta los 1.920 m de altitud. Al sur de su área de distribución suele encontrarse en zonas de montaña. En verano sus refugios suelen estar localizados en edificios, y menos frecuentemente en huecos de árboles y grietas de rocas, en cambio, en invierno se sitúan en lugares más fríos y expuestos a cambios de temperatura

***Barbastella barbastellus***: Especie citada en zonas montañosas, especialmente en áreas del centro y sur de la Península. En otras áreas del noroeste peninsular e islas Canarias no parece especialmente asociada a zonas forestales, aunque se halla en ambientes con espacios arbolados. Recientemente ha sido localizada en Almería, en un ambiente netamente subdesértico. Se refugia tanto en árboles, como en casas y refugios subterráneos, en este último caso sobre todo en invierno. En cuanto al rango de altitud, la mayoría de las observaciones se ha realizado entre 70 m y 1.300 m de altitud. En los Pirineos ha sido citada hasta a 2.260 m. En Canarias no existen citas por encima de los 500 m de altitud.

## 4.2 Valoración ambiental y conclusiones finales

El área objeto de estudio cuenta con más de 3.060 registros entre las dos estaciones de grabación. 2.044 ejemplares para la estación 1 y 1.016 para la estación 2. La mayoría de estos registros fueron para la especie *Pipistrellus pipistrellus*, aunque en el número de registros aunque no fue muy alto se encontraron 4 registros de especies amenazadas. Las 4 especies amenazadas fueron localizadas tanto en la estación 1 como en la 2, aunque en ninguna de las dos estaciones superó a los 15 registros durante los 6 meses de estudio. En cualquier caso, menos los *Pipistrellus pipistrellus*, el resto de especies son casos de ejemplares en dispersión o migración. Respecto a los refugios no se ha podido localizar ninguno, pero no parece que en la zona cercana haya grandes concentraciones de quirópteros.

A priori parece que zonas circundantes a la estudiada sean potencialmente una zona de colonias de murciélagos por la presencia y diversidad en el número de especies, sin embargo, donde han estado localizadas las estaciones de grabación, así como el tipo de hábitat que es, hace pensar que el campeo será realizado por las zonas de ribera y cercanas a los municipios.

La relación de explosión de insectos o migraciones de insectos con la actividad de murciélagos sería clave para generar conocimiento sobre su comportamiento en esta zona y reducir el riesgo de colisión y barotrauma con los aerogeneradores. Nuestro estudio cuenta durante estos meses con especies migrantes como los nóctulos, estas especies migrantes son más sensibles a sufrir colisiones y barotraumas según la bibliografía existente.

Por otro lado, el conocimiento de la presencia de la actividad nocturna durante junio, julio y agosto y el decrecimiento de esta actividad en los meses de octubre y noviembre, da información útil sobre que épocas son más sensibles para los murciélagos ante la previsión de un parque eólico. Además, se pudo comprobar como la actividad de la quiropteroфаuna está íntimamente relacionada con variables ambientales como temperaturas cálidas, vientos suaves y bajas precipitaciones.

En cualquier caso, parece que las zonas bajas de la zona de estudio, las riberas de los ríos Los Ausines y el río Arlanzón son las zonas más sensibles para la quiropteroфаuna, utilizando el páramo como una mera zona de paso, excepto para la especie *Pipistrellus pipistrellus*, que debido a su abundancia presenta un elevado número de registros.



## 5. Referencias

Ahlén, I. (2002). Fladdermöss och fåglar dödade av vindkraftverk. *Fauna och flora*, 97(3), 14-22.

Atienza, J. C., Fierro, I. M., & Infante, O. (2011). Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos.

Del Rio, P., & Burguillo, M. (2009). An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability. *Renewable and sustainable energy reviews*, 13(6-7), 1314-1325.

Deloitte (2018). Estudio macroeconómico del impacto del sector eólico en España. Asociación Empresarial Eólica.

Dietz, C., & Kiefer, A. (2014). *Murciélagos de Europa*. Omega.

Dubourg-Savage M-J., Bach L., Rodrigues L. (2009). Bat mortality at wind farms in Europe. *Presentation at the 1<sup>st</sup> International Symposium of Bat Migration, Berlin January 2009*.

Endl, P., Engelhart, U., Seiche, K., Teufert, S., & Trapp, H. (2004). Verhalten von Fledermäuse und Vögel an ausgewählten Windkraftanlagen. *Landkreis Bautzen, Kamenz, Löbau-Zittau, Niederschlesischer Oberlausitzkreis, Stadt Görlitz, Freistadt Sachsen. Report to Staatliches Umweltfachamt Bautzen*.

Espejo Marín, C. (2004). La energía eólica en España.

Gutiérrez, J. F., & Alonso, C. S. (2002). *Los murciélagos en Castilla y León: atlas de distribución y tamaño de las poblaciones*. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente.

Johnson, G. D., Erickson, W. P., Strickland, M. D., Shepherd, M. F., & Shepherd, D. A. (2000). Avian monitoring studies at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota: Results of a 4-year study. *Final report prepared for Northern States Power Company, Minneapolis, Minnesota, by Western EcoSystems Technology, Inc.(WEST), Cheyenne, Wyoming*, 8-10.

Kunz, T. H., Arnett, E. B., Erickson, W. P., Hoar, A. R., Johnson, G. D., Larkin, R. P., ... & Tuttle, M. D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(6), 315-324.

Osborn, R. G., Higgins, K. F., Dieter, C. D., & Usgaard, R. E. (1996). Bat collisions with wind turbines in southwestern Minnesota. *Bat Research News*, 37(4), 105-108.

Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Karapandža, B., Kovač, D., Kervyn, T., ... & Harbusch, C. (2015). *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects: Revision 2014*. UNEP/EUROBATS.

Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Green, M., Rodrigues, L., & Hedenström, A. (2010). Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration?. *European Journal of Wildlife Research*, 56(6), 823-827.

Simón Fernández, B., Aixalá Pastó, J., Pérez y Pérez, L., & Sanaú Villarroya, J. (2009). Efectos económicos de la energía eólica en Aragón (1996-2012).

TRAPP, H., D. FABIAN, F. FÖRSTER, and O. ZINKE. 2002. Fleder mausverluste im eimen Windpark der Oberlausitz. *Natur schutzarbeit in Sachsen*, 44: 53–56.

Varela-Vázquez, P., & del Carmen Sánchez-Carreira, M. (2015). Socioeconomic impact of wind energy on peripheral regions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 982-990.