
INFORME SEGUIMIENTO DE QUIRÓPEROS

PROYECTO REPOTENCIACIÓN
PARQUE EÓLICO LAS LOMAS

TT.MM EL PINAR Y LANJARÓN (GRANADA)

MAYO 2026



**INFORME SEGUIMIENTO DE QUIRÓPEROS
PARQUE EÓLICO LAS LOMAS
TT.MM EL PINAR Y LANJARÓN (GRANADA)**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. PARQUE EÓLICO LAS LOMAS.....	5
2.1. LOCALIZACION ACTUAL DEL PARQUE EÓLICO LAS LOMAS	5
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ACTUALES	6
2.3. MODIFICACIÓN PROYECTADA DEL PARQUE EÓLICO LAS LOMAS	7
3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL AREA DE ESTUDIO	10
4. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA BIOLOGIA DE LOS QUIROPTEROS	11
4.1. REFUGIOS	11
4.2. CICLO VITAL DE LOS QUIROPTEROS.....	12
4.2.1. ASPECTOS GENERALES	12
4.2.2. MIGRACIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS	14
4.2.3 HIBERNACIÓN	15
5. FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO.	17
6. METODOLOGIA	18
6.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
6.2. BUSQUEDA DE POSIBLES REFUGIOS.....	19
6.2.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LOS REFUGIOS	20
6.2.2. REFUGIOS ÁMBITO DEL PARQUE EÓLICO	21
6.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE QUIROPTEROS	23
6.3.1. GRABACIÓN DE ULTRASONIDOS	23
6.3.2. DETECTORES DE ULTRASONIDOS	25
6.3.3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS	26
7. RESULTADOS.....	30
7.1. ESTACION DE GRABACION "OLIVO"	30
7.1.1. ESPECIES CON PRESENCIA CONFIRMADA (PROBABILIDAD MUY ALTA)	30
7.1.2. ESPECIES CON PRESENCIA PROBABLE	30
7.1.3. ESPECIES CON PRESENCIA POSIBLE	31
7.2. ESTACION DE GRABACION "TORRE ANEMOMETRICA"	31
7.2.1. ESPECIES CON PRESENCIA CONFIRMADA	31
7.2.2. ESPECIES CON PRESENCIA PROBABLE	32
7.2.3. ESPECIES CON PRESENCIA POSIBLE	32
7.3. REVISIÓN MANUAL DE ESPECIES CLASIFICADAS COMO PROBABLES Y POSIBLES....	32
7.3.1. REVISIÓN MANUAL DE RHINOLOPHUS FERRUMEQUINUM Y RHINOLOPHUS HIPPOSIDEROS	33
7.3.2. REVISIÓN MANUAL DE <i>EPTESICUS ISABELLINUS</i>	34
7.3.3. REVISIÓN MANUAL DE <i>PIPISTRELLUS PIPISTRELLUS</i>	35
7.3.4. REVISIÓN MANUAL DEL GÉNERO <i>MYOTIS</i>	36
7.3.5. CONCLUSIONES	39

7.4. DOMINANCIA POR ESPECIES	40
7.4.1. ESTACIÓN OLIVO	40
7.4.2. ESTACIÓN TORRE ANEMOMÉTRICA.....	41
7.4.3. RESULTADOS INTEGRADOS PARA EL CONJUNTO DEL PARQUE	43
7.5. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS	44
7.6. ACTIVIDAD DE LOS QUIROPTEROS	48
7.7. RESULTADOS DE TRANSECTOS	51
8. INCIDENTES OCURRIDOS EN EL PARQUE EOLCIO	52
9. ESTADO DE PROTECCION DE LAS ESPECIES DE QUIRIPTEROS	54
10. ESTIMACION DE LA MORTALIDAD DE QUIROPTEROS EN EL PARQUE EOLICO	58
10.1. INTRODUCCIÓN	58
10.2. DATOS DE PARTIDA Y REGISTRO DEL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO	58
10.3. METODOLOGÍA Y CORRECCIÓN DE LA PROBABILIDAD DE PERMANENCIA DE CADAVERES (PCP)	59
10.4. CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD GLOBAL DE DETECCIÓN (PDET)	59
10.5. ESTIMACIÓN CORREGIDA DE LA MORTALIDAD (M)	59
10.6. ESTIMACIÓN ANUAL	60
11. INCIDENCIA DE LOS PARQUE EOLICOS SOBRE LOS QUIROPTEROS	60
11.1. IMPACTOS ASOCIADOS A PARQUES EÓLICOS: COLISIONES Y BAROTRAUMA.....	60
11.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL POR ESPECIES PRESENTES EN EL PARQUE EÓLICO LAS LOMAS.....	61
11.2.1. ESPECIES CON INCIDENCIA POTENCIAL BAJA	62
11.2.2. ESPECIES CON INCIDENCIA POTENCIAL MODERADA	62
11.2.3. ESPECIES CON INCIDENCIA POTENCIAL ELEVADA	62
11.3. CONCLUSIONES.	63
11.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
12. MEDIDAS DE MITIGACION RECOMENDADAS	63
12.1. MEDIDAS OPERATIVAS SOBRE EL RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS AEROGENERADORES.....	64
12.2. REDUCCIÓN DE FACTORES DE ATRACCIÓN EN EL ENTORNO DE LOS AEROGENERADORES.....	64
12.3. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO	65
12.4. MEDIDAS COMPLEMENTARIAS DE CARÁCTER PREVENTIVO	66
13. AUTORES DEL ESTUDIO	66

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como finalidad evaluar la presencia de quirópteros en el ámbito del parque eólico Las Lomas a partir de los datos registrados mediante estaciones de grabación. Para ello se ha aplicado una metodología integrada que combina información procedente de la identificación automática por los dispositivos de grabación, la compatibilidad espectral y la coherencia biogeográfica de las especies detectadas.

2. PARQUE EÓLICO LAS LOMAS

2.1. LOCALIZACION ACTUAL DEL PARQUE EÓLICO LAS LOMAS

Las infraestructuras que conforman el parque eólico Las Lomas formado por 10 aerogeneradores se localizan en las hojas cartográficas 1042 (Lanjarón) y 1041 (Dúrcal) se muestran en la siguiente figura.

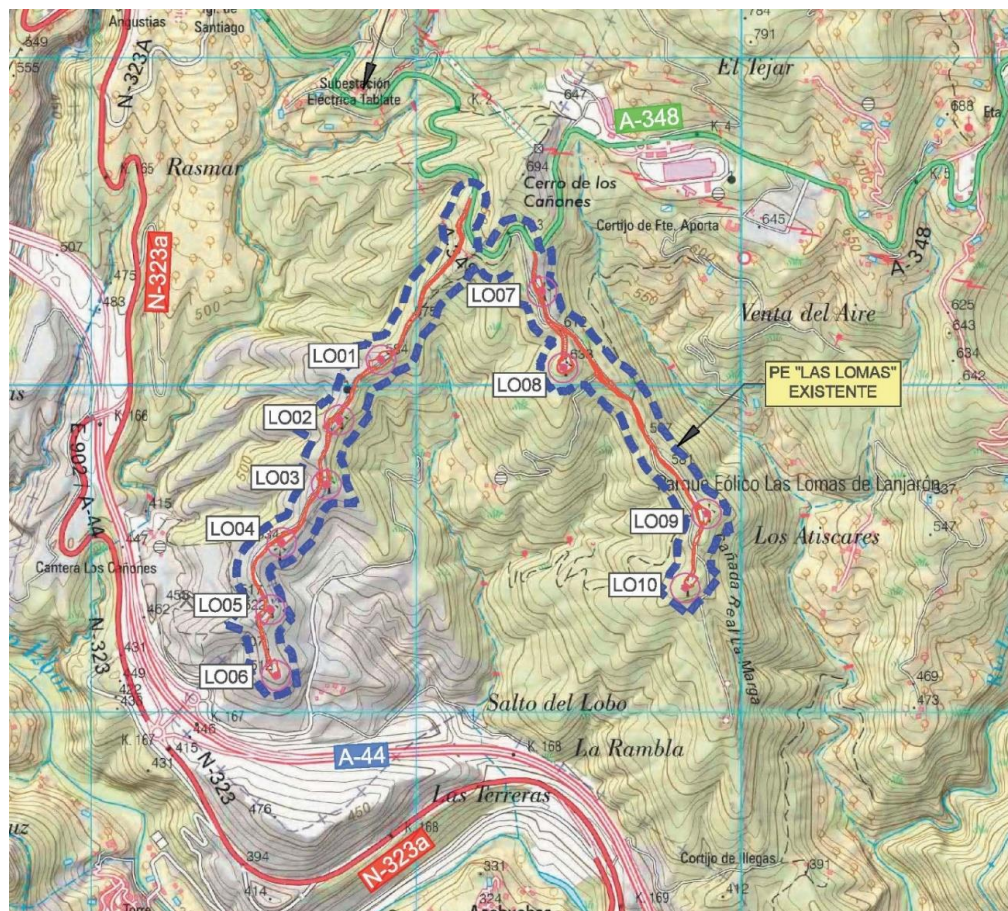


Figura 1. Localización del parque eólico Las Lomas

Las posiciones de los aerogeneradores del parque eólico Las Lomas instalados actualmente se indican en la siguiente tabla.

AERO	TM	X	Y	Z	ALTURA BUJE [m]	DIÁMETRO ROTOR [m]	POTENCIA [MW]
LO01	El Pinar	454.005,01	4.085.284,65	582	78	82	1,5
LO02	EL Pinar	453.875,76	4.085.100,98	561	78	82	1,5
LO03	Lanjarón	453.836,51	4.084.903,29	551	78	82	1,5
LO04	El Pinar	483.699,23	4.084.726,28	531	78	82	1,5
LO05	El Pinar	453.664,54	4.084.521,96	519	78	82	1,5
LO06	Lanjarón	453.682,16	4.084.320,25	510	78	82	1,5
LO07	Lanjarón	454.500,00	4.085.493,00	636	78	82	1,5
LO08	Lanjarón	454.564,59	4.085.260,70	626	78	82	1,5
LO09	Lanjarón	455.006,48	4.084.814,41	576	78	82	1,5
LO10	Lanjarón	454.940,52	4.084.587,80	567	78	82	1,5

Tabla 1. Coordenadas UTM ETRS89 aerogeneradores

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ACTUALES

El parque eólico actual de Las Lomas está formado por 10 aerogeneradores, ubicados en las coordenadas especificadas en la tabla 1.

Las características de los aerogeneradores son las siguiente.

CARACTERÍSTICA	PE ACTUAL
Modelo aerogenerador	NM 82/1500
Fabricante	NEG Micom
Potencia nominal [kW]	1.500
Diámetro rotor [m]	82
Altura buje [m]	78
Altura punta de pala [m]	119
Área de barrido [m²]	5.281,02
Área barrido PE [m²]	52.810,17

Tabla 2. Características de los aerogeneradores del parque eólico actual Las Lomas.

El parque eólico está. conectado mediante línea eléctrica subterránea a la Subestación.

2.3. MODIFICACIÓN PROYECTADA DEL PARQUE EÓLICO LAS LOMAS

Se ha proyectado la modificación del parque eólico Las Lomas, consistente en la repotenciación de la instalación existente. La actuación mantiene la potencia nominal total del parque, si bien se sustituye el conjunto actual de 10 aerogeneradores por 4 aerogeneradores de mayor potencia unitaria y mayor rendimiento energético.

Las características ambientales de las superficies afectadas por el parque eólico repotenciado son equivalentes a las del parque eólico actualmente en operación, dado que la actuación se desarrolla en el mismo ámbito territorial y sobre superficies previamente antropizadas por las infraestructuras existentes.

Las nuevas ubicaciones de los aerogeneradores coinciden total o parcialmente, en algunos casos, con la posición de determinados aerogeneradores del parque actual, de modo que la repotenciación implica una reordenación de la implantación, pero no una ampliación del área de ocupación del proyecto.

La evacuación de la energía generada se realizará mediante línea eléctrica subterránea, manteniendo la conexión con la subestación existente, sin necesidad de nuevas infraestructuras de evacuación.

INFORME DE SEGUIMIENTO DE QUIROPTEROS
 PROYECTO DE REPOTENCIACIÓN DEL PARQUE EOLICO LAS LOMAS. TT.MM DE EL
 PINAR Y LANJARON (GRANADA)

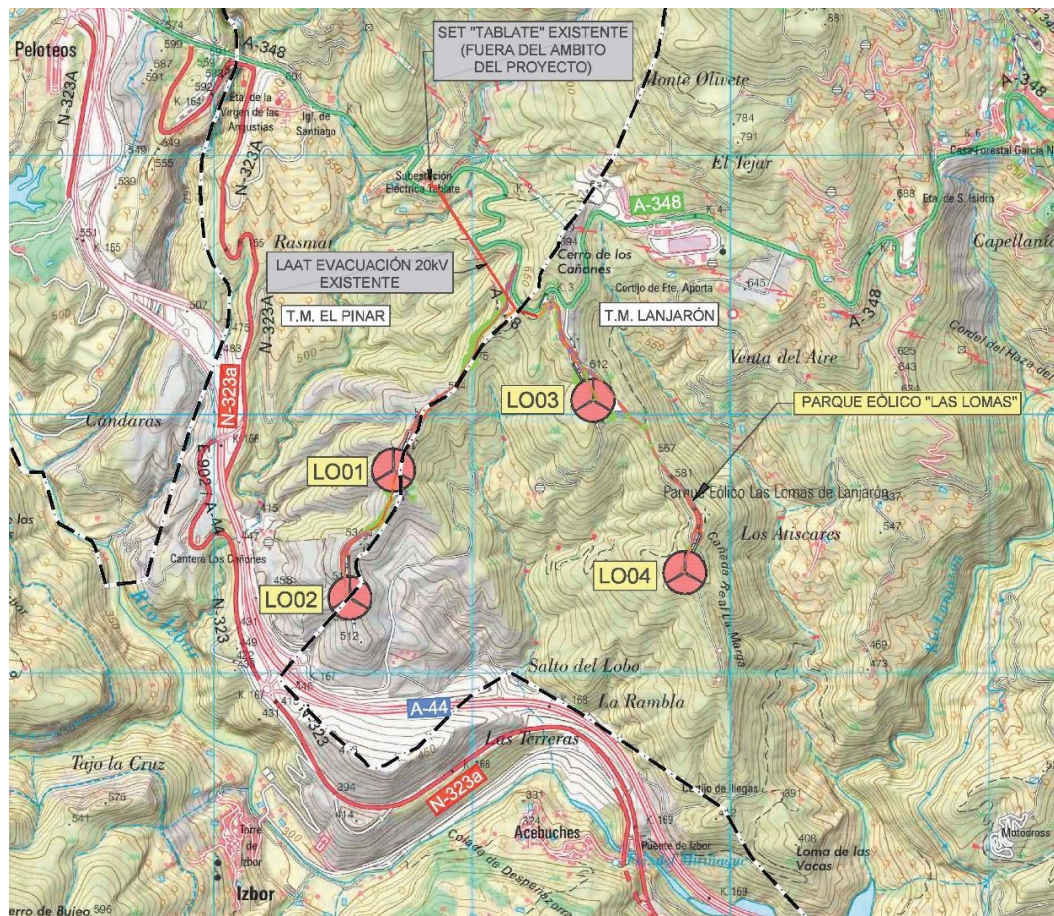


Figura 2. Localización del parque eólico repotenciado

La relación de emplazamientos de los aerogeneradores propuestos para la repotenciación se indica en la siguiente tabla.

AERO	TM	X	Y	Z	ALTURA BUJE [m]	DIÁMETRO ROTOR [m]	POTENCIA [MW]
LO-01	El Pinar	453.696	4.084.786	552,25	113	163	3,75
LO-02	Lanjarón	453.527	4.084.293	515,87	113	163	3,75
LO-03	Lanjarón	454.469	4.085.056	620	113	163	3,75
LO-04	Lanjarón	454.824	4.084.391	564,5	113	163	3,75

Tabla 3. Coordenadas de los aerogeneradores proyectados en la repotenciación de P.E.

Las características de los aerogeneradores son las siguiente.

CARACTERÍSTICA	PE REPOTENCIADO
Modelo aerogenerador	V163 4.5 MW
Fabricante	Vestas
Potencia nominal [kW]	3.750

Diámetro rotor [m]	163
Altura buje [m]	113
Altura punta de pala [m]	194,5
Área de barrido [m ²]	20.867,24
Área barrido PE [m ²]	83.468,98

Tabla 4. Características de los aerogeneradores de la repotenciación del P.E.

En conclusión, la repotenciación del parque eólico Las Lomas supone un cambio relevante en la configuración tecnológica de la instalación. El parque actual está compuesto por diez aerogeneradores del modelo NM 82/1500 del fabricante NEG Micon, con una potencia nominal unitaria de 1.500 kW, diámetro de rotor de 82 m, altura de buje de 78 m y altura total hasta punta de pala de 119 m. Cada aerogenerador presenta un área de barrido de 5.281,02 m², alcanzando un área total de barrido del parque de 52.810,17 m².

En el parque repotenciado, los aerogeneradores actuales se sustituyen por cuatro unidades del modelo V163 4.5 MW del fabricante Vestas, con una potencia nominal unitaria de 3.750 kW. Estos nuevos aerogeneradores presentan un diámetro de rotor significativamente superior, de 163 m, una altura de buje de 113 m y una altura total hasta punta de pala de 194,5 m. Como resultado, el área de barrido por aerogenerador aumenta de forma notable hasta 20.867,24 m², lo que da lugar a un área total de barrido del parque de 83.468,98 m², pese a la reducción del número total de máquinas.

Las principales diferencias entre ambas configuraciones se concentran, por tanto, en tres aspectos fundamentales. En primer lugar, se produce una reducción del número de aerogeneradores (de 10 a 4), aunque cada unidad dispone de una mayor potencia unitaria y mayor capacidad aerodinámica, manteniéndose la potencia nominal total del parque. En segundo lugar, los nuevos aerogeneradores presentan dimensiones estructurales y rotor mucho mayores, operando a cotas más elevadas y con un incremento sustancial del área de barrido por unidad. En tercer lugar, aunque aumenta el área total de barrido del conjunto, esta se concentra en un menor número de emplazamientos, reduciendo la densidad de aerogeneradores en el territorio.

En términos globales, la repotenciación implica una evolución hacia un modelo de parque con menos aerogeneradores, pero de mayor tamaño y rendimiento, lo que conlleva al mismo tiempo una reducción del número de puntos de ocupación en el terreno y un incremento de la altura y del volumen de espacio aéreo ocupado por las palas, aspectos que deberán ser considerados en la evaluación ambiental del proyecto.

3. CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL AREA DE ESTUDIO

El área donde se emplaza el parque eólico *Las Lomas* presenta una morfología claramente montañosa, con laderas de elevada pendiente, crestas alomadas y una red de barrancos encajados que drenan hacia los sectores oriental y meridional del territorio. Las zonas de divisoria, donde se localizan los aerogeneradores, corresponden a sectores abiertos y muy expuestos a la acción del viento, mientras que las vaguadas, taludes abruptos y cortados rocosos constituyen ámbitos más protegidos y ambientalmente relevantes desde el punto de vista ecológico.

Desde la perspectiva de los usos del suelo, el territorio muestra un mosaico mediterráneo semiárido con un alto grado de transformación antrópica. Predominan los cultivos de almendro y olivo, dispuestos en terrazas agrícolas o alineaciones en ladera, intercalados con amplias superficies de suelo agrícola en abandono y áreas de matorral abierto y pastizal ralo. En diversos sectores se observan suelos desnudos o con vegetación muy escasa, indicativos de procesos de erosión activa asociados a pendientes pronunciadas y a la degradación edáfica.

La vegetación natural remanente está formada fundamentalmente por:

- Matorral mediterráneo de tipo romeral–aulagar, característico de medios secos y sustratos pobres.
- Pastizales abiertos de carácter serio.
- Zonas de pinar de repoblación, localizadas de manera fragmentada en determinadas laderas y collados.

Estas formaciones se concentran especialmente en umbrías, fondos de barranco y áreas con mayor retención hídrica, donde la cobertura vegetal presenta mayor densidad y continuidad, actuando como corredores ecológicos y áreas de refugio para la fauna.

En cuanto a la red viaria y de infraestructuras, el área presenta una densa red de pistas y caminos rurales asociados tanto al acceso a los aerogeneradores como a los usos agrícolas. En el entorno inmediato destacan dos ejes principales de comunicación:

- Al sur del parque eólico, la Autovía Sierra Nevada – Costa Tropical (A-44).
- Atravesando la parte norte y central del ámbito, la carretera autonómica A-348.

La presencia de estas infraestructuras, junto con las vías secundarias, contribuye a un cierto grado de fragmentación del hábitat en zonas de cresta y ladera, mientras

que los barrancos encajados y escarpes rocosos mantienen una mayor funcionalidad ecológica, especialmente relevante para especies rupícolas y quirópteros.

En síntesis, el entorno del parque eólico Las Lomas puede caracterizarse como un paisaje agroforestal transformado en sectores altos y expuestos, con predominio de almendro-olivo y matorral abierto, que conserva no obstante elementos naturales de interés ambiental asociados a matorrales romeral–aulagares, pastizales seriales, pinares de repoblación y barrancos rocosos.

4. CONSIDERACIONES GENERALES DE LA BIOLOGIA DE LOS QUIROPTEROS

4.1. REFUGIOS

Los murciélagos, como expertos del ahorro energético, no eligen sus refugios únicamente en función del grado de oscuridad del lugar donde se cuelgan, sino que también atienden a aspectos térmicos. Sus refugios pueden clasificarse según su estructura —como cuevas, grietas, huecos en edificaciones y huecos de árboles— y según su función, es decir, refugios estivales, de hibernación, de transición y de apareamiento, así como diurnos o de relaciones sociales. Sin embargo, también utilizan algunas grietas o cuevas durante todo el año.

Los refugios de verano son más bien cálidos y, en el sur de Europa, suelen ser cuevas. Todas las zonas que escogen para colgarse en los refugios de cría deben presentar condiciones aptas para el cuidado de las crías, cálidos de por sí o con posibilidades de que la colonia pueda calentarlas. Durante los periodos de transición entre la cría y la hibernación, los murciélagos buscan, por tanto, diversos tipos de refugio que les ofrezcan protección. A la vez, la temperatura que buscan para estos refugios de transición y de hibernación es constantemente fresca. Estos requisitos se cumplen en todo tipo de cavidades subterráneas, al igual que en pedregales, grietas en rocas y huecos de árboles muy gruesos.

Existen algunas citas curiosas en nidos de golondrinas o águilas, en farolas, señales de tráfico o debajo de piedras; sin embargo, por lo general aparecen en los cuatro tipos de refugio principales: cuevas, grietas en rocas, edificaciones y huecos de árboles. En Europa Central, los refugios de invierno se utilizan en su mayor parte en los dos últimos tipos. La clasificación entre murciélagos arborícolas y murciélagos antropófilos (de edificaciones) puede resultar problemática al producirse muchas transiciones, y no obstante puede ser muy útil.

La mayoría de los murciélagos antropófilos habitan en un principio en cuevas o en grietas en rocas y, de forma análoga, utilizan tejados o grietas en fachadas con características similares a sus refugios naturales. Por eso, aunque cabría suponer que los antiguos graneros fuesen refugios apropiados para los murciélagos, son utilizados

con una frecuencia mucho menor de la esperada: el material de madera ofrece pocas cavidades resguardadas, además de estar expuestas a muchas corrientes de aire. Por el contrario, los puentes con grietas son muy adecuados.

Las ruinas antiguas pueden ofrecer un gran número de escondrijos en grietas, rocas y estructuras similares a cuevas, por lo que muchas especies en Europa Central hacen uso de ellas principalmente en invierno, mientras que en el sur se usan durante todo el año. Es frecuente encontrar murciélagos hibernando en edificios, sobre todo los murciélagos fisurícolas como el nóctulo mediano, el murciélago enano y el murciélago bicolor, aunque en los desvanes también se encuentran el murciélago hortelano o el orejudo gris.

Los murciélagos arborícolas no solo utilizan los agujeros de los pájaros carpinteros, sino también toda clase de grietas, fisuras y cortezas deshojadas. La altura de los refugios puede variar considerablemente: el murciélago ratonero forestal utiliza incluso los huecos en la base de troncos en montes bajos y los huecos excavados por pájaros carpinteros situados hasta 20 metros de altura. Por el contrario, el murciélago barbastela, el murciélago ratonero de Brandt y el murciélago ratonero enano prefieren habitar en grietas detrás de cortezas desprendidas o en ramas muertas a gran altura.

4.2. CICLO VITAL DE LOS QUIROPTEROS

4.2.1. Aspectos generales

El ciclo anual de los murciélagos está estrechamente condicionado por la disponibilidad estacional de insectos y por las condiciones térmicas del medio, factores que determinan su patrón de actividad, sus estrategias de gasto energético y el uso secuencial de distintos tipos de refugios a lo largo del año. Estas variaciones ambientales influyen directamente en la reproducción, el desarrollo de las crías, la acumulación de reservas corporales, la migración y la hibernación.

Con la llegada de la primavera y el incremento progresivo de las temperaturas, los murciélagos abandonan los refugios de invierno y retoman la actividad de caza. Este periodo coincide con un aumento gradual de la biomasa de insectos, que permite cubrir las elevadas demandas energéticas asociadas al inicio de la reproducción. El retorno a la actividad es progresivo y puede incluir desplazamientos hacia refugios estivales mejor adaptados a las nuevas exigencias térmicas y fisiológicas.

Durante la primavera y el inicio del verano, las hembras se agrupan en colonias de cría, formando agrupaciones reproductoras que aprovechan refugios cálidos y protegidos —como grietas, cavidades arbóreas, edificaciones o estructuras rocosas— donde las condiciones microclimáticas favorecen el desarrollo embrionario y neonatal.

Los partos tienden a producirse de manera relativamente sincronizada, generando una cohorte anual de crías que coincide con el periodo de máxima abundancia de presas.

Las crías permanecen en los refugios maternos durante un periodo aproximado de 4 a 8 semanas, dependiendo completamente de la lactancia materna. Durante esta fase, la estabilidad térmica del refugio resulta fundamental para reducir el gasto energético de las hembras reproductoras y optimizar el crecimiento de las crías. A partir de mediados de verano, las crías comienzan a desarrollar la capacidad de vuelo, primero mediante desplazamientos cortos en el entorno del refugio y, posteriormente, incorporándose gradualmente a la actividad de caza independiente.

Mientras las hembras concentran su actividad en las colonias de cría, la mayoría de los machos permanece en refugios independientes o en pequeños grupos, ocupando habitualmente cavidades alternativas y, en algunos casos, mostrando comportamientos territoriales frente a otros individuos. Esta segregación espacial entre machos y hembras es un rasgo característico de muchas especies durante el periodo reproductor.

A medida que avanza el verano, el sistema social comienza a reestructurarse y da inicio el celo tardío estival y otoñal. Durante esta fase, los machos ocupan refugios específicos conocidos como refugios de celo, desde los que emiten vocalizaciones características y desarrollan conductas de cortejo destinadas a atraer a las hembras. En numerosas especies se produce almacenamiento espermático en las hembras, de modo que la fecundación efectiva se completa posteriormente, coincidiendo con condiciones fisiológicas y ambientales más favorables.

Entre finales del verano y comienzos del otoño se inicia una fase clave del ciclo anual: la acumulación de reservas energéticas. Durante este periodo, los murciélagos incrementan de forma notable su peso corporal mediante el depósito de grasa —especialmente grasa parda— que será utilizada para afrontar los periodos de baja disponibilidad alimentaria. Paralelamente, comienzan a alternarse fases de actividad con episodios de torpor temporal, lo que permite reducir el consumo energético antes de la llegada del invierno.

Este conjunto de procesos —reproducción, emancipación de las crías, reorganización social, acumulación de reservas y ajuste fisiológico— constituye la base funcional del ciclo anual, y explica la elevada sensibilidad del grupo frente a alteraciones ambientales que afecten a refugios, disponibilidad trófica o estabilidad térmica del hábitat.



Figura 3. Ciclo vital de los quirópteros

4.2.2. Migración de los murciélagos

La migración en los murciélagos constituye un componente clave de su dinámica espacial anual y responde a la necesidad de optimizar el equilibrio entre disponibilidad de alimento, condiciones térmicas favorables y presencia de refugios adecuados durante las distintas fases del ciclo biológico. La magnitud, dirección y periodicidad de estos desplazamientos varía notablemente entre especies, poblaciones e incluso entre sexos, configurando un amplio espectro de estrategias migratorias.

En términos generales, pueden distinguirse tres grandes tipologías de movimiento estacional:

- Desplazamientos locales o de corto alcance, característicos de especies sedentarias o de movilidad regional, que se limitan a cambios entre refugios estivales y de hibernación situados a distancias generalmente inferiores a 50 km. Estos movimientos suelen estar asociados a variaciones microclimáticas entre cavidades utilizadas en verano y refugios invernales más fríos y estables.
- Migración regional o de media distancia, en la que los individuos recorren trayectos que pueden superar varios cientos de kilómetros, desplazándose entre áreas con distinta disponibilidad trófica o condiciones térmicas estacionales. Este patrón es frecuente en especies que combinan refugios cavernícolas con paisajes abiertos o forestales según la época del año.
- Migración de larga distancia, documentada en determinadas especies europeas que pueden recorrer entre 1.500 y más de 3.000 kilómetros entre

áreas de cría y zonas de invernada. Estas rutas pueden seguir ejes montañosos, corredores costeros o grandes valles fluviales, y suelen estar asociadas a gradientes latitudinales y climáticos.

En muchas especies se observa diferenciación sexual en los movimientos estacionales. Las hembras reproductoras muestran una mayor fidelidad a las colonias de cría, mientras que los machos pueden presentar desplazamientos más amplios o patrones de ocupación espacial más variables. Asimismo, algunas especies segregan espacialmente sus áreas de cría y apareamiento, de modo que los movimientos entre refugios de verano y refugios de celo forman parte del ciclo migratorio anual.

Durante los periodos de transición entre estaciones —especialmente al final del verano y comienzo del otoño—, los murciélagos incrementan su actividad de desplazamiento, combinando movimientos de alimentación con desplazamientos preparatorios hacia los refugios de hibernación. En este periodo pueden registrarse movimientos en cascada, con ocupación temporal de refugios intermedios antes de alcanzar los enclaves definitivos de invernada.

Las especies migradoras dependen en gran medida de la existencia de redes continuas de refugios y hábitats funcionales a lo largo de sus rutas estacionales. Los corredores ecológicos —como barrancos, sierras, puertos de montaña, sistemas fluviales o alineaciones de cortados rocosos— desempeñan un papel estructural en el mantenimiento de la conectividad entre áreas tróficas y refugios estacionales.

En el retorno primaveral, los individuos realizan el movimiento inverso, desplazándose progresivamente hacia los refugios estivales, donde se restablecen las colonias de cría y se reactiva el ciclo reproductor. Este patrón cíclico refleja una alta dependencia funcional del territorio a escala paisajística, lo que confiere a los quirópteros una especial sensibilidad frente a la fragmentación del hábitat, la alteración de refugios y la interrupción de corredores migratorios.

4.2.3 Hibernación

La hibernación constituye una de las fases más críticas del ciclo anual de los murciélagos y representa una estrategia fisiológica altamente especializada orientada al ahorro extremo de energía durante los meses de baja disponibilidad de insectos. Este periodo se inicia, de manera general, entre finales de otoño y comienzos del invierno, cuando las temperaturas descienden y la oferta trófica disminuye de forma significativa.

Los murciélagos seleccionan para la hibernación refugios fríos, oscuros, protegidos y térmicamente estables, tales como cuevas naturales, minas abandonadas, grietas profundas en roquedos, estructuras subterráneas, cavidades

arbóreas y, en menor medida, edificaciones o espacios artificiales con microclimas adecuados. La estabilidad térmica y la ausencia de corrientes de aire resultan factores determinantes en la selección del refugio, ya que cualquier variación brusca de temperatura puede incrementar el consumo energético y comprometer la supervivencia invernal.

Durante este periodo, los individuos entran en un estado de torpor prolongado o letargo profundo, reduciendo drásticamente la temperatura corporal hasta valores próximos a la temperatura ambiente del refugio. De manera paralela, la frecuencia respiratoria y cardíaca disminuye de forma significativa, así como el metabolismo basal, lo que permite minimizar el gasto energético en un contexto de escasez alimentaria. En este estado, los murciélagos pueden permanecer inmóviles durante largos intervalos de tiempo.

No obstante, la hibernación no supone una inactividad continua. A lo largo del invierno se producen despertares periódicos, durante los cuales los individuos elevan su temperatura corporal mediante la movilización de grasa parda acumulada en la región escapular. Estos episodios permiten llevar a cabo funciones fisiológicas esenciales, tales como beber, orinar, defecar, corregir la postura o desplazarse dentro o fuera del refugio. Los despertares representan, sin embargo, un importante coste energético, por lo que su frecuencia y duración condicionan de manera directa la supervivencia del individuo.

En determinadas especies, especialmente en ambientes templados o mediterráneos, se ha observado la alternancia entre torpor y periodos de actividad invernal limitada, aprovechando noches relativamente suaves para realizar vuelos cortos o desplazamientos entre refugios próximos. Este comportamiento evidencia una notable plasticidad ecológica y una adaptación a la variabilidad térmica del medio.

Asimismo, se ha documentado en varias especies la existencia de cambios de refugio durante la hibernación, motivados por variaciones microclimáticas internas, presencia de perturbaciones o búsqueda de cavidades más favorables. En algunos casos, determinados movimientos invernales están asociados a episodios reproductivos, dado que el invierno puede seguir constituyendo un periodo con actividad de apareamiento residual.

La supervivencia invernal depende directamente de la eficiencia en la gestión de las reservas energéticas acumuladas durante el otoño. Los individuos que alcanzan el periodo de hibernación con menor cantidad de grasa corporal presentan una probabilidad reducida de superar el invierno. Por el contrario, aquellos que economizan eficazmente el gasto energético y minimizan los despertares alcanzan la

primavera en mejores condiciones fisiológicas para reincorporarse a la actividad trófica y reproductiva.

Finalmente, la salida de la hibernación se produce con el retorno de condiciones térmicas favorables y el aumento de la disponibilidad de insectos en primavera. En este momento, los murciélagos abandonan progresivamente los refugios invernales, reanudan la actividad nocturna y se reactiva la secuencia funcional del ciclo anual.

5. FECHA DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO.

El programa de seguimiento de quirópteros desarrollado en el ámbito del Parque Eólico Las Lomas se llevó a cabo de forma continua entre los meses de mayo y octubre de 2025. El muestreo se realizó mediante dos estaciones de grabación automática, ubicadas respectivamente en la Estación Olivo y en la Estación Torre Anemométrica, que funcionaron de manera simultánea durante el mismo periodo temporal.

El esfuerzo de muestreo en el ámbito del Parque Eólico Las Lomas se ha desarrollado de forma continuada durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y octubre de 2025, mediante dos estaciones de registro independientes: la estación Olivo y la estación Torre Anemométrica. En ambos casos, cada jornada de muestreo corresponde a un periodo estándar de 12 horas de grabación nocturna, lo que permite cuantificar de manera homogénea el esfuerzo temporal aplicado.

En la estación Olivo, el periodo de registro se extiende desde el 4 de mayo hasta el 24 de octubre de 2025, acumulando un total de 174 días de muestreo, que equivalen a 2 088 horas de grabación. La distribución mensual del esfuerzo en esta estación es la siguiente: en mayo se registraron 28 días de muestreo (336 horas), en junio 30 días (360 horas), en julio 31 días (372 horas), en agosto 31 días (372 horas), en septiembre 30 días (360 horas) y en octubre 24 días (288 horas). Esta distribución temporal asegura una representación adecuada de la actividad de quirópteros durante el periodo reproductor, el máximo estival de actividad y la fase postreproductora previa al otoño.

En la estación Torre Anemométrica, el periodo de muestreo abarca desde el 1 de mayo hasta el 24 de octubre de 2025, alcanzando un total de 177 días de registro, equivalentes a 2 124 horas de grabación. La distribución mensual del esfuerzo en esta estación es la siguiente: mayo incluye 31 días de registro (372 horas), junio 30 días (360 horas), julio 31 días (372 horas), agosto 31 días (372 horas), septiembre 30 días (360 horas) y octubre 24 días (288 horas). Al igual que en la estación Olivo, el esfuerzo de muestreo cubre de forma continua las principales fases fenológicas del ciclo anual de actividad de los murciélagos.

En conjunto, ambas estaciones proporcionan un esfuerzo temporal amplio, equilibrado y complementario, que permite considerar los datos obtenidos como representativos del funcionamiento general del parque eólico y del comportamiento espacial y temporal de las especies de quirópteros presentes en su área de influencia.

6. METODOLOGIA

Para la caracterización de la población de quirópteros en el área de estudio se ha aplicado una metodología combinada de revisión documental, prospección de refugios y muestreo acústico, integrada por las siguientes fases:

Revisión bibliográfica y de bases de datos. Se recopiló y analizó la información disponible sobre las especies de murciélagos presentes en la(s) cuadrícula(s) UTM de 10 × 10 km en la que se localiza el parque eólico “Las Lomas”, incluyendo bibliografía científica, atlas de distribución, informes técnicos y registros faunísticos previos.

Localización de refugios y hábitats potencialmente favorables. Se realizó una prospección del área de estudio orientada a identificar refugios y enclaves de interés para quirópteros, tales como cavidades, fisuras en roca, edificaciones abandonadas, infraestructuras, masas arboladas y cortados rocosos, valorando sus condiciones de accesibilidad, estabilidad térmica y nivel de perturbación potencial.

Identificación y detección acústica de especies presentes. La caracterización específica de la comunidad de quirópteros se llevó a cabo mediante técnicas de muestreo acústico nocturno, combinando dos enfoques complementarios:

- **Transectos nocturnos activos**, efectuados con detector manual de ultrasonidos Echo Meter Touch Pro (Wildlife Acoustics), que permitieron el registro y georreferenciación directa de la actividad de vuelo.
- **Grabaciones pasivas mediante estación autónoma de registro**, utilizando grabadora SM4BAT (Wildlife Acoustics), instalado en puntos estratégicos del área de estudio para el registro continuo de actividad acústica.

Las grabaciones obtenidas en ambos métodos fueron analizadas mediante el software **Kaleidoscope Pro**, empleando criterios bioacústicos para la asignación taxonómica de las secuencias registradas.

6.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se ha realizado un estudio bibliográfico previo al trabajo de campo que ha permitido establecer las especies de murciélagos potencialmente presentes en el área de estudio. Para la revisión se han tenido en cuenta los registros asociados a la cuadrícula UTM de 10 × 10 km 30SVF58, así como las siguientes fuentes documentales:

- Bases de datos del Inventario Español de Especies Terrestres (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- Palomo, L. J., Gisbert, J. & Blanco, J. C. (eds.) (2007). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza – SECEM – SECEMU. Madrid.
- Dietz, C. & Kiefer, A. *Guía de campo de los murciélagos de Europa*. Ediciones Omega.

Las especies de quirópteros citadas en la cuadrícula UTM 30SVF58 y su categoría de protección se recogen en la siguiente tabla, de acuerdo con:

Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, por el que se desarrolla el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial de Andalucía.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA	REAL DECRETO 139/2011	DECRETO 23/2012
Murciélago ratonero grande	<i>Myotis myotis</i>	Quirópteros	Vespertilionidae	VU	VU
Murciélago orejado meridional	<i>Plecotus austriacus</i>	Quirópteros	Vespertilionidae	PE	PE
Murciélago grande de herradura	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Quirópteros	Rhinolophidae	VU	VU
Murciélago de borde claro	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Quirópteros	Vespertilionidae	PE	PE
Murciélago de oreja partida	<i>Myotis emarginatus</i>	Quirópteros	Vespertilionidae	VU	VU
Murciélago pequeño de herradura	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Quirópteros	Rhinolophidae	PE	PE
Murciélago de cueva	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Quirópteros	Vespertilionidae	VU	VU
Murciélago hortelano	<i>Eptesicus serotinus</i>	Quirópteros	Vespertilionidae	PE	PE
Murciélago mediterráneo de herradura	<i>Rhinolophus euryale</i>	Quirópteros	Rhinolophidae	VU	VU
Murciélago montaño	<i>Hypsugo savii</i>	Quirópteros	Vespertilionidae	PE	PE

Tabla 5. Estado de protección de las especies de quirópteros citadas en la cuadrícula UTM 10 × 10 km (30SVF58)

6.2. BUSQUEDA DE POSIBLES REFUGIOS

6.2.1. Referencias bibliográficas de los refugios

Según el Programa de Emergencia, Control Epidemiológico y Seguimiento de la Fauna Silvestre de Andalucía, en sus informes correspondientes a los años 2010, 2011, 2015 y 2017, se constata la presencia de refugios cavernícolas de relevancia para quirópteros en el Barranco de Iñate, así como en la Cueva de Iñate, localizada en el Tajo de los Vados (Vélez de Benaudalla).

Estos enclaves se sitúan a una distancia aproximada de 12 km en el entorno del parque eólico, lo que los convierte en refugios funcionalmente conectados con el área de estudio. En dichos refugios se ha documentado de forma reiterada la presencia de las siguientes especies de quirópteros:

Myotis capaccinii

Miniopterus schreibersii

Myotis myotis

Rhinolophus ferrumequinum

Myotis escaleraei

Rhinolophus euryale

Myotis blythii

La composición específica registrada incluye tanto especies estrictamente cavernícolas como taxones de elevado interés conservacionista, varios de ellos catalogados en categorías de protección a nivel estatal y autonómico. La reiteración de registros en distintos años pone de manifiesto la estabilidad y funcionalidad de estos refugios como enclaves de reproducción, hibernación o concentración estacional.

Aunque dentro del ámbito del parque eólico no se han identificado cuevas de gran desarrollo, la proximidad del Barranco de Iñate y de la Cueva de Iñate refuerza la interpretación de que el área de estudio forma parte de un sistema territorial interconectado, en el que las crestas, laderas y barrancos del parque pueden actuar como zonas de tránsito, áreas de alimentación o corredores de vuelo entre refugios cavernícolas de importancia regional.

Este contexto espacial resulta coherente con la detección acústica en el parque de especies como *Miniopterus schreibersii*, *Myotis myotis* y *Rhinolophus ferrumequinum*, caracterizadas por una elevada capacidad de desplazamiento entre refugios y áreas de caza, y subraya la necesidad de considerar el área de estudio desde una escala de paisaje, integrando la conectividad funcional con refugios situados en el entorno próximo.

6.2.2. Refugios ámbito del parque eólico

En el ámbito del parque eólico Las Lomas, situado en el área de transición entre Sierra Nevada y la Sierra de los Guájares, no se han identificado sistemas de cuevas desarrollados. Los refugios potenciales disponibles para quirópteros corresponden principalmente a fisuras y grietas en afloramientos rocosos, edificaciones dispersas por el área de estudio, cortijos abandonados, estructuras transversales de paso asociadas a carreteras, así como zonas arboladas y barrancos encajados donde son frecuentes las oquedades naturales en roca.

El paisaje del área presenta una orografía abrupta, con laderas rocosas, crestas calizas y cortados que generan microhábitats fisurícolas idóneos para especies que utilizan grietas, hendiduras o cavidades someras como refugio estival o de paso. En los barrancos encajados, la humedad relativa y el sombreado favorecen la presencia de refugios térmicamente más estables, potencialmente adecuados durante periodos de transición o descanso diurno.

Las zonas arboladas, compuestas principalmente por matorral mediterráneo, pinares de repoblación y áreas con presencia puntual de quercíneas, ofrecen huecos en troncos, fisuras en cortezas y ramas fracturadas que pueden ser utilizados por murciélagos arborícolas. En particular, los árboles maduros y ejemplares en fases avanzadas de desarrollo estructural aportan refugios asociados a procesos de pudrición y desprendimiento de corteza.

Por otro lado, los cortijos abandonados, almacenes rurales, caseríos aislados y construcciones agrícolas tradicionales constituyen refugios antropófilos frecuentemente empleados por especies que aprovechan cámaras bajo tejas, grietas en muros, viguerías y espacios protegidos del viento. Asimismo, las estructuras lineales de paso —puentes, viaductos y marcos de drenaje— aportan cavidades y fisuras protegidas que pueden funcionar como refugios temporales o diurnos.

Próximas al área de estudio, aproximadamente 8 Km, las minas de Sierra de Lújar (Granada) son importantes refugios para quirópteros (murciélagos), ofreciendo cobijo en cavidades artificiales, especialmente para las especies cavernícolas que se han registrado en este estudio.

En conjunto, la combinación de ambientes rocosos, medios forestales fragmentados, barrancos húmedos y elementos antrópicos dispersos genera una red de refugios potenciales de carácter heterogéneo, aunque con predominio claro de hábitats fisurícolas frente a cavernícolas.

INFORME DE SEGUIMIENTO DE QUIROPTEROS
PROYECTO DE REPOTENCIACIÓN DEL PARQUE EOLICO LAS LOMAS. TT.MM DE EL
PINAR Y LANJARON (GRANADA)



6.3. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE QUIROPEROS

6.3.1. Grabación de ultrasonidos

Para las grabaciones se ha utilizado una grabadora Song Meter SM4BAT fullspectrum de la marca Wildlife Acoustics de espectro completo de 16 bits en formato WAV; acoplados a un micrófono de ultrasonidos SMM-U2 omnidireccional con un alcance teórico de 50 m



Figura 4. Grabadora SM4BAT

Las grabadoras han permanecido activas, registrando ultrasonidos desde la puesta hasta la salida del sol en continuo. 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.

Para la identificación de las especies de quirópteros se han realizado espectrogramas (frecuencia/tiempo) y gráficos de potencia (amplitud/frecuencia) para conocer los principales parámetros de los ultrasonidos: frecuencia máxima y mínima de cada pulso, frecuencia de máxima intensidad, duración de los pulsos e intervalo de tiempo entre pulsos, de acuerdo con diferentes estudios de identificación de los ultrasonidos de murciélagos en Europa (Ahlén, 1990; Russo y Jones, 2002; Orbist *et al.*, 2004; Haquart y Disca, 2007; Barataud, 2012-2014). Este análisis permite identificar la mayoría de las especies de murciélagos que vuelan por la zona. No obstante, en ocasiones, algunas especies emiten ultrasonidos muy similares, y resulta prácticamente imposible identificarlas por este método; en estos casos, se ha determinado al menos el género, y en caso necesario la pareja de especies a la que pertenecen.

Estas grabadoras se mantendrán en funcionamiento desde el ocaso hasta el orto y han estado operativas entre los meses de julio y octubre de 2023. Se han establecido dos puntos de grabación.

Los murciélagos utilizan la ecolocación para orientarse en el espacio, reconocer áreas de caza y encontrar presas. A lo largo de la evolución cada especie ha desarrollado un repertorio específico de señales específicas, que se adaptan a sus características de ecolocación. Para la identificación acústica de especies de murciélagos son básicamente realizadas mediante la representación de las señales de búsqueda en graficas de frecuencia-tiempo (sonograma). Para la identificación se debe observar, siempre que sea posible, secuencias largas con numerosos pulsos individuales, como mínimo cinco pulsos claros.

Las grabadoras acústicas fueron instaladas en dos localizaciones representativas del ámbito del parque eólico Las Lomas, seleccionadas con el objetivo de cubrir diferentes tipologías de hábitat y condiciones de exposición al viento.

La primera unidad se ubicó en la torre anemométrica, situada entre los aerogeneradores 1 y 2, dentro de la alineación occidental del parque (conformada por seis aerogeneradores). Este sector se caracteriza por encontrarse en una zona abierta de cresta, con vegetación dominante de matorral mediterráneo subarborescente y pastizal ralo, sometida a una elevada exposición al viento y baja cobertura arbórea. Se trata, por tanto, de un entorno de hábitat abierto, potencialmente utilizado por quirópteros de actividad en espacios despejados y por especies asociadas a áreas de caza sobre mosaicos de matorral-pastizal.



Fotografía 1. Grabadoras Torre Anemométrica

La segunda grabadora se instaló en la zona oriental del parque eólico, en las proximidades del aerogenerador nº 8. Este emplazamiento se localiza en un entorno

con cultivos arbóreos de olivar en estado de abandono, en el que la reducción del manejo agrícola ha favorecido el desarrollo de pastizales y herbazales anuales, en contacto con un pinar de repoblación de baja densidad situado en ladera próxima. Este punto presenta, por tanto, una estructura de hábitat más heterogénea, combinando elementos agrícolas seminaturales con formaciones arbóreas aclaradas, lo que puede favorecer la presencia de quirópteros de ecología forestal y especies que utilizan bordes y ecotonos como áreas de tránsito y alimentación.



Grabadora olivo



Grabadora pino

Fotografía 2

Durante el periodo final de muestreo fue necesario reubicar temporalmente esta segunda grabadora debido a la ejecución de trabajos de tala en el olivar abandonado. La grabadora se desplazó a un pino cercano, situado a escasos metros de la posición original, manteniendo así la representatividad del hábitat y la continuidad espacial del esfuerzo de muestreo.

6.3.2. Detectores de ultrasonidos

Se han realizado muestreos nocturno puntuales utilizando detector de ultrasonidos.

Los muestreos nocturnos se han realizado usando un detector manual de ultrasonidos, modelo "Echo Meter Touch 2 Pro" de Wildlife Acoustics (figura 4). Este detector ultrasónico se usa junto con su aplicación específica, desarrollada por el fabricante para un dispositivo iOS, a través de la cual mediante sonograma en directo y grabaciones permite la identificación de especies.

Se ha usado un receptor especial de ultrasonidos especializado que capta estas señales y las caracteriza pudiéndose determinar en muchos casos la especie en cuestión. Posteriormente, mediante una App específica de la compañía, se registran los ultrasonidos emitidos por los quirópteros y los graba e identifica en la App del iPhone al que se acopla.



Figura 5. Detalle del dispositivo Echo Meter Touch insertado en un smartphone con la aplicación de utilización específica. Fuente: <https://www.wildlifeacoustics.com>

Los rastreos de quirópteros se iniciaron una hora antes del anochecer, y se prolongaron entre una y dos horas tras la puesta de sol. Más allá de este periodo suele decrecer la actividad de los murciélagos, que se muestran más activos durante las primeras horas de la noche (Kunz, 1973 y 1974; A. J. Castelló, observación personal). Esta duración de las jornadas permite detectar especies que se muestran más activas desde la caída del sol. Se hicieron varias paradas a lo largo de los transectos.

Las detecciones detectadas por el "Echo Meter" no identifica el número de individuos ni las alturas de vuelo, sino los registros de cada especie que han realizado vuelos dentro del rango de detección del detector de ultrasonidos. Un mismo individuo puede tener numerosos y reiterados contactos, por tanto, los registros obtenidos por el detector de ultrasonidos es un índice de frecuencia, no de abundancia.

6.3.3. Procesamiento de los datos

Las grabaciones han sido analizadas utilizando el software de ultrasonidos Kaleidoscope v.5.1.6.

Para la descripción de las señales de ecolocación se han utilizado los siguientes parámetros:

Frecuencia de máxima energía. Frecuencia de la máxima intensidad en el gráfico.

Frecuencia máxima. La frecuencia más alta de la señal.

Frecuencia mínima. La frecuencia más baja de la señal.

Frecuencia inicial. Frecuencia al inicio de la señal, en el caso de pulso FM es la misma que la frecuencia máxima.

Frecuencia final. Frecuencia al término de la señal, en el caso de pulsos FM es la misma que la frecuencia mínima.

Duración de la señal. Duración del pulso en el oscilograma.

Intervalo de pulsos. Duración entre el inicio de un pulso y el inicio del pulso siguiente.

La grabadora ha registrado la actividad de quirópteros durante noches completas en el período del mes de mayo al mes de octubre de 2025.

Las grabadoras han permanecido en funcionamiento desde el ocaso hasta el orto. Se ha programado para realizar grabaciones de 5 segundos, con frecuencia de muestreo de 250 kHz. Posteriormente estas grabaciones han sido analizadas con el programa informático Kaleidoscope pro para identificar las especies de quirópteros presentes en la zona, así como discriminar los sonidos de animales y otros ruidos.

El procesamiento de los datos con Kaleidoscope Pro (Wildlife Acoustics) ha sido el siguiente.

Para cada registro acústico, el software genera las siguientes variables principales:

Autoid*. Especie considerada más probable por el modelo de reconocimiento automático.

Match ratio. Porcentaje de pulsos del evento que coinciden con el patrón acústico de la especie propuesta.

Alternativa 1 y Alternativa 2. Especies acústicamente similares que el programa identifica como posibles alternativas taxonómicas.

Posteriormente, los resultados brutos fueron sometidos a un proceso de **revisión y depuración**, aplicando filtros basados en:

- Coherencia entre la especie propuesta como más probable (Autoid) y especies alternativas.
- Criterios espectrales.
- Criterios bibliográficos

6.3.3.1. Match ratio

El MATCH RATIO se interpreta como un indicador relativo del grado de ajuste entre los pulsos registrados y el patrón acústico de la especie asignada por Autoid (especie más probable). Aunque no equivale a una probabilidad de identificación en

sentido estricto, constituye un descriptor fiable de la coherencia interna del evento acústico.

Para el valor match ratio se han establecido los siguientes rangos operativos:

≥ 80 % — Alta certeza. Identificaciones sólidas y consistentes frente a las alternativas propuestas.

60–79 % — Certeza media (especie probable). La especie AutoID es más verosímil que las alternativas, aunque existe cierto solapamiento acústico.

40–59 % — Certeza baja (especie posible). La evidencia resulta insuficiente para una asignación firme; los registros se consideran indicativos.

< 40 % — Identificación indeterminada. Los eventos no se emplean para justificar presencia de especie.

6.3.3.2. *Compatibilidad espectral*

Este criterio se aplica a nivel de registro y se interpreta en conjunto con la recurrencia temporal, el contexto ecológico y la compatibilidad espectral.

Para cada registro se evaluó la compatibilidad espectral comparando los valores de Fmax y Fmin con los rangos definidos para cada especie. Los intervalos aplicados, procedentes de bibliografía especializada y patrones acústicos de referencia, incluyen entre otros:

Eptesicus isabellinus — 26–30 kHz

Eptesicus serotinus — 22–26 kHz

Hipsugo savii — 30–35 kHz

Miniopterus schreibersii — 49–53 kHz

Myotis spp. (diferentes rangos según especie)

Nyctalus leisleri — 22–25 kHz

Pipistrellus kuhlii — 34–39 kHz

Pipistrellus pipistrellus — 41–46 kHz

Pipistrellus pygmaeus — 50–57 kHz

Plecotus austriacus — 23–43 kHz

Rhinolophus spp. (rangos específicos de alta frecuencia)

Tadarida teniotis — 9–14 kHz

Un registro se considera espectralmente compatible cuando su rango de frecuencias se sitúa dentro del intervalo teórico esperado para la especie propuesta.

6.3.3.3. *Criterios taxonómicos por consulta bibliográfica y análisis espectral*

Este apartado expone los ajustes aplicados en casos de especies crípticas o distribuciones geográficas particulares.

Myotis nattereri / Myotis escalerae

Se ha puesto de manifiesto la presencia en la Península Ibérica de dos taxones crípticos. Uno es de hábitos cavernícolas y el otro no vive nunca en cuevas. Ambos son distintos de *Myotis nattereri* sensu estricto, cuya presencia queda pendiente de confirmar. El taxón más abundante y frecuente en la Península Ibérica es el de hábitos cavernícolas, denominado ahora *Myotis escalerae*, que es el taxón presente en el área de estudio. El otro taxon aparece sólo en las montañas del norte peninsular por encima de 1.000 m.s.n.m, y tiene un comportamiento más parecido a *Myotis nattereri* sensu estricto.

Plecotus auritus / Plecotus austriacus

La bibliografía indica que *Plecotus auritus* presenta distribución preferente en áreas del norte peninsular. Por otra parte, las Fmax y Fmin de los 273 resfistros dan como especie *Plecotus austriacus*.

Otras especies que se excluyen del análisis por las consultas bibliográficas son las siguientes especies:

Nyctalus noctula
Nyctalus lasiopterus
Pipistrellus nathusii
Myotis alcathoe
Myotis bechsteinii
Myotis brandtii

6.3.3.4. *Probabilidad de presencia*

Integrando número y consistencia de los registros, distribución de los valores de MATCH RATIO, compatibilidad espectral, y coherencia biogeográfica, se establecen tres categorías de presencia de las especies registradas en el área de estudio:

Presencia confirmada / probabilidad muy alta. (registros abundantes + match ratio elevado + compatibilidad espectral + coherencia biogeográfica)

Presencia probable / probabilidad alta-media. (registros moderados + evidencia consistente pero parcial)

Presencia posible / evidencia limitada. (actividad escasa y/o de baja certeza)

Los eventos con < 40 % de MATCH RATIO se han considerado, en general, identificación indeterminada y no se emplean para sustentar la presencia de la especie.

7. RESULTADOS

7.1. ESTACION DE GRABACION "OLIVO"

7.1.1. Especies con presencia confirmada (probabilidad muy alta)

Las siguientes especies se encuentra dentro de la categoría de probabilidad muy alta, confirmándose su presencia en el area de estudio:

Pipistrellus kuhlii (PIPKUH).
Tadarida teniotis (TADTEN).
Miniopterus schreibersii (MINSCH).
Rhinolophus ferrumequinum (RHIFER).
Pipistrellus pygmaeus (PIPPYG).
Nyctalus leisleri (NYCLEI).
Hypsugo savii (HYPSAV).

En todos estos casos se cumplen simultáneamente:

- Un número elevado de eventos.
- Porcentaje mayoritario de detecciones en certeza media-alta (MATCH RATIO $\geq$ 80 %).
- Elevada compatibilidad espectral con los rangos Fmax/Fmin de referencia.
- Presencia en consulta bibliográfica realizada.

7.1.2. Especies con presencia probable

Las siguientes especies se encuentra dentro de la categoría de probabilidad alta-media, confirmándose su presencia como probable:

Pipistrellus pipistrellus (PIPPIP).
Eptesicus isabellinus (EPTISA).
Plecotus austriacus (PLAUS).

Estos taxones presentan actividad moderada pero repetida a lo largo del periodo muestreado, valores medios de MATCH RATIO en el rango de certeza media, con una proporción relevante de eventos $\geq$ 60 %, espectros mayoritariamente compatibles con los rangos teóricos, pero cierto solapamiento acústico con especies

afines, lo que recomienda mantener una interpretación prudente (probable, no plenamente confirmada).

7.1.3. Especies con presencia posible

Las especies que se encuentran dentro de la categoría de presencia posibles son las siguientes:

Complejo Myotis spp.
Myotis escalerae (MYOSCA)
Myotis daubentonii (MYODAU)
Myotis myotis (MYOMYO)
Myotis emarginatus (MYOEMA)
Myotis capaccinii (MYOCAP)
Rhinolophus hipposideros (RHIHIP).

Estas especies presentan un número de registros reducido (actividad escasa o puntual). Con un grado de certeza entre el 40-59%. La compatibilidad espectral en algunos casos (especialmente en parte de los *Myotis* y *R. hipposideros*), pero insuficiente en términos de abundancia y robustez estadística.

Por ello se interpretan como indicativos de posible presencia, recomendando verificación adicional (revisión manual de los mejores eventos o campañas complementarias).

7.2. ESTACION DE GRABACION "TORRE ANEMOMETRICA"

La torre anemométrica presenta un volumen de actividad acústica significativamente mayor que la estación de olivo, especialmente para especies de vuelo rápido y de uso del espacio aéreo alto.

7.2.1. Especies con presencia confirmada

Las siguientes especies se encuentra dentro de la categoría de probabilidad muy alta, confirmándose su presencia en el área de estudio son las siguientes:

Pipistrellus kuhlii (PIPKUH)
Miniopterus schreibersii (MINSCH)
Tadarida teniotis (TADTEN)
Hypsugo savii (HYPSAV)
Pipistrellus pygmaeus (PIPPYG)
Plecotus austriacus (PLAUS)

Su presencia viene confirmada por:

- Altísima frecuencia de detección en la serie temporal.
- Amplio predominio de eventos con MATCH RATIO en bandas de certeza media y alta.
- Espectros claramente ajustados a los rangos de frecuencia esperados.
- Coherencia biogeográfica plena en todos los casos.

7.2.2. Especies con presencia probable

Las siguientes especies se encuentra dentro de la categoría de probabilidad media-alta, confirmándose su presencia como probable en área de estudio son las siguientes:

Nyctalus leisleri (NYCLEI)

Pipistrellus pipistrellus (PIPIPI)

Eptesicus isabellinus (EPTISA)

Rhinolophus ferrumequinum (RHIFER)

En general estas especies presentan número de registros moderado a alto, u MATCH RATIO medio en rango de certeza media-alta, y una buena compatibilidad espectral en la mayoría de los casos. Presentan cierto solapamiento con especies afines (especialmente en *Nyctalus/Eptesicus/Pipistrellus*), que exige clasificarlas como probables.

7.2.3. Especies con presencia posible

Las especies registradas en esta estación de muestreo catalogada como con presenica posible se corresponden con especies de genero *Myotis spp* (*M. escalerae*, *M. daubentonii*, *M. myotis*, *M. emarginatus*, *M. capaccinii*), con registros puntuales.

Es especies se caracterizan por presentar una actividad escasa (pocos registros a lo largo del periodo), un MATCH RATIO dominado por rangos de certeza baja o combinaciones de baja y media, y espectros a menudo compatibles, pero con muy baja repetición.

En conjunto sugieren posible presencia, pero insuficiente para una asignación taxonómica firme sin revisión experta de los mejores archivos.

7.3. REVISIÓN MANUAL DE ESPECIES CLASIFICADAS COMO PROBABLES Y POSIBLES

El presente apartado recoge la revisión manual realizada sobre las especies que, en el análisis automático inicial, fueron clasificadas en las categorías de presencia probable y presencia posible. Esta revisión se ha llevado a cabo mediante el análisis detallado de los espectrogramas correspondientes a los eventos de mayor calidad acústica, atendiendo a la morfología de los pulsos, a la compatibilidad de los valores Fmax y Fmin con los rangos de referencia disponibles, a la coherencia frente a especies alternativas sugeridas por el software de clasificación automática y, cuando ha sido posible, a la existencia de evidencias independientes procedentes del seguimiento ambiental del parque eólico.

7.3.1. Revisión manual de *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus hipposideros*

La revisión manual de los registros atribuidos a *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus hipposideros* permite confirmar con alta certeza la presencia de esta especie en el ámbito del Parque Eólico Las Lomas. Los espectrogramas revisados muestran una morfología claramente característica del género *Rhinolophus*, con pulsos de frecuencia prácticamente constante y una estructura espectral estable. Los valores de Fmax y Fmin se sitúan de forma consistente dentro del rango comprendido entre 79 y 84 kHz, para *R. ferrumequinum* y 106-116 para *R. hipposideros* lo cual coincide plenamente con los patrones de referencia conocidos para la especie. No se han identificado indicios de solapamiento acústico significativo con otros rinolofidos potencialmente confundibles. Por todo ello, la presencia de *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus hipposideros* se consideran confirmadas y pasa a la categoría de presencia con probabilidad muy alta.

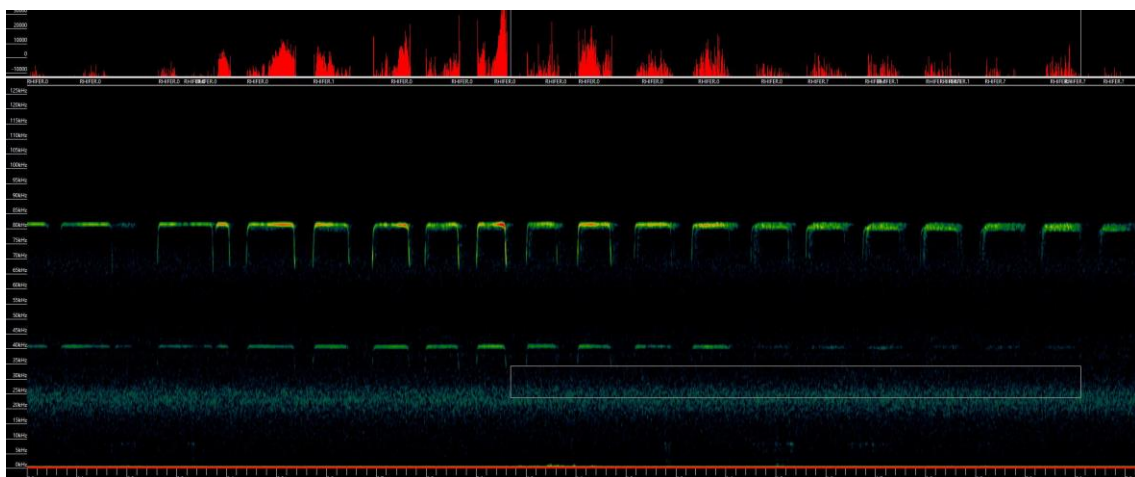


Figura 6. Espectro de *Rhinolophus ferrumequinum* (13-05-2025)

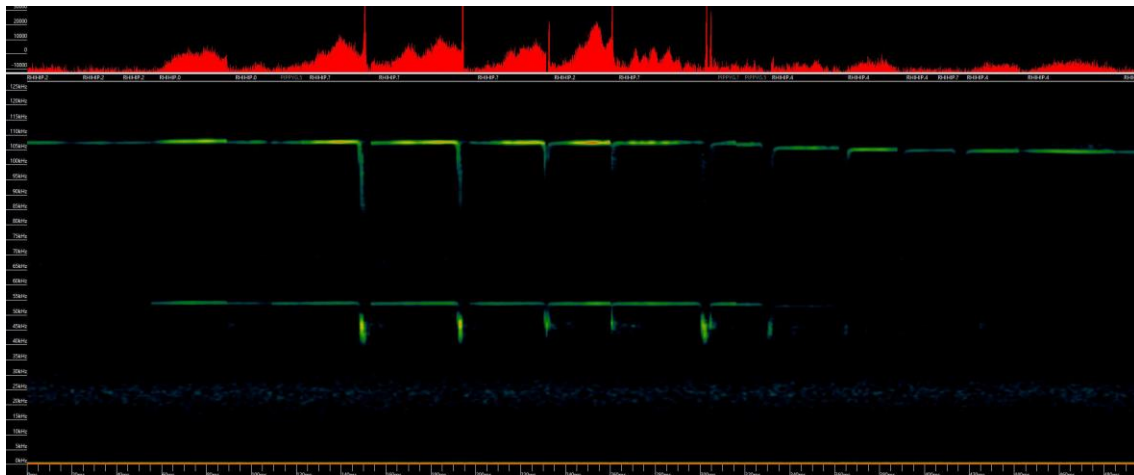


Figura 7. Espectro de *Rhinolophus hipposideros*

7.3.2. Revisión manual de *Eptesicus isabellinus*

En el caso de *Eptesicus isabellinus*, la revisión manual aporta una evidencia sólida y convergente procedente tanto del análisis acústico como de la información obtenida en campo. Los registros revisados muestran valores de Fmax y Fmin que se ajustan de forma clara al intervalo de referencia comprendido entre 26 y 30 kHz, y la forma de los pulsos coincide con la morfología típica descrita para esta especie. A ello se suma un hecho especialmente relevante: durante el seguimiento ambiental del parque eólico se ha constatado el hallazgo de un cadáver identificado como *Eptesicus isabellinus*. La coincidencia entre la evidencia acústica y la evidencia biológica directa refuerza de manera inequívoca la interpretación final, por lo que la presencia de la especie se confirma con plena certeza y pasa igualmente a la categoría de probabilidad muy alta.

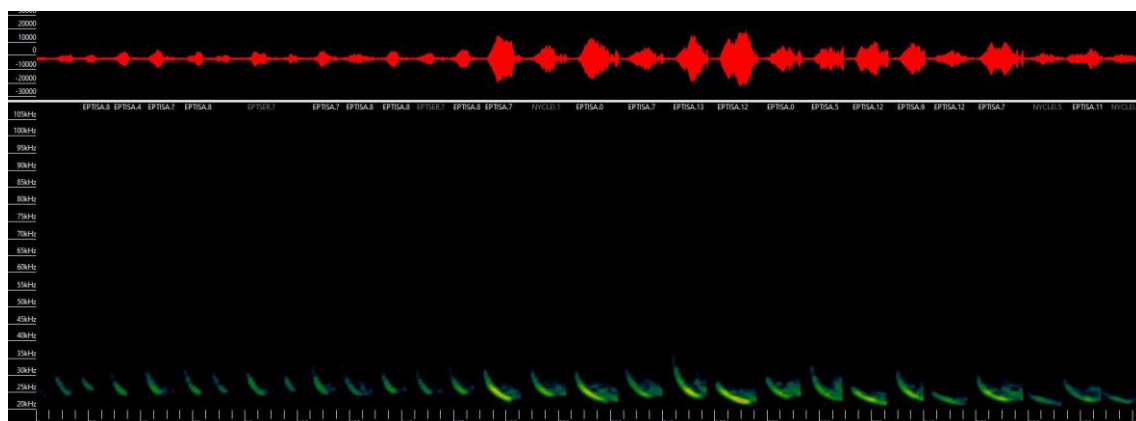


Figura 8. Espectro de *Eptesicus isabellinus* (24-05-2025)

7.3.3. Revisión manual de *Pipistrellus pipistrellus*

La revisión manual de los registros inicialmente asociados a *Pipistrellus pipistrellus* pone de manifiesto la dificultad inherente a la discriminación acústica entre esta especie y *Pipistrellus pygmaeus*. En los espectrogramas analizados se observa un elevado grado de solapamiento espectral y morfológico en el rango de frecuencias situado aproximadamente entre 40 y 55 kHz, lo que limita la fiabilidad de la asignación taxonómica basada únicamente en la identificación automática o en criterios acústicos básicos. Si bien algunos eventos muestran compatibilidad potencial con *Pipistrellus pipistrellus*, no se dispone de un conjunto suficiente de registros inequívocos que permita confirmar su presencia sin introducir un nivel elevado de incertidumbre. En consecuencia, la especie no puede considerarse confirmada, pero tampoco se descarta su presencia en el área de estudio. Se mantiene por tanto en la categoría de presencia posible, entendida como evidencia limitada pendiente de verificación adicional mediante revisión experta o muestreo complementario.

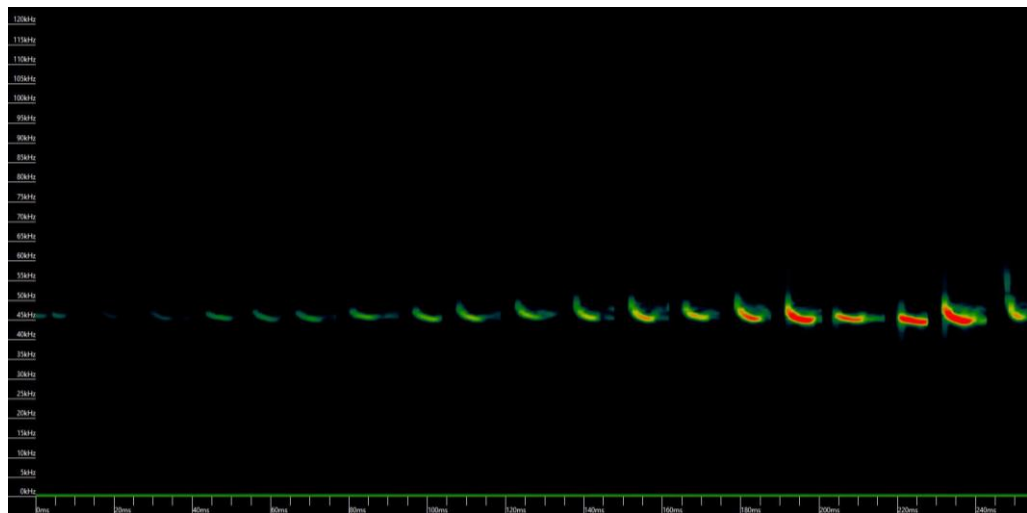


Figura 9. Espectro de *Pipistrellus pipistrellus*

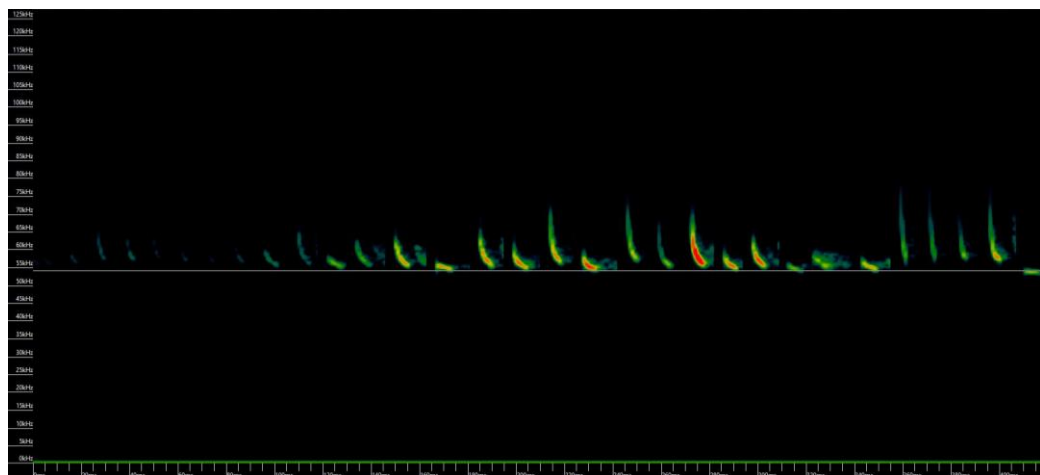


Figura 10. Espectro de *Pipistrellus pygmaeus*

7.3.4. Revisión manual del género *Myotis*

El conjunto de registros acústicos analizados confirma la presencia de murciélagos del género *Myotis* en el ámbito del parque eólico. A partir de los eventos con más de cuatro pulsos, se han obtenido registros asignados a este género, que en su mayor parte han sido clasificados automáticamente como *Myotis myotis*, *Myotis escalerae* y *Myotis daubentonii*, concentrando además la mayoría de los pulsos asociados al conjunto de *Myotis*. Por el contrario, los eventos etiquetados como *Myotis emarginatus* son escasos y los asignados a *Myotis capaccinii* representan una fracción muy reducida tanto en número de registros como en número total de pulsos. Esta distribución cuantitativa inicial ya apunta a que las especies más representadas dentro del género son *M. myotis*, *M. escalerae* y *M. daubentonii*, mientras que *M. capaccinii* aparece de forma marginal y requiere una verificación especialmente rigurosa.

La identificación a nivel genérico es robusta, ya que los espectrogramas revisados manualmente muestran señales típicas de modulación de frecuencia amplia, pulsos de banda ancha y estructuras temporales claramente compatibles con este grupo, lo que permite diferenciar con fiabilidad a *Myotis* de otros géneros presentes en la zona incluso cuando la calidad de la señal no es óptima.

A pesar de esta confirmación genérica, la identificación a nivel de especie presenta limitaciones importantes. Las especies de *Myotis* emiten señales de frecuencia modulada muy similares entre sí, especialmente cuando vuelan en espacios abiertos o en desplazamientos de tránsito, situaciones en las que tienden a utilizar pulsos de duración intermedia y frecuencias finales convergentes. En estos contextos, los valores de Fmax y Fmin pueden solaparse ampliamente entre taxones, lo que impide una separación diagnóstica fiable basada únicamente en parámetros acústicos. Por este motivo, la mayor parte de los registros deben interpretarse como *Myotis spp.*, manteniendo prudencia en la atribución específica.

Dentro de este marco de incertidumbre, los espectros revisados se ajustan con mayor frecuencia a los rangos conocidos para *Myotis myotis*, *Myotis daubentonii* y *Myotis escalerae*. Estas especies comparten señales con frecuencias finales en torno a 25–35 kHz y pendientes de modulación compatibles con las observadas en numerosos registros del parque. Además, se trata de taxones ecológicamente esperables en el contexto geográfico y ambiental del área de estudio, lo que refuerza su consideración como las especies más probables dentro del conjunto detectado acústicamente.

También se han obtenido algunos registros compatibles con *Myotis emarginatus*, aunque su representación es escasa y sus parámetros acústicos se sitúan dentro del rango de solapamiento con otros *Myotis* de tamaño medio, por lo que su

presencia no puede confirmarse con el mismo nivel de probabilidad que las especies anteriores.

Los registros inicialmente clasificados de forma automática como *Myotis capaccinii* han sido objeto de una revisión específica y detallada. Esta especie presenta un patrón acústico característico asociado a su especialización ecológica, con señales relativamente agudas y frecuencias finales habitualmente más elevadas que las observadas en la mayoría de los *Myotis* terrestres. Sin embargo, los eventos analizados muestran de forma repetida valores de Fmin más bajos y estructuras de pulso más próximas a *Myotis myotis*, *Myotis daubentonii* o *Myotis escaleraei* que al patrón esperado para *Myotis capaccinii*.

Además, varios de estos registros presentan valores de match ratio bajos o medios y aparecen acompañados de especies alternativas del género *Myotis*, lo que indica una elevada ambigüedad en la asignación automática. La compatibilidad espectral detallada tampoco respalda de manera consistente la presencia de frecuencias características de *Myotis capaccinii*, observándose un solapamiento mucho mayor con otros taxones del género. Por tanto, los datos disponibles no aportan evidencia acústica sólida que permita sostener la presencia de esta especie en el área de estudio.

En conjunto, el análisis confirma la presencia del género *Myotis* en el parque eólico, mientras que a nivel específico las evidencias apuntan principalmente a *Myotis myotis*, *Myotis daubentonii* y *Myotis escaleraei* como las especies más probables. La posible presencia de *Myotis emarginatus* no puede descartarse, aunque con menor respaldo. Por el contrario, *Myotis capaccinii* no se considera presente en el área de estudio, al no existir coherencia espectral suficiente entre sus parámetros diagnósticos y los registros obtenido

A continuación, se muestran imágenes de registros acústicos para especies del género *Myotis*.

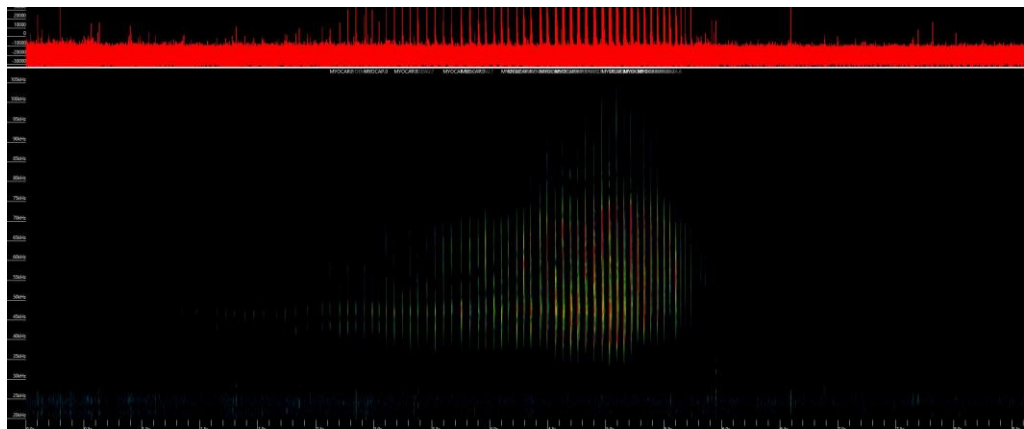


Figura 11. Espectro acústico identificado como *Myotis capaccinii* 9-8-2025

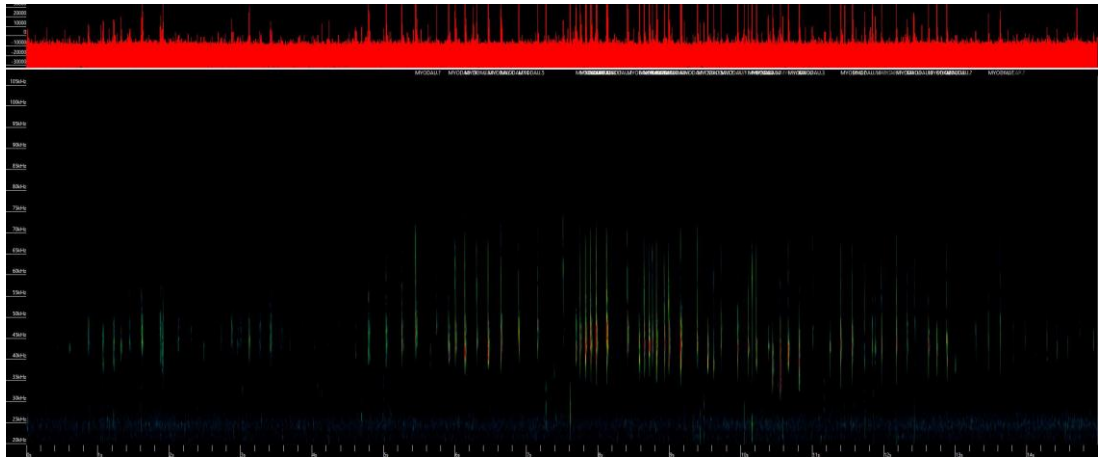


Figura 12. Espectro acústico identificado como *Myotis daubentonii* 7-8-2025

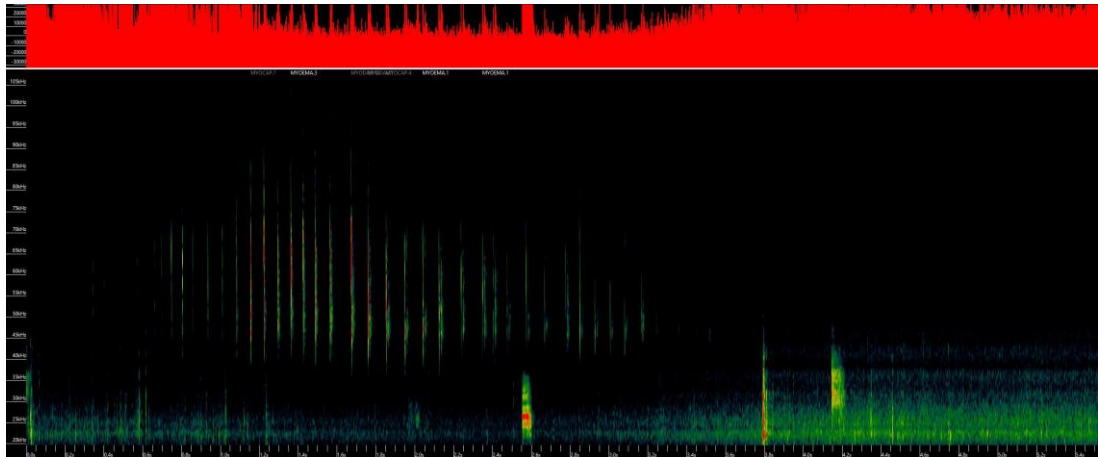


Figura 13. Espectro acústico identificado como *Myotis emarginatus* 5-5-2025

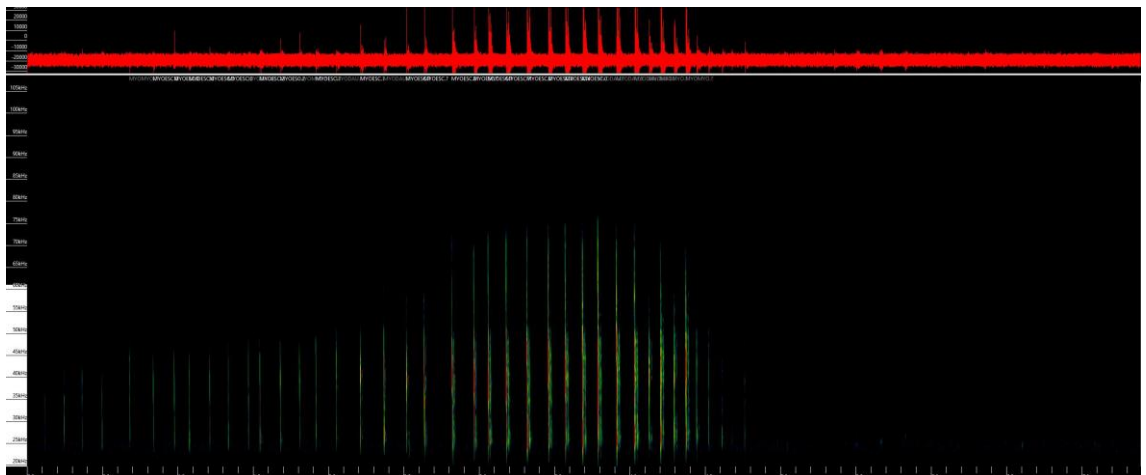


Figura 14. Espectro acústico identificado como *Myotis escaleri* 12-08-2025

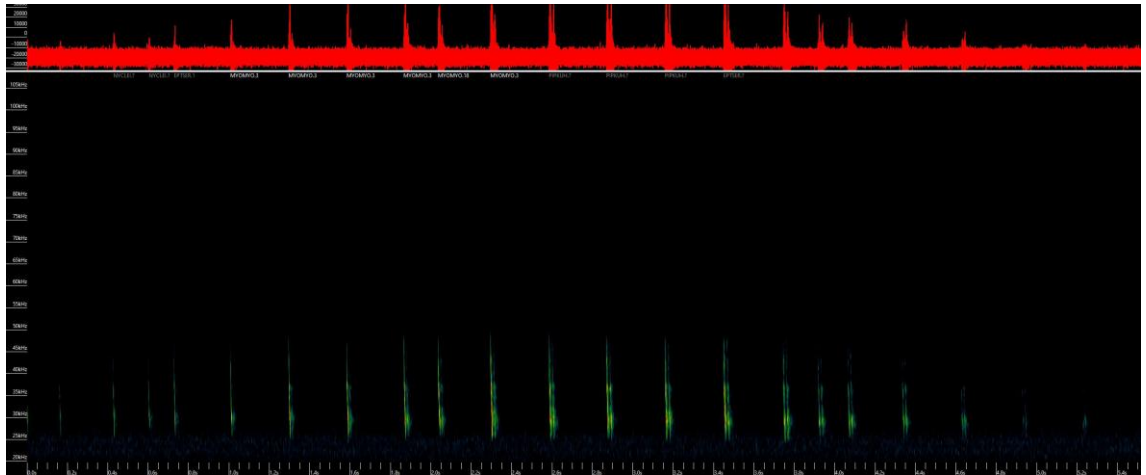


Figura 15. Espectro acústico identificado como *Myotis myotis* 19-5-2025

En conclusión, el análisis acústico confirma de forma consistente la presencia de murciélagos del género *Myotis* en el área del parque eólico. Las características de los espectrogramas —modulación de frecuencia amplia, pulsos de banda ancha y patrones temporales típicos— permiten una identificación fiable a nivel de género, incluso en registros de calidad media.

Sin embargo, la determinación a nivel de especie presenta limitaciones importantes. Las señales acústicas de las distintas especies de *Myotis* son muy similares entre sí, especialmente en vuelos de tránsito o en espacios abiertos, donde los parámetros como frecuencias máximas y mínimas tienden a solaparse. Esta superposición impide una diferenciación diagnóstica segura basada únicamente en criterios acústicos.

Por ello, aunque varios registros acústicos muestran afinidad con especies como *Myotis escalerai*, *M. daubentonii*, *M. myotis*, *M. emarginatus* y *M. capaccinii*, la mayoría de las detecciones deben interpretarse de forma prudente como *Myotis* spp., quedando confirmada la presencia del género, pero con dificultad para concretar las especies implicadas exclusivamente a partir de la información acústica.

7.3.5. Conclusiones

En base a los resultados del análisis acústico y a la posterior revisión manual de los registros de mayor calidad, se confirma la presencia cierta de un conjunto bien definido de especies de quirópteros en el ámbito del Parque Eólico Las Lomas. Entre ellas destaca la presencia de *Pipistrellus kuhlii*, especie claramente dominante en términos de actividad acústica y ampliamente distribuida en el entorno del parque. Asimismo, se confirma la presencia de *Miniopterus schreibersii*, especie cavernícola de amplio rango de vuelo, y de *Tadarida teniotis*, cuyo patrón acústico y comportamiento aéreo de vuelo alto resultan coherentes con las condiciones del emplazamiento.

También se constata la presencia cierta de *Hipsugo savii* y *Pipistrellus pygmaeus*, ambas especies bien representadas en los registros y con espectros compatibles con sus rangos de referencia. La especie *Plecotus austriacus* queda igualmente confirmada como taxón presente en el área, en consonancia con la información biogeográfica disponible. Del mismo modo, se confirma la presencia de *Nyctalus leisleri*, especie asociada a espacios abiertos y vuelo en estratos medios y altos, cuya actividad resulta consistente en las estaciones analizadas.

Tras la revisión manual, se confirma con alta certeza la presencia de *Rhinolophus ferrumequinum*, cuya morfología espectral y valores de frecuencia coinciden plenamente con los patrones característicos de la especie. Asimismo, se confirma de forma inequívoca la presencia de *Eptesicus isabellinus*, tanto por la compatibilidad de sus registros acústicos como por la evidencia independiente derivada del hallazgo de un ejemplar durante el seguimiento ambiental del parque.

Finalmente, el análisis de los registros asociados al género *Myotis* permite confirmar su presencia en el ámbito del parque, al observarse pulsos acústicos con morfología y rangos de frecuencia coherentes con las especies potencialmente presentes en la zona. No obstante, debido al elevado solapamiento acústico entre los taxones del grupo, la identificación se considera confirmada a nivel de género, desarrollándose su análisis específico y detallado en un apartado propio del informe dedicado al estudio del género *Myotis*, donde se examinan con mayor profundidad los registros asociados a este conjunto de especies.

En síntesis, y de acuerdo con la revisión manual realizada, las especies que presentan presencia cierta en el ámbito del Parque Eólico Las Lomas son: *Pipistrellus kuhlii*, *Miniopterus schreibersii*, *Tadarida teniotis*, *Hipsugo savii*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Plecotus austriacus*, *Nyctalus leisleri*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Eptesicus isabellinus* y el género *Myotis*, con presencia confirmada a nivel de género y análisis desarrollado en su apartado específico del informe.

7.4. DOMINANCIA POR ESPECIES

7.4.1. Estación Olivo

La comunidad de quirópteros registrada en el ámbito del estudio muestra una estructura claramente jerarquizada, en la que un pequeño número de especies concentra la mayor parte de la actividad acústica. En términos globales, *Pipistrellus kuhlii* representa el 33,78 % de los registros y el 51,00 % de los pulsos, situándose como la especie claramente dominante. A continuación, la actividad se reparte entre un grupo de especies de presencia relevante, entre las que destacan *Tadarida teniotis* con el 13,41 % de los registros y el 4,82 % de los pulsos, *Eptesicus isabellinus* con el 9,97 %

de los registros y el 3,61 % de los pulsos, *Miniopterus schreibersii* con el 9,03 % de los registros y el 9,09 % de los pulsos, *Pipistrellus pipistrellus* con el 8,60 % de los registros y el 11,32 % de los pulsos, y *Rhinolophus ferrumequinum* con el 7,97 % de los registros y el 8,49 % de los pulsos. Conjuntamente, estas especies constituyen el núcleo principal de la actividad detectada en el área de estudio.

AUTO ID*	Nº REGISTROS	PULSOSTOTALES	% Registros	% Pulsos
PIPKUH	3654	149658	33,78	51,00
TADTEN	1450	14132	13,41	4,82
EPTISA	1078	10582	9,97	3,61
MINSCH	977	26675	9,03	9,09
PIPIPI	930	33221	8,60	11,32
RHIFER	862	24925	7,97	8,49
NYCLEI	658	9574	6,08	3,26
PIPPYG	539	11924	4,98	4,06
HYPYSAV	412	9017	3,81	3,07
MYO	125	1930	1,16	0,66
PLEAUS	111	1719	1,03	0,59
RHIHIP	20	112	0,18	0,04

Tabla 6. Porcentaje de registro y pulso por especie en la estación olivo

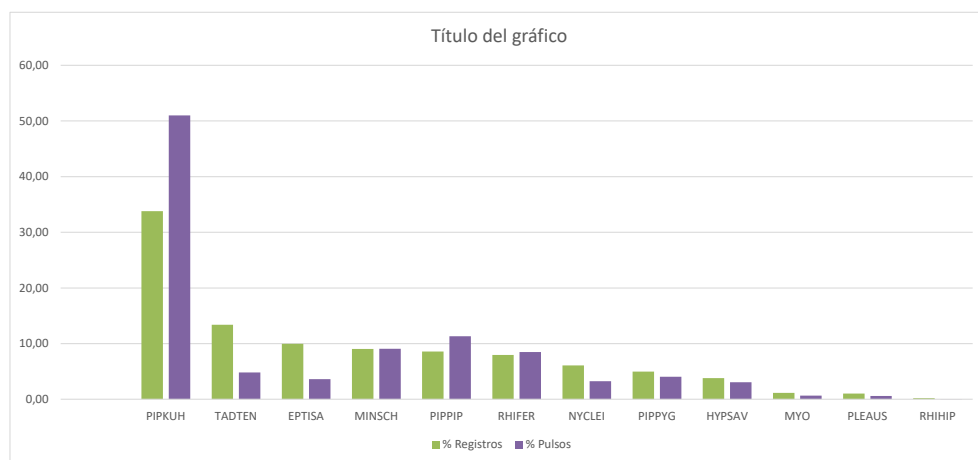


Figura 16. Representación de dominancia por especie en la estación olivo

7.4.2. Estación Torre Anemométrica

La tabla refleja una comunidad de quirópteros claramente dominada por *Pipistrellus kuhlii*, que concentra el 41,40 % de los registros y el 50,38 % de los pulsos, lo que indica una presencia muy intensa y continuada en el área de estudio y un papel funcional claramente principal dentro del ensamblaje de especies detectadas. En un segundo nivel de importancia se sitúan *Miniopterus schreibersii*, con el 13,87 % de los registros y el 9,54 % de los pulsos, y *Nyctalus leisleri*, con el 12,44 % de los registros y el 11,10 % de los pulsos; ambas especies muestran una elevada frecuencia de actividad

y una contribución notable a la señal acústica total, lo que sugiere un uso regular del espacio del parque. También presenta un peso relevante *Pipistrellus pipistrellus*, que alcanza el 10,27 % de los registros y el 11,62 % de los pulsos, evidenciando episodios de actividad prolongada asociados probablemente a zonas de alimentación.

En un rango de contribución intermedia se sitúan *Eptesicus isabellinus*, con el 5,47 % de los registros y el 6,12 % de los pulsos, *Tadarida teniotis*, que alcanza el 6,92 % de los registros pero solo el 2,06 % de los pulsos, patrón que sugiere pasos rápidos y uso del espacio aéreo en tránsito, *Hypsugo savii*, con el 4,03 % de los registros y el 4,30 % de los pulsos, y *Pipistrellus pygmaeus*, con el 3,57 % de los registros y el 3,71 % de los pulsos, todas ellas especies presentes de forma regular pero sin carácter dominante. Finalmente, el grupo *Myotis spp.* representa el 0,47 % de los registros y el 0,27 % de los pulsos, *Plecotus austriacus* el 1,16 % de los registros y el 0,72 % de los pulsos, y *Rhinolophus ferrumequinum* el 0,41 % de los registros y el 0,18 % de los pulsos, configurando el conjunto de taxones de baja frecuencia relativa, cuya menor representación puede estar asociada tanto a comportamientos de vuelo como a limitaciones de detectabilidad acústica. En conjunto, los resultados describen una comunidad estructurada en torno a una especie claramente dominante, acompañada por un grupo de especies frecuentes y un subconjunto de especies de presencia secundaria pero ambientalmente relevantes.

AUTO ID*	N_REGISTROS	PULSOS_TOTALES	% REGISTRO	%PULSOS
PIPKUH	9777	353959	41,40	50,38
PIPIPI	2425	81625	10,27	11,62
NYCLEI	2937	78007	12,44	11,10
MINSCH	3276	67016	13,87	9,54
EPTISA	1291	42966	5,47	6,12
HYPNAV	952	30221	4,03	4,30
PIPPYG	842	26060	3,57	3,71
TADTEN	1634	14497	6,92	2,06
PLEAUS	273	5048	1,16	0,72
MYO	112	1930	0,47	0,27
RHIFER	96	1264	0,41	0,18

Tabla 7. Porcentaje de registro y pulso por especie en la estación T. anemométrica

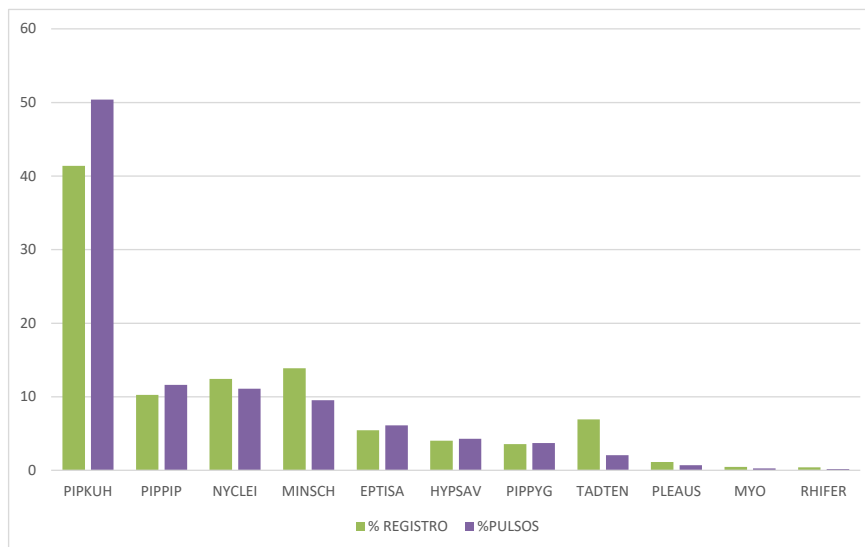


Figura 17. Representación de dominancia por especie en la estación T. anemométrica

7.4.3. Resultados integrados para el conjunto del parque

La distribución de la actividad acústica registrada muestra una comunidad claramente dominada por *Pipistrellus kuhlii*, que alcanza el 39,04 % de los registros y el 50,14 % de los pulsos, lo que indica una presencia muy intensa y continuada en el área de estudio y un uso predominante del espacio disponible. En un segundo nivel de importancia se sitúan *Miniopterus schreibersii*, con el 12,36 % de los registros y el 9,33 % de los pulsos, y *Nyctalus leisleri*, con el 12,09 % de los registros y el 9,75 % de los pulsos, ambas especies con alta frecuencia de detección y una contribución funcional relevante dentro del conjunto de la comunidad.

También presenta un peso significativo *Pipistrellus pipistrellus*, que representa el 9,75 % de los registros y el 11,43 % de los pulsos, reflejando periodos de actividad prolongada y fases de forrajeo activo en el área. En un rango de contribución intermedia se encuentran *Tadarida teniotis*, con el 8,96 % de los registros y el 2,85 % de los pulsos, patrón que sugiere desplazamientos rápidos y uso del espacio aéreo en tránsito, *Eptesicus isabellinus*, con el 5,40 % de los registros y el 5,33 % de los pulsos, y *Hypsugo savii*, que alcanza el 3,96 % de los registros y el 3,91 % de los pulsos, todas ellas especies presentes de forma regular pero sin carácter dominante.

Por su parte, *Pipistrellus pygmaeus* aporta el 4,01 % de los registros y el 3,78 % de los pulsos, mientras que *Rhinolophus ferrumequinum* representa el 2,78 % de los registros y el 2,61 % de los pulsos, mostrando una presencia menor pero constante en el área de estudio. Los valores más reducidos corresponden al grupo *Myotis spp.*, que registra el 0,69 % de los registros y el 0,37 % de los pulsos, *Plecotus austriacus*, con el 0,88 % de los registros y el 0,49 % de los pulsos, y *Rhinolophus hipposideros*, que alcanza únicamente

el 0,06 % de los registros y el 0,01 % de los pulsos, constituyendo el conjunto de especies de baja frecuencia relativa y probable presencia puntual o localizada.

AUTO ID*	N_REGISTROS	PULSOS_TOTALES	% REGISTRO	% PULSOS
EPTISA	1858	53548	5,40	5,33
HYPHAV	1364	39238	3,96	3,91
MINSCH	4253	93691	12,36	9,33
MYO	237	3714	0,69	0,37
NYCLEI	4160	97984	12,09	9,75
PIPKUH	13431	503617	39,04	50,14
PIPPIP	3355	114846	9,75	11,43
PIPPYG	1381	37984	4,01	3,78
PLEAUS	303	4904	0,88	0,49
RHIFER	958	26189	2,78	2,61
RHIHIP	20	112	0,06	0,01
TADTEN	3084	28629	8,96	2,85

Tabla 8. Porcentaje de registro y pulso por especie en el conjunto del P.E.

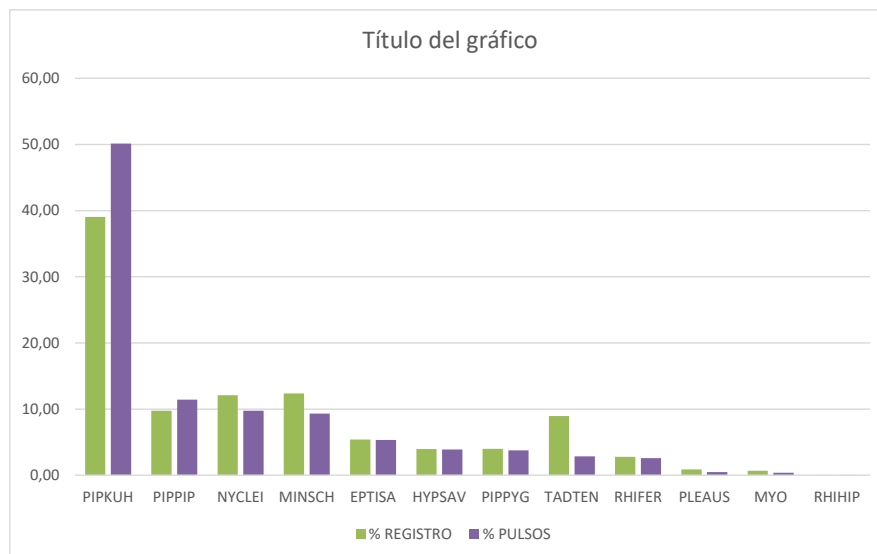


Figura 18. Representación de dominancia por especie en el conjunto del P.E.

7.5. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS

El análisis de la actividad quiróptera registrada mediante sistemas de grabación pasiva de ultrasonidos en el parque eólico Las Lomas permite caracterizar la dinámica temporal de las especies presentes y comprender cómo varía su uso del espacio a lo largo del periodo anual de actividad biológica. Para este estudio se han considerado conjuntamente todas las especies del género *Myotis* bajo la categoría "género *Myotis*".

El periodo analizado abarca de mayo a octubre, intervalo que coincide con la fase de mayor actividad de quirópteros en la región y que incluye etapas clave del ciclo biológico, como la reproducción, la dispersión juvenil y los movimientos prehibernación.

La actividad total de murciélagos muestra un patrón claramente estacional. Durante mayo se registran niveles moderados, asociados al inicio del periodo reproductor y al aumento progresivo de la actividad trófica. En junio se observa un incremento generalizado, que se intensifica en julio y alcanza sus máximos en agosto y septiembre. En octubre se produce un descenso marcado de la actividad, coincidiendo con la disminución de temperaturas, la reducción de disponibilidad de insectos y el inicio de los desplazamientos hacia refugios de hibernación.

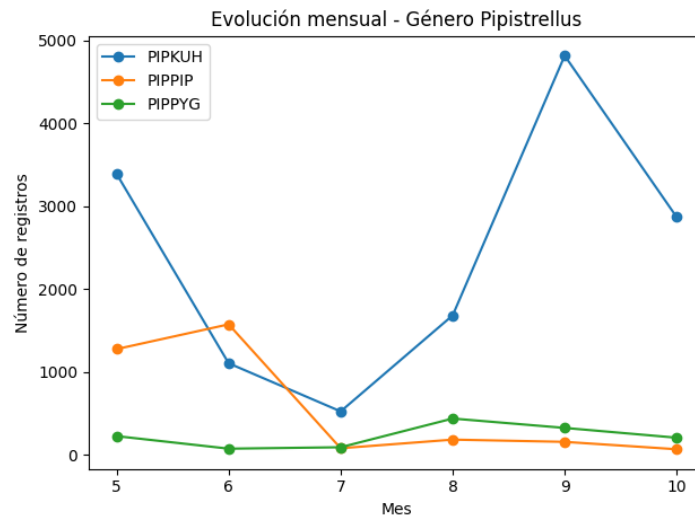
Este comportamiento es coherente con la fenología general de las comunidades de quirópteros mediterráneos y templados, donde el final del verano constituye un periodo crítico de elevada movilidad, dispersión juvenil y acumulación de reservas energéticas.

El género *Pipistrellus* constituye el grupo dominante en términos de actividad registrada. *Pipistrellus kuhlii* presenta actividad elevada a lo largo de todo el periodo, con valores especialmente altos en mayo y un segundo máximo muy acusado en septiembre. Este patrón sugiere que la especie utiliza de forma intensiva el entorno del parque eólico tanto en la fase de cría como en los desplazamientos posteriores al periodo reproductor.

Pipistrellus pipistrellus muestra una actividad importante en primavera y principios de verano, con un descenso progresivo a partir de julio. Su presencia es continua pero menos marcada en otoño, lo que indica un uso más intenso del área en etapas tempranas del ciclo anual.

Pipistrellus pygmaeus concentra su actividad principalmente en agosto y septiembre, con niveles bajos en primavera. Esta distribución puede estar relacionada con desplazamientos estacionales y con la utilización de hábitats de alimentación asociados a masas de agua o zonas con elevada abundancia de insectos a finales del verano.

En conjunto, el género *Pipistrellus* presenta una fuerte vinculación con el área de estudio, utilizándola como zona de alimentación y tránsito a lo largo de todo el periodo activo, con especial intensidad en los meses de verano y comienzos del otoño.

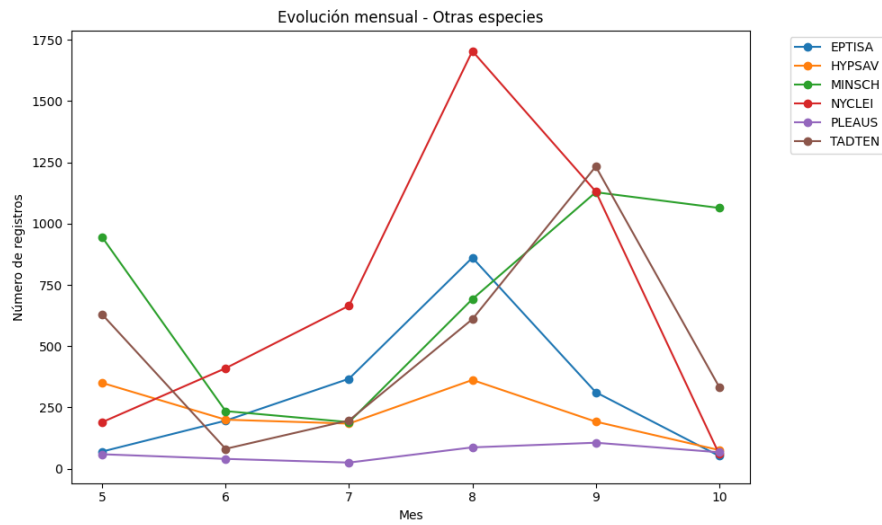


Miniopterus schreibersii se registra de forma continuada desde mayo hasta octubre, con un aumento progresivo que culmina en septiembre y se mantiene alto en octubre. Este patrón es característico de una especie cavernícola que realiza desplazamientos de cierta amplitud entre refugios y zonas de alimentación. El incremento en otoño sugiere movimientos postreproductores y posibles desplazamientos hacia refugios de transición antes de la hibernación. Su comportamiento de vuelo rápido y a media altura explica su presencia frecuente en entornos abiertos como los asociados a infraestructuras eólicas.

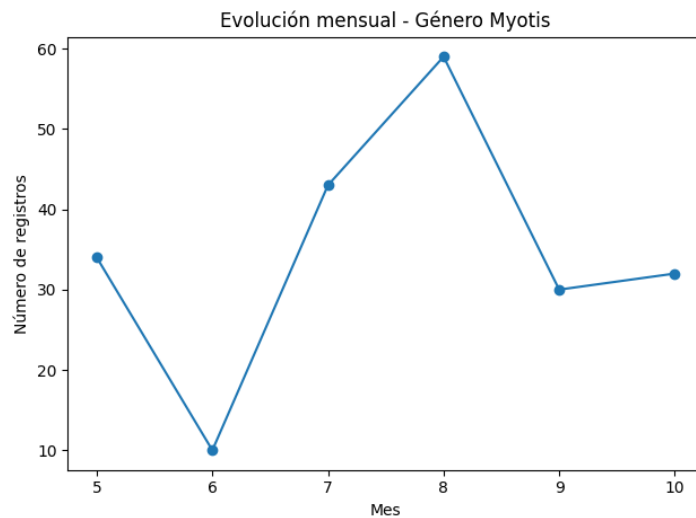
Nyctalus leisleri presenta una actividad que aumenta desde la primavera hacia el verano, con máximos en julio y agosto y valores todavía elevados en septiembre. En octubre se produce un descenso acusado. Este patrón indica que el área es utilizada principalmente durante el periodo estival, probablemente como zona de alimentación en vuelo alto. La disminución otoñal es coherente con desplazamientos migratorios o hacia zonas de hibernación.

Eptesicus isabellinus muestra una presencia regular en todos los meses analizados. La actividad aumenta desde mayo hasta alcanzar un máximo en agosto, descendiendo posteriormente. Esta evolución sugiere un uso estable del área durante la época de mayor disponibilidad trófica. Se trata de una especie generalista capaz de explotar ambientes abiertos y periurbanos, lo que explica su detección frecuente en el entorno del parque eólico.

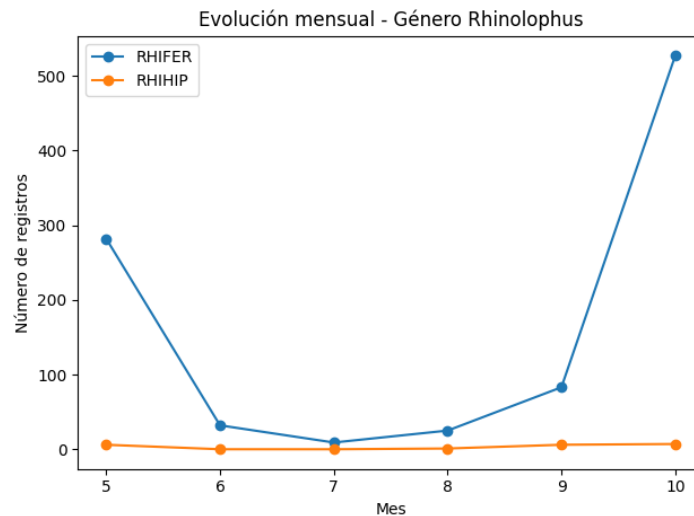
Tadarida teniotis presenta actividad desde mayo, con incrementos claros en agosto y septiembre y valores aún notables en octubre. Esta especie, caracterizada por vuelos de gran altura y amplios desplazamientos, utiliza con frecuencia paisajes abiertos y estructuras elevadas. El aumento a finales del verano puede estar relacionado con movimientos estacionales y con la utilización de corrientes de aire favorables para desplazamientos de mayor distancia.



El género *Myotis* presenta niveles de actividad bajos en comparación con otros grupos. Se detecta un ligero aumento en julio y agosto, coincidiendo con el periodo de máxima abundancia de insectos. La escasa representación sugiere que el área del parque eólico no constituye un hábitat principal para estas especies, sino que es utilizada de forma puntual durante desplazamientos de alimentación desde zonas próximas más favorables, como cursos de agua, bosques o áreas con vegetación densa.



Los registros de *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus hipposideros* son escasos durante la primavera y el inicio del verano, incrementándose ligeramente en septiembre y octubre. Este patrón sugiere que el entorno del parque eólico no forma parte de las áreas núcleo de actividad de estas especies, más asociadas a paisajes estructurados y vuelos a baja altura. Su presencia en el área probablemente responde a desplazamientos ocasionales entre refugios y zonas de alimentación, especialmente en el periodo previo a la hibernación.



Hypsugo savii presenta actividad distribuida entre mayo y septiembre, con mayor intensidad en verano, lo que sugiere un uso regular del área durante la época de mayor disponibilidad trófica. *Plecotus austriacus* muestra registros muy escasos y dispersos, sin un patrón mensual definido, lo que indica una presencia ocasional y de baja intensidad.

El conjunto de resultados indica que el parque eólico Las Lomas se sitúa dentro de un espacio utilizado activamente por murciélagos durante la mayor parte del periodo anual de actividad. La comunidad está dominada por especies capaces de desplazarse largas distancias y de utilizar ambientes abiertos. Estas especies muestran una clara intensificación de la actividad en verano y principios de otoño, coincidiendo con fases de alta movilidad y demanda energética.

Las especies asociadas a hábitats más estructurados, de vuelo bajo o con requerimientos ecológicos más específicos, presentan una actividad limitada, lo que sugiere que el área funciona para ellas como zona de tránsito ocasional más que como área principal de alimentación o refugio.

7.6. ACTIVIDAD DE LOS QUIROPTEROS

El presente apartado analiza la actividad de las especies de quirópteros detectadas en el parque eólico Las Lomas a partir del número total de pulsos acústicos registrados mediante sistemas de grabación pasiva de ultrasonidos. Este enfoque permite estimar la intensidad relativa de uso del espacio aéreo por parte de cada taxón, ya que el número de pulsos constituye un indicador indirecto de la frecuencia de paso, actividad de alimentación y desplazamientos nocturnos.

Tras aplicar los criterios de depuración y homogeneización taxonómica establecidos para el estudio, el conjunto de datos considerado para este análisis asciende a un total de 1.037.744 pulsos acústicos. Esta cifra representa la actividad

acumulada de la comunidad de quirópteros durante el periodo de muestreo en las dos estaciones de muestreo (torre y olivo) y sirve como referencia para valorar el peso relativo de cada especie o grupo en el área de estudio.

A partir de este volumen total de actividad acústica, en los apartados siguientes se detalla la contribución de cada taxón, distinguiendo entre especies dominantes, especies con actividad intermedia y aquellas con presencia reducida, así como una interpretación ecológica integrada de los resultados en el contexto del parque eólico.

Especies dominantes según la intensidad de la actividad acústica

La especie que presenta mayor actividad es *Pipistrellus kuhlii*, con 535.251 pulsos, lo que supone aproximadamente el 51,6 por ciento del total registrado. Este valor indica que más de la mitad de la actividad acústica detectada corresponde a esta especie, evidenciando un uso muy intensivo del entorno del parque eólico, tanto para alimentación como para desplazamientos nocturnos.

La segunda especie en importancia es *Pipistrellus pipistrellus*, con 114.846 pulsos, que representan el 11,1 por ciento del total. Aunque su actividad es claramente inferior a la de *Pipistrellus kuhlii*, su presencia es relevante y constante.

Nyctalus leisleri ocupa el siguiente lugar, con 97.984 pulsos y una frecuencia relativa del 9,4 por ciento. Se trata de una especie de vuelo alto y amplio radio de desplazamiento, por lo que estos valores reflejan un uso frecuente del espacio aéreo del parque.

Miniopterus schreibersii presenta 93.691 pulsos, equivalentes al 9,0 por ciento del total. Esta cifra confirma una actividad elevada y sostenida, coherente con su ecología de especie cavernícola con desplazamientos amplios entre refugios y áreas de alimentación.

Especies con niveles intermedios de actividad acústica

Eptesicus isabellinus registra 53.548 pulsos, lo que supone un 5,2 por ciento del total. Se trata de una especie generalista que utiliza ambientes abiertos y periurbanos, lo que explica su presencia regular en el área.

Hypsugo savii alcanza 39.238 pulsos, equivalentes al 3,8 por ciento. *Pipistrellus pygmaeus* presenta 37.984 pulsos, con un 3,7 por ciento del total. Ambas especies muestran una actividad apreciable pero secundaria respecto a las especies dominantes.

Tadarida teniotis aporta 28.629 pulsos, representando el 2,8 por ciento de la actividad total. Su presencia es coherente con su comportamiento de vuelo alto en espacios abiertos.

Rhinolophus ferrumequinum alcanza 26.189 pulsos, lo que equivale al 2,5 por ciento del total. Aunque no es una de las especies más abundantes en número de eventos, la suma de pulsos indica una actividad relevante en el entorno.

Especies con baja contribución a la actividad acústica

Plecotus austriacus presenta 6.767 pulsos, que representan el 0,65 por ciento del total. Este valor sugiere una presencia ocasional o un uso marginal del área.

El conjunto del género *Myotis*, considerando todas las especies agrupadas, suma 3.505 pulsos, equivalentes al 0,34 por ciento. Esta baja contribución indica que las especies de este género utilizan el entorno del parque de forma esporádica, probablemente en desplazamientos desde hábitats más favorables cercanos.

Rhinolophus hipposideros registra únicamente 112 pulsos, lo que supone alrededor del 0,01 por ciento del total, reflejando una actividad testimonial en el área de estudio.

Categoría de actividad	Especie / Grupo	Pulsos totales	Frecuencia relativa (%)
Especies dominantes	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	535.251	51,6
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	114.846	11,1
	<i>Nyctalus leisleri</i>	97.984	9,4
	<i>Miniopterus schreibersii</i>	93.691	9,0
Actividad intermedia	<i>Eptesicus isabellinus</i>	53.548	5,2
	<i>Hypsugo savii</i>	39.238	3,8
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	37.984	3,7
	<i>Tadarida teniotis</i>	28.629	2,8
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	26.189	2,5
Actividad reducida	<i>Plecotus austriacus</i>	6.767	0,65
	Género <i>Myotis</i>	3.505	0,34
	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	112	0,01

Tabla 9. Actividad de los quirópteros en bases a los pulsos registrados

7.7. RESULTADOS DE TRANSECTOS

Durante los transectos realizados con el detector de ultrasonidos Echo Meter Touch 2 Pro, las especies que fueron registradas corresponden únicamente a un subconjunto de las especies detectadas mediante grabación automática. El detector portátil presenta una menor sensibilidad y menor alcance efectivo en comparación con las grabadoras, por lo que sólo capta señales de individuos que vuelan a distancias relativamente cortas del observador.

Los transectos se llevaron a cabo en las siguientes fechas:

- 28 de mayo de 2025
- 16 de junio de 2025
- 13 de agosto de 2025
- 17 de septiembre de 2025
- 7 de octubre de 2025

Las especies registradas en los transectos coinciden con especies comunes y ampliamente distribuidas en el área de estudio, principalmente taxones del género *Pipistrellus*, *Tadarida* y *Miniopterus*, que presentan señales acústicas de mayor intensidad y probabilidad de detección en movimiento.

En ningún caso han aparecido en los transectos especies adicionales a las detectadas mediante las grabadoras. Es decir, todas las especies detectadas en los transectos también han sido registradas mediante las grabadoras automáticas, lo que confirma que los resultados de éstas reflejan de manera más completa la comunidad de quirópteros presente en el área.

Por tanto, se concluye que el número de especies detectadas en los transectos es menor, debido a las limitaciones inherentes al método, pero que los transectos no aportan especies nuevas respecto al muestreo automático, sino que refuerzan la presencia de las especies más frecuentes y ampliamente distribuidas en el entorno del parque eólico.

ESPECIE	DETECTADA EN TRANSECTOS	DETECTADA EN GRABADORAS
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Sí	Sí
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Sí	Sí
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Sí	Sí
<i>Tadarida teniotis</i>	Sí	Sí
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Sí	Sí
<i>Hypsugo savii</i>	Sí	Sí
<i>Nyctalus leisleri</i>	Sí	Sí
<i>Eptesicus isabellinus</i>	Sí	Sí
<i>Plecotus austriacus</i>	No	Sí
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	No	Sí

ESPECIE	DETECTADA EN TRANSECTOS	DETECTADA EN GRABADORAS
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	No	Sí
<i>Grupo Myotis</i>	No	Sí

Tabla 10.Comparativa de especies registrada en grabadora y dectetor

8. INCIDENTES OCURRIDOS EN EL PARQUE EOLCIO

Dentro del ámbito del Parque Eólico Las Lomas se dispone de dos registros documentados de siniestros por colisión de quirópteros con aerogeneradores, ambos correspondientes al mes de septiembre de 2025 y localizados durante las labores de seguimiento ambiental.

Colisión confirmada de *Eptesicus isabellinus*

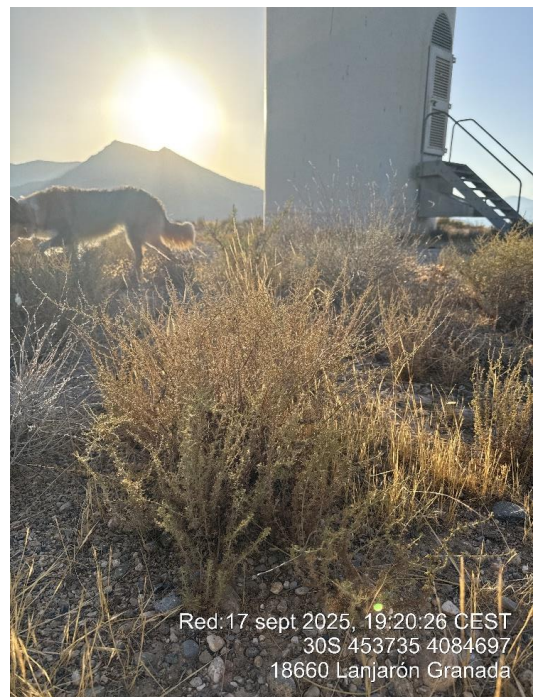
El primer siniestro se registró el día 15/09/2025 bajo el aerogenerador 9, en las coordenadas 30S 454892 4084625. El ejemplar se encontraba completo y aún blando, lo que indica que la colisión se produjo durante la noche previa al hallazgo. Presentaba hematoma en el ala izquierda y rotura de membrana en la extremidad posterior izquierda, sin dispersión de restos alrededor del punto de impacto. La determinación morfológica permitió confirmar que se trataba de un macho de *Eptesicus isabellinus* (murciélago hortelano meridional), por lo que constituye un registro cierto de mortalidad asociada a la especie en el parque eólico.

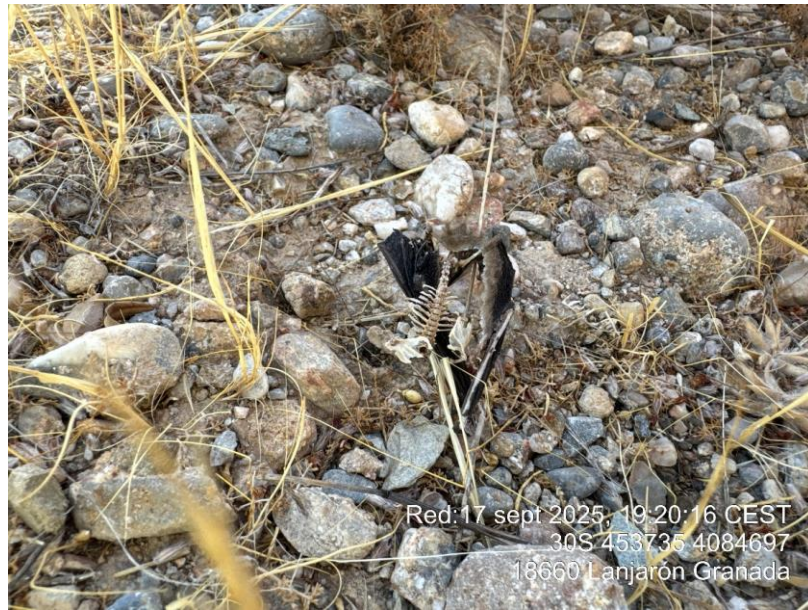




Siniestro con identificación no concluyente (posible *Eptesicus isabellinus*)

El segundo hallazgo tuvo lugar el 17/09/2025 bajo el aerogenerador 3, en las coordenadas 30S 453739 4084698. El cadáver fue localizado por perro de búsqueda y presentaba un avanzado estado de deterioro, con membranas alares desgarradas y exposición de huesos, lo que indica un tiempo de permanencia prolongado en el suelo. La revisión morfológica permitió asignarlo únicamente a la familia Vespertilionidae, señalándose como posible *Eptesicus isabellinus*, si bien sin confirmación definitiva debido al estado de conservación del ejemplar.





9. ESTADO DE PROTECCION DE LAS ESPECIES DE QUIRIPTEROS

En el derecho europeo la Ley sobre la protección de las especies de la UE exige una protección inmediata de todas las especies de murciélagos. La Directiva sobre la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (conocida como Directiva Hábitats) tiene un mayor alcance. Es la base para la instauración de la red que establece la protección de un conjunto de tipos de hábitats de interés comunitario y de especies europeas, llamada "Red Natura 2000". Para las especies del Anexo II (Recuadro 3, pág. 34) deben designarse áreas de conservación en la Red Natura 2000. Sin embargo, las especies que figuran en el Anexo IV no están incluidas obligatoriamente en esta red, pero están bajo la protección estricta de la UE al tratarse de especies escasas y delicadas. Sus biotopos no deben sufrir daños o ser destruidos en todo el territorio europeo. Según la Directiva Hábitats, se diseñará un sistema de supervisión con el fin de que el estado de conservación de las poblaciones pueda controlarse continuamente.

A nivel nacional, en España, todos los murciélagos se encuentran protegidos y se mencionan en el "Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial" publicado el 23 de febrero de 2011 (BOE 46, Real Decreto 139/2011). En esta misma normativa se concreta el Catálogo Español de Especies Amenazadas, donde se consideran 12 especies de murciélagos como vulnerables y una más en peligro de extinción (el murciélago ratonero patudo, *Myotis capaccinii*).

A nivel internacional, todas las especies de murciélagos españolas se mencionan en el Anexo IV de la Directiva Hábitats, en la que se recogen las especies "estrictamente protegidas"; 11 de ellas se citan además en el Anexo II, que menciona los taxones que deben ser objeto de medidas especiales de conservación del hábitat.

Los murciélagos también se incluyen en el Anexo II del Convenio de Berna, relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y el Medio Natural en Europa, como especies "estrictamente protegidas" y en el Anexo II del Convenio de Bonn sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, en el que se citan las especies para las que los Estados firmantes deberán concluir acuerdos en su beneficio. España, como país firmante de estos tres acuerdos internacionales, se ha comprometido con esta legislación.

Por otro lado, la mayoría de las Comunidades Autónomas españolas han elaborado sus propios catálogos de especies amenazadas, entre ellas la andaluza, en el Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats, en el que se incluye el Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial en el que se incluye el Catálogo Andaluz de Especies amenazadas.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	INCLUIDOS EN CUADRICULAS 10 X 10 30SVF58	REGISTRADOS EN EL AREA DE ESTUDIO	REAL DECRETO 139/2011	DECRETO 23/2012	DIRECTIV A HÁBITATS
Murciélago ratonero grande	<i>Myotis myotis</i>	SI	*	VU	VU	NAEXO II
Murciélago de oreja partida	<i>Myotis emarginatus</i>	SI	*	VU	VU	ANEXO II
Murciélago orejudo meridional	<i>Plecotus austriacus</i>	SI	SI	PE	PE	ANEXO IV
Murciélago de borde claro	<i>Pipistrellus kuhlii</i>	SI	SI	PE	PE	ANEXO IV
Murciélago de Cabrera	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	NO	SI			ANEXO IV
Murciélago eneno	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	NO	SI			ANEXO IV
Murciélago de cueva	<i>Miniopterus schreibersii</i>	SI	SI	VU	VU	ANEXO II
Murciélago hortelano	<i>Eptesicus serotinus</i>	SI	NO	PE	PE	ANEXO IV
Murciélago hortelano mediterráneo	<i>Eptesicus isabellinus</i>	NO	SI			ANEXO IV
Murciélago montañero	<i>Hypsugo savii</i>	SI	SI	PE	PE	ANEXO IV
Murciélago grande de	<i>Rhinolophus</i>	SI	SI	VU	VU	ANEXO II

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	INCLUIDOS EN CUADRICULAS 10 X 10 30SVF58	REGISTRADOS EN EL AREA DE ESTUDIO	REAL DECRETO 139/2011	DECRETO 23/2012	DIRECTIV A HÁBITATS
herradura	<i>ferrumequinum</i>					
Murciélago pequeño de herradura	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	SI	SI	PE	PE	ANEXO II
Murciélago mediterráneo de herradura	<i>Rhinolophus euryale</i>	SI	NO	VU	VU	ANEXO II
Murciélago rabudo	<i>Tadarida teniotis</i>	NO	SI			ANEXO IV
Orejudo gris	<i>Plecotus austriacus</i>	NO	SI			ANEXO IV
Nóctulo pequeño	<i>Nyctalus leisleri</i>	NO	SI			ANEXO IV

Tabla 11. Normativa de protección de los quirópteros incluidos en la cuadrícula 10 x 10 Km
 30SVF58 y registradas en el área de estudio.

*En relación con las especies del género *Myotis*, la revisión manual de las especies de este género confirma que la forma del espectro y la estructura de los pulsos resultan coherentes con los patrones diagnósticos del género, entre las que se incluyen *Myotis escalerae*, *Myotis daubentonii*, *Myotis myotis*, *Myotis emarginatus* y *Myotis capaccinii*. No se han identificado inconsistencias acústicas que sugieran una asignación errónea a nivel de género. Por ello, puede confirmarse la presencia del género *Myotis* en el ámbito del parque, si bien la asignación definitiva a nivel de especie permanece limitada debido a la elevada similitud acústica entre los taxones del grupo. El análisis específico y detallado de este conjunto de especies se desarrolla en el apartado siguiente del informe.

En conclusión, en la tabla 7, se puede observar que existe una elevada concordancia entre las especies incluidas en la cuadrícula de referencia y aquellas registradas mediante grabaciones acústicas. Entre las especies que figuran como presentes en ambas fuentes destacan *Plecotus austriacus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Miniopterus schreibersii*, *Hypsugo savii*, *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus hipposideros*. Todas ellas se encuentran incluidas en los anexos de la Directiva Hábitats, con especial relevancia en el caso de *M. schreibersii* y los rinolófidos, catalogados como Vulnerables (VU) tanto a escala estatal como autonómica e incluidos en el Anexo II, lo que implica la necesidad de preservar sus refugios y áreas críticas.

Por otro lado, varias especies han sido registradas en el área de estudio pese a no figurar previamente en la cuadrícula 30SVF58, como *Pipistrellus pygmaeus*,

Pipistrellus pipistrellus, *Eptesicus isabellinus*, *Tadarida teniotis* y *Nyctalus leisleri*. Todas ellas se incluyen en el Anexo IV de la Directiva Hábitats, por lo que, aun no considerándose globalmente amenazadas, requieren protección de sus poblaciones y hábitats.

En contraste, algunas especies aparecen citadas en la cuadrícula de referencia, pero no han sido confirmadas acústicamente durante el seguimiento realizado en el área de estudio, como es el caso de *Eptesicus serotinus* y *Rhinolophus euryale*. En relación con *Eptesicus serotinus*, la información bibliográfica disponible indica que su distribución en la Península Ibérica se concentra principalmente en la mitad norte, no existiendo referencias consistentes que confirmen su presencia en el ámbito concreto del estudio, lo que resulta coherente con su ausencia en los registros obtenidos.

Por su parte, *Rhinolophus euryale* únicamente presenta un registro aislado en todo el periodo de muestreo. Este registro muestra una frecuencia media próxima a 80 kHz, valor que resulta compatible con las otras dos especies del género *Rhinolophus* presentes en el área (*R. ferrumequinum* y *R. hipposideros*), por lo que no puede considerarse diagnóstico a nivel específico. Dado el carácter puntual del registro y la imposibilidad de confirmación inequívoca mediante análisis acústico, se considera que no existen evidencias suficientes para afirmar la presencia confirmada de *Rhinolophus euryale* en el área de estudio.

En relación con las especies del género *Myotis*, la interpretación de los resultados requiere un tratamiento específico. En la tabla aparecen como incluidas en la cuadrícula y marcadas con asterisco en el área de estudio *Myotis myotis* y *Myotis emarginatus*. Dado el elevado solapamiento acústico entre los taxones del grupo, la revisión manual se ha centrado de manera prioritaria en la forma del espectro y la estructura interna de los pulsos, más allá de la clasificación automática. El análisis de los registros de mayor calidad confirma que los valores de Fmax y Fmin se sitúan dentro de los intervalos esperados para las especies potencialmente presentes en la zona, entre las que se incluyen *Myotis escaleraei*, *Myotis daubentonii*, *Myotis myotis*, *Myotis emarginatus* y *Myotis capaccinii*. No se han identificado inconsistencias que sugieran asignaciones incorrectas a nivel de género, por lo que puede confirmarse la presencia del género *Myotis* en el ámbito del parque, si bien la identificación inequívoca a nivel de especie permanece limitada debido a la elevada similitud acústica entre taxones del grupo.

Desde el punto de vista de conservación, el área de estudio adquiere relevancia al albergar varias especies incluidas en categoría Vulnerable y en el Anexo II de la Directiva Hábitats, especialmente *Myotis spp.*, *Miniopterus schreibersii* y *Rhinolophus ferrumequinum*.

10. ESTIMACION DE LA MORTALIDAD DE QUIROPTEROS EN EL PARQUE EOLICO

10.1. INTRODUCCIÓN

El presente apartado tiene por objeto estimar la mortalidad de quirópteros asociada al funcionamiento del parque eólico durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y octubre, coincidente con la fase anual de mayor actividad de las poblaciones de murciélagos en el área de estudio. La evaluación se basa en los registros obtenidos en el programa de vigilancia ambiental, en el que las visitas de campo se realizan con una frecuencia de una prospección semanal por aerogenerador.

La estimación de la mortalidad no puede limitarse al recuento directo de los cadáveres observados, ya que diversos factores pueden conducir a una subdetección significativa, tales como la retirada de restos por carroñeros, la degradación natural de los cadáveres, la posible expulsión fuera del área de búsqueda o las limitaciones derivadas de la eficacia del personal buscador. Por este motivo, resulta necesario aplicar factores de corrección que permitan transformar el número de individuos detectados en una estimación más realista del número total de muertes.

El procedimiento de cálculo incorpora de manera explícita tres componentes fundamentales: la probabilidad de detección del buscador ($pSEp$), la probabilidad de permanencia del cadáver en campo hasta la siguiente búsqueda (pCP), estimada a partir de los ensayos de persistencia, y la fracción de superficie realmente muestreada en torno a cada aerogenerador ($frac$). A partir de estos parámetros se obtiene la probabilidad global de detección ($pdetp$), que permite corregir el número de cadáveres observados (C) y obtener una estimación de la mortalidad real (M). El análisis incorpora, además, el intervalo de incertidumbre asociado a la persistencia de los cadáveres, expresándose los resultados mediante un intervalo de confianza del 90 %.

10.2. DATOS DE PARTIDA Y REGISTRO DEL PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

Durante el periodo de seguimiento (mayo–octubre) se detectaron tres cadáveres de murciélagos en el área del parque eólico: un individuo identificado como *Pipistrellus* spp. el 21 de mayo y dos individuos correspondientes a *Eptesicus isabellinus* a mediados de septiembre, por lo que el número de cadáveres observados es $C=3$. Las prospecciones de campo se realizan con una periodicidad semanal, de modo que el intervalo entre búsquedas es de 7 días.

Los ensayos de persistencia realizados en el área de estudio indican que los cadáveres permanecen en campo entre 2,69 y 3,85 días, rango que se adopta como intervalo asociado al 90 % de confianza. Asimismo, se consideran una probabilidad de detección del buscador $pSE=0,5$ y una fracción del área realmente muestreada $frac=0,8$.

10.3. METODOLOGÍA Y CORRECCIÓN DE LA PROBABILIDAD DE PERMANENCIA DE CADAVERES (PCP)

La probabilidad de que un cadáver permanezca disponible en el terreno hasta la siguiente búsqueda se aproxima como la razón entre los días de persistencia media y el intervalo entre prospecciones:

$$pCP = t_{\text{persistencia}} / t_{\text{intervalo de busqueda}}$$

donde $t_{\text{intervalo de busqueda}}=7$. Sustituyendo los valores extremos del intervalo de persistencia se obtiene:

$$pCP, \text{min} = 2,69 / 7 = 0,38$$

$$pCP, \text{max} = 3,85 / 7 = 0,55$$

Estos valores representan el rango de probabilidad de permanencia del cadáver hasta la siguiente visita de campo.

10.4. CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD GLOBAL DE DETECCIÓN (PDET)

La probabilidad global de detección de un cadáver combina la eficacia del buscador, la probabilidad de permanencia y la fracción de superficie muestreada, conforme a la expresión:

$$p_{\text{det}} = pSE \cdot pCP \cdot frac$$

Sustituyendo los valores extremos de pCP :

$$p_{\text{det}, \text{min}} = 0,5 \cdot 0,38 \cdot 0,8 = 0,15$$

$$p_{\text{det}, \text{max}} = 0,5 \cdot 0,55 \cdot 0,8 = 0,22$$

10.5. ESTIMACIÓN CORREGIDA DE LA MORTALIDAD (M)

La mortalidad real estimada se obtiene corrigiendo el número de cadáveres observados mediante la probabilidad global de detección:

$$M = C / p_{\text{det}}$$

Con $C=3C$, se obtiene el siguiente rango de mortalidad:

Para el límite inferior de mortalidad (asociado a la mayor probabilidad de detección):

$$M_{\min}=3/0,22=13,6$$

Para el límite superior de mortalidad (asociado a la menor probabilidad de detección):

$$M_{\max}=0,15/3=19,5$$

De este modo, la mortalidad corregida para el periodo mayo–octubre se sitúa en un intervalo aproximado de 14 a 20 individuos, adoptándose como estimación puntual el valor central del intervalo:

$$M_{\text{periodo}}=16 \text{ murciélagos.}$$

considerando dicho rango como un intervalo de confianza del 90 %, derivado del intervalo de persistencia de los cadáveres.

10.6. ESTIMACIÓN ANUAL

El periodo de estudio coincide con la fase del año en la que se concentra la mayor actividad de los murciélagos y, en consecuencia, con el intervalo temporal de mayor riesgo de interacción con los aerogeneradores. Durante los meses de invierno la actividad de los quirópteros es muy reducida o prácticamente nula, por lo que no resulta adecuado extrapolar los resultados mediante duplicaciones lineales.

En este contexto, la mortalidad estimada para el periodo mayo–octubre se considera representativa de la práctica totalidad de la mortalidad anual asociada al parque eólico, integrando tanto los factores de corrección metodológicos como la estacionalidad de la actividad biológica. En consecuencia, la mortalidad anual puede expresarse como:

$$Manual=16 \text{ murciélagos / año (IC 90 \% : 14–20)}$$

constituyendo una estimación conservadora pero coherente con las condiciones reales de funcionamiento del parque y con el diseño del programa de vigilancia ambiental.

11. INCIDENCIA DE LOS PARQUE EOLICOS SOBRE LOS QUIROPTEROS

11.1. IMPACTOS ASOCIADOS A PARQUES EÓLICOS: COLISIONES Y BAROTRAUMA.

La incidencia de los parques eólicos sobre las poblaciones de quirópteros se relaciona fundamentalmente con dos mecanismos de impacto directo: la colisión con

las palas de los aerogeneradores y el barotrauma. Ambos procesos están ampliamente documentados en la literatura científica y se consideran uno de los principales factores de mortalidad, especialmente en especies de vuelo alto y comportamiento migratorio.

La **colisión directa** tiene lugar cuando los individuos atraviesan el plano de giro de las palas durante sus desplazamientos, movimientos tróficos o vuelos de paso. Este riesgo se incrementa en condiciones de baja velocidad del viento, estabilidad atmosférica y elevada actividad nocturna, así como en periodos de reproducción y migración estacional. Las especies más vulnerables suelen ser *Tadarida teniotis*, *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus pipistrellus* y *Miniopterus schreibersii*, entre otras (Arnett et al., 2008; Rydell et al., 2010).

El **barotrauma** constituye un impacto adicional de carácter letal. Este fenómeno se origina por los cambios bruscos de presión generados por el movimiento de las palas, que pueden producir lesiones internas graves en pulmones y cavidades torácicas sin contacto físico directo con el aerogenerador. Diversos estudios forenses han demostrado que una parte significativa de los ejemplares hallados bajo aerogeneradores fallecen por este mecanismo (Baerwald et al., 2008; Rollins et al., 2012).

La magnitud del impacto depende de variables como la ubicación del parque, la altitud del rotor, la proximidad a áreas de refugio y alimentación, la topografía local o la presencia de corredores de viento utilizados durante los desplazamientos funcionales (Cryan & Barclay, 2009; Voigt et al., 2015).

11.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL POR ESPECIES PRESENTES EN EL PARQUE EÓLICO LAS LOMAS

La valoración del riesgo potencial sobre la comunidad de quirópteros del Parque Eólico Las Lomas se ha realizado tomando como referencia las categorías de incidencia recogidas en la bibliografía especializada y sintetizadas en la tabla aportada (bajo, moderado, elevado), considerando además la confirmación de presencia en el área de estudio.

A partir de esta clasificación, se observa que las especies presentes en el parque se asocian mayoritariamente a niveles de incidencia baja o moderada, con excepción de algunos taxones que, por su ecología de vuelo y patrones de actividad, presentan una susceptibilidad mayor frente a los aerogeneradores.

11.2.1. Especies con incidencia potencial baja

Dentro del conjunto de especies detectadas en el área de estudio, presentan una incidencia baja las siguientes:

- *Rhinolophus ferrumequinum*
- *Rhinolophus hipposideros*
- *Miniopterus schreibersii*
- Especies del género *Myotis* (grupo general).

Estas especies se caracterizan por realizar la mayor parte de su actividad de vuelo en entornos estructurados o a baja altura, lo que reduce la probabilidad de interacción directa con el plano de giro del rotor. No obstante, su inclusión en categorías de protección elevadas (Anexo II de la Directiva Hábitats y catálogos autonómicos) implica que, aun con un riesgo basal reducido, cualquier mortalidad puntual adquiere relevancia de conservación, motivo por el cual la vigilancia y el seguimiento deben mantenerse de forma continuada.

11.2.2. Especies con incidencia potencial moderada

Un segundo grupo de especies registradas en el parque presenta una incidencia potencial moderada, asociada principalmente a patrones de vuelo más abiertos y uso frecuente del espacio aéreo:

- *Pipistrellus kuhlii*
- *Hypsugo savii*
- *Eptesicus isabellinus*
- *Tadarida teniotis*

En estas especies, el riesgo se relaciona con la utilización de zonas expuestas, crestas topográficas y áreas de viento laminar, que pueden coincidir con el emplazamiento operativo de los aerogeneradores.

11.2.3. Especies con incidencia potencial elevada

Dentro del conjunto de especies presentes en el parque, destaca la presencia de taxones asociados a incidencia elevada en la bibliografía especializada:

- *Pipistrellus pipistrellus*
- *Pipistrellus pygmaeus*
- *Nyctalus leisleri*

Estas especies presentan patrones de vuelo típicos de espacio abierto y altura media-alta, con desplazamientos rápidos y trayectorias frecuentes en el plano de rotor.

11.3. CONCLUSIONES.

Integrando la distribución de incidencia por especies, los registros verificados y los siniestros documentados, el Parque Eólico Las Lomas puede considerarse un emplazamiento con riesgo global moderado y concentrado en un conjunto reducido de especies, fundamentalmente *Pipistrellus*, *Nyctalus leisleri* y *Tadarida teniotis*, mientras que el resto de los taxones presentan un riesgo bajo, pero ambientalmente relevante debido a su valor de conservación.

En este contexto, se considera adecuada la continuidad del programa de seguimiento y la aplicación del principio de precaución, especialmente durante los periodos de mayor actividad estacional, con el fin de minimizar el impacto acumulativo sobre las poblaciones locales de quirópteros.

11.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnett, E. B., et al. (2008). *Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America*. Journal of Wildlife Management, 72(1), 61–78.
- Arnett, E. B., et al. (2013). *Mitigating bat mortality at wind energy facilities*. Journal of Wildlife Management, 77(4), 715–724.
- Baerwald, E. F., et al. (2008). *Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines*. Current Biology, 18(16), R695–R696.
- Cryan, P. M., & Barclay, R. M. R. (2009). *Causes of bat fatalities at wind turbines*. Journal of Mammalogy, 90(6), 1330–1340.
- Rollins, K. E., et al. (2012). *A forensic investigation into the etiology of bat mortality at a wind farm*. Veterinary Pathology, 49(2), 362–371.
- Rydell, J., et al. (2010). *Bat mortality at wind turbines in Europe: a review*. Mammalian Biology, 75, 167–177.
- Voigt, C. C., et al. (2015). *The catchment area of wind farms for European bats*. Biological Conservation, 191, 80–86.

12. MEDIDAS DE MITIGACION RECOMENDADAS

La mitigación de la posible incidencia del Parque Eólico Las Lomas sobre las poblaciones de quirópteros debe abordarse mediante un enfoque integrado, adaptativo y basado en la evidencia científica, que combine actuaciones

preventivas, correctoras y de seguimiento continuo. Las medidas propuestas se orientan a reducir la probabilidad de colisión o barotrauma, especialmente en aquellas especies cuya biología y comportamiento de vuelo las sitúan en un rango de mayor susceptibilidad, tales como *Nyctalus leisleri*, *Tadarida teniotis*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus pygmaeus* y *Hypsugo savii*, entre otras. Este planteamiento resulta coherente con las recomendaciones internacionales para parques eólicos en ecosistemas mediterráneos, donde se ha demostrado que la aplicación de medidas operativas selectivas puede reducir de forma significativa la mortalidad sin afectar de manera sustancial al rendimiento energético global de la instalación.

12.1. MEDIDAS OPERATIVAS SOBRE EL RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS AEROGENERADORES

Una de las medidas más efectivas consiste en la modificación temporal del régimen de operación mediante el aumento del umbral de arranque. Se propone la elevación de la velocidad mínima de entrada en funcionamiento en periodos y condiciones ambientales asociadas a una mayor actividad de quirópteros. La literatura científica indica que incrementos del *cut-in speed* en el rango de 5 a 6 m/s pueden producir reducciones de mortalidad superiores al 50–90 % durante noches favorables a la actividad de los murciélagos.

Las condiciones preferentes de activación corresponden a situaciones de baja velocidad de viento (≤ 6 m/s), temperaturas nocturnas superiores a 10–12 °C, ausencia de precipitación significativa y condiciones de baja turbulencia, en combinación con una mayor disponibilidad de biomasa de insectos y con aumentos detectados de actividad acústica. La prioridad temporal de aplicación se concentra entre los meses de mayo y octubre, con especial énfasis en el periodo julio–septiembre y en las primeras horas tras el ocaso. Este sistema debe implementarse bajo un modelo de gestión adaptativa, revisando anualmente su eficacia y ajustando los parámetros operativos conforme a los resultados del seguimiento.

12.2. REDUCCIÓN DE FACTORES DE ATRACCIÓN EN EL ENTORNO DE LOS AEROGENERADORES

El entorno inmediato de los aerogeneradores puede actuar como área de atracción para quirópteros cuando concurren determinados elementos estructurales o microambientales. Para minimizar este efecto se recomienda evitar la creación de puntos de agua artificiales o acumulaciones temporales en la base de las turbinas, así como no favorecer el desarrollo de vegetación densa o bordes estructurados que incrementen la concentración local de insectos.

Asimismo, se aconseja reducir al mínimo imprescindible la iluminación nocturna, evitando especialmente luminarias de espectro cálido o ultravioleta, que presentan una elevada capacidad de atracción de insectos y, en consecuencia, de murciélagos. Los focos de luz blanca que emiten una parte importante de su energía en forma de radiaciones ultravioletas generan concentraciones de insectos a las que acuden algunas especies de murciélagos buscando alimento (Rydell & Racey, 1995). Por esta razón la existencia de balizas luminosas de luz blanca requeridas para la seguridad aérea deberá ser considerada y valorada, aportando información precisa sobre la actividad de quirópteros en su entorno inmediato.

En coherencia con la evidencia disponible, se recomienda priorizar el uso de balizas rojas intermitentes de baja intensidad en lugar de sistemas de iluminación blanca fija, dado que este tipo de señalización reduce significativamente el atractivo para insectos y, por tanto, la probabilidad de concentración de murciélagos en las proximidades de las turbinas.

Del mismo modo, deberá evitarse la presencia de otros focos de luz permanente en el área de aerogeneradores —como iluminación continua en viales, casetas o zonas de servicio— salvo aquellos estrictamente necesarios por motivos de seguridad operativa. Cuando la iluminación resulte imprescindible, se priorizará el empleo de temporizadores, detectores de presencia y luminarias con espectros limitados, de baja atracción para insectos, minimizando así el riesgo indirecto de incremento de actividad de quirópteros bajo el plano de rotor.

12.3. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

La correcta aplicación de las medidas de mitigación requiere un programa estructurado de seguimiento y verificación. Se propone mantener un seguimiento acústico anual mediante puntos fijos de registro continuo que permitan detectar variaciones interanuales de actividad y su relación con las condiciones ambientales. Paralelamente, se desarrollarán prospecciones sistemáticas de mortalidad bajo aerogeneradores conforme a protocolos estandarizados de búsqueda, detectabilidad y corrección estadística.

El análisis conjunto de la actividad, la mortalidad y las variables ambientales permitirá mejorar progresivamente los modelos predictivos y ajustar las medidas mediante un enfoque de gestión adaptativa. En caso de detectarse incrementos anómalos de mortalidad o concentraciones espaciales significativas, se recomienda la aplicación progresiva de medidas reforzadas, tales como la ampliación temporal de la reducción o el ajuste de los umbrales de viento en aerogeneradores concretos.

12.4. MEDIDAS COMPLEMENTARIAS DE CARÁCTER PREVENTIVO

Como refuerzo a las medidas operativas, se propone la formación del personal técnico del parque en detección de siniestros y activación de protocolos de respuesta, así como el establecimiento de canales de coordinación periódica con las empresas o técnicos que realizan el seguimiento, así como con la Administración Ambiental

13. AUTORES DEL ESTUDIO

La realización del presente estudio ha sido llevada a cabo por [REDACTED]
[REDACTED], graduada en Ciencias Ambientales y colegiado número [REDACTED] del
COAMBA, a partir de los datos de campo obtenidos por el personal técnico de campo
[REDACTED] y [REDACTED], al servicio de la empresa
[REDACTED].

Granada, mayo de 2026.

Redactora del estudio

[REDACTED]
Ambientóloga colegiada nº [REDACTED] COAMBA