

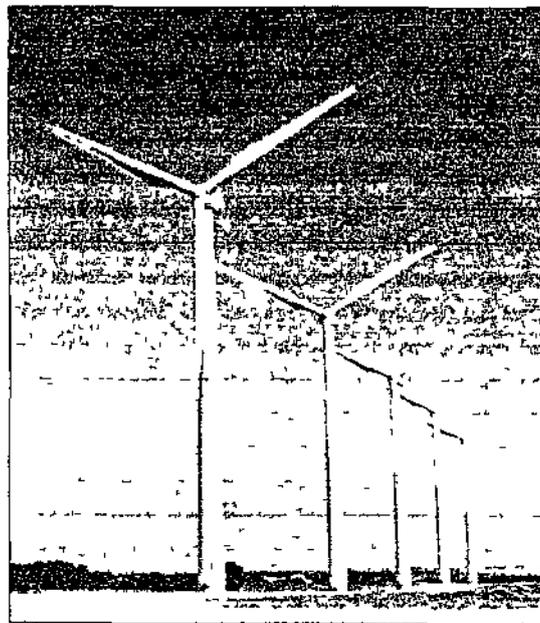
Dirección General de Medio Ambiente
Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda
GOBIERNO DE NAVARRA

**USO DEL ESPACIO POR LA
AVIFAUNA Y CONTROL DE LA
MORTALIDAD DE AVES Y
MURCIÉLAGOS EN LOS PARQUES
EÓLICOS DE NAVARRA DURANTE
UN CICLO ANUAL**

JESÚS M^a LEKUONA

Abril de 2001

**USO DEL ESPACIO POR LA AVIFAUNA
Y CONTROL DE LA MORTALIDAD
DE AVES Y MURCIÉLAGOS
EN LOS PARQUES EÓLICOS DE NAVARRA
DURANTE UN CICLO ANUAL**



JESÚS M^a LEKUONA

Abril de 2001

Jesús M^a Lekuona Sánchez
Doctor en Ciencias Biológicas
NIF: 34.081.150 A
Colegiado n^o: 16754-J (Colegio Oficial de Biólogos)
C/Virgen del Puy, 5, 7^oD
31011 Pamplona

El presente Informe Técnico, titulado "USO DEL ESPACIO POR LA AVIFAUNA Y CONTROL DE LA MORTALIDAD DE AVES Y MURCIÉLAGOS EN LOS PARQUES EÓLICOS DE NAVARRA DURANTE UN CICLO ANUAL" ha sido realizado por Jesús M^a Lekuona Sánchez, Doctor en Ciencias Biológicas, para el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra, y constituye el informe final del seguimiento anual (marzo 2000 - marzo 2001)

En Pamplona, a 12 de Abril de 2001

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jesús M. Lekuona', is written over a set of horizontal lines that resemble a signature strip or a table header.

Dr. Jesús M^a Lekuona

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las Rondas de Aoiz, Tafalla, Santesteban y Pamplona su colaboración en la realización de este estudio, y en especial su dedicación en el estudio de la mortalidad de las aves y murciélagos en los parques eólicos estudiados

A Fermín Rivero su labor de coordinación del guarderío

También quiero agradecer su colaboración a Alejandro Onrubia en la realización de contactos con varios miembros de la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirLife) y con miembros de la Estación Biológica de Doñana

A Luis Barrios por enviarme el informe realizado por SEO en los parques eólicos de Tarifa en 1995 y colaborar en la resolución de algunas dudas que han ido saliendo durante la realización de este trabajo

A Guyonne Janss el envío de bibliografía sobre parques eólicos y aconsejarme en la búsqueda de información en Internet sobre este tema

A Manuela de Lucas su interés en la realización de este trabajo y el intercambio de información que hemos mantenido a lo largo del estudio

A Luisa Arana la cesión de información sobre el parque eólico de Guerinda

Al equipo de seguimiento ambiental de EHN S A su colaboración en el proyecto a partir del mes de junio de 2000

RESUMEN

Desde marzo de 2000 hasta marzo de 2001 se ha realizado un seguimiento del uso del espacio y de la mortalidad de aves y murciélagos en seis parques eólicos de Navarra (Salajones, Izco-Aibar, Alaiz-Echague, Guerinda, El Perdón y Leitza-Beruete). Se han realizado visitas semanales a cada uno de los parques para analizar el uso del espacio, las tasas de vuelo y riesgo para la avifauna y la mortalidad real. Se han censado 108 especies de aves y se han observado 95 234 ejemplares. Se han localizado 141 cadáveres: 138 de aves y 3 de murciélagos. El grupo de las rapaces ha sido el más afectado por las colisiones con los aerogeneradores (65,9%) y el Buitre Leonado la especie que más bajas ha sufrido (62,4%). Se ha estimado una mortalidad por aerogenerador/mes de 0,03 individuos. El parque eólico de Salajones y el del Perdón son los que más colisiones han causado. Todos los parques eólicos estudiados forman parte del corredor migratorio del Pirineo Occidental. Durante la migración postnupcial y en el mes de octubre se ha comprobado una alta mortalidad de paseriformes. Se ha observado un efecto negativo sobre la migración de la Paloma Torcaz y sobre otras especies de aves migratorias (principalmente, Cormorán Grande, Milano Negro, Milano Real, Grulla Común, Zorzal Alirrojo, Zorzal Charlo, Calandria, Alondra Común, Pinzón Vulgar, Verdecillo, Jilguero y Pardillo Común). Este efecto ha originado la dispersión de grandes bandos en grupos menores, cambios en las trayectorias de vuelo y situaciones de riesgo de colisión. Un 31,3% de los aerogeneradores estudiados ha originado, al menos, una situación de riesgo para las aves. Los depredadores oportunistas son abundantes en las cercanías de los parques eólicos y llegan a eliminar, al cabo de 48 horas, el 75% de los cadáveres empleados en los ensayos de permanencia.

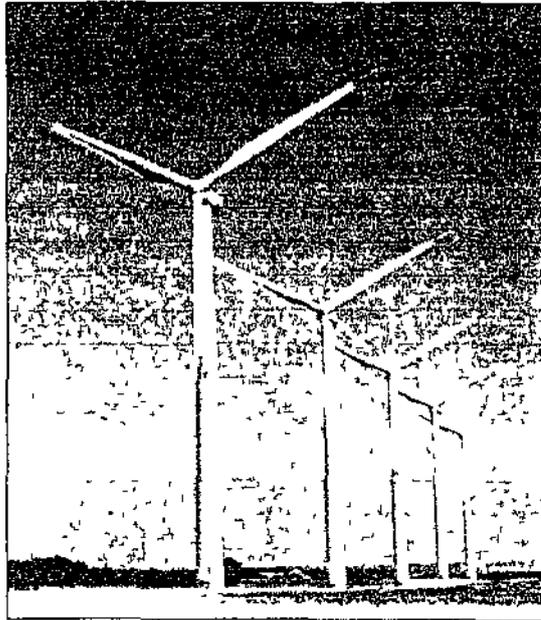
Palabras clave: Altura de vuelo, aves, colisión, depredación oportunista, desplazamientos, parques eólicos, mortalidad, murciélagos, Navarra, riesgos, uso del espacio

INDICE

Introducción	1
Objetivos	5
Material y métodos	7
Resultados	20
- Especies censadas y su estatus de conservación	21
- Tasas de vuelo y tasas de riesgo	26
- Tasas de vuelo y tasas de riesgo por los puntos de control	31
- Influencia de las condiciones meteorológicas en las tasas de vuelo y riesgo	47
- Direcciones y alturas de vuelo de la avifauna en las cercanías de los parque eólicos	49
- Situaciones de nesgo para la avifauna	54
- Estudio de la mortalidad de la avifauna segun la distribución espacial de los aerogeneradores	68
- Ensayos de permanencia y detectabilidad de cadáveres	79
- Mortalidad de aves y murciélagos	84
- Estudio de los desplazamientos del Buitre Leonado en las cercanías de los parques eólicos	91
- Uso del espacio por parte de la avifauna	95

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Discusión	123
Conclusiones	139
Recomendaciones	145
Bibliografía	148



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El presente estudio forma parte de un plan de vigilancia y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra, que inició el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra en el año 2000 con el objetivo de poseer información sobre el grado de incidencia que este tipo de infraestructuras lineales puede tener en la avifauna y en las poblaciones de murciélagos de la Comunidad Foral. Con este tercer informe se cierra un ciclo anual (marzo 2000-marzo 2001) de seguimiento en los parques eólicos.

El estudio ha constado de tres fases. La primera ha abarcado los meses de marzo, abril y mayo del 2000, con el objetivo de iniciar un estudio riguroso y aplicando una metodología apropiada para alcanzar los diferentes objetivos que se plantearon inicialmente. Además, durante estos tres primeros meses se ha tratado de mejorar y/o completar la metodología que inicialmente se había planteado a través de una revisión bibliográfica y de la experiencia adquirida en el trabajo diario en el campo. En esta primera fase, el área de estudio ha abarcado los parques eólicos de El Perdón, Salajones, Izco-Aibar, Guerinda y Alaiz-Echague (Figura 1). En una segunda fase, (junio del 2000 hasta diciembre del 2000) se ha incluido el parque eólico de Leitza-Beruete (Figura 1).

Actualmente, y debido a la proliferación de todo tipo de infraestructuras lineales, se están llevando estudios dirigidos a analizar las afecciones que pueden ejercer sobre la fauna en general. Existen datos concretos sobre la mortalidad de vertebrados en grandes vías de comunicación, pero sobre todo en líneas eléctricas (NEGRO 1987, FERRER Y NEGRO 1992, FERRER *ET AL* 1996, JANS & FERRER 1999).

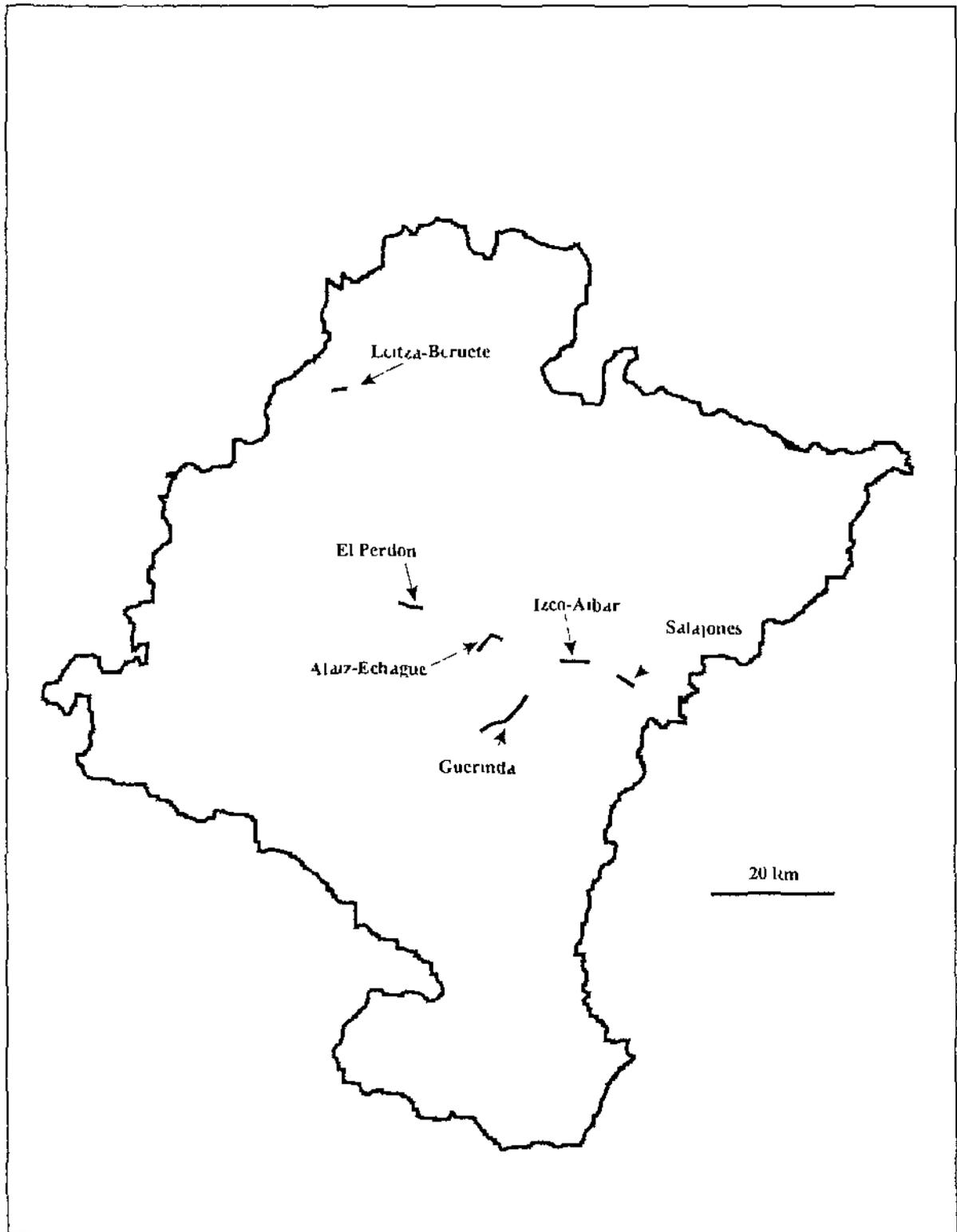


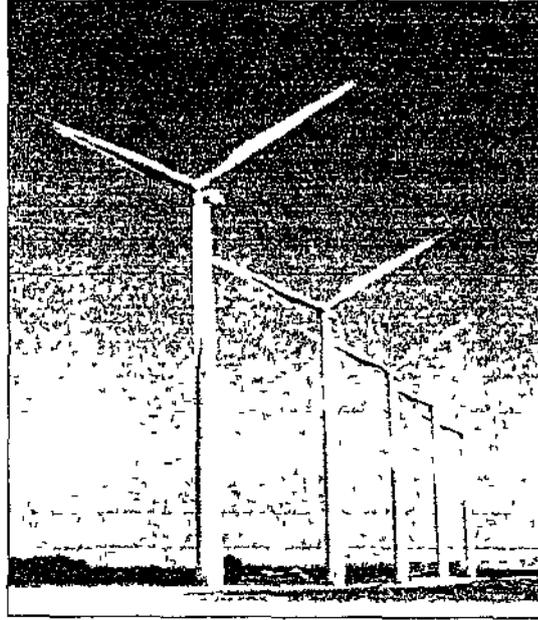
Figura 1. Localización de los parques eólicos estudiados en Navarra.

La tercera fase del estudio (enero-marzo 2001) ha tenido como principal objetivo cerrar un ciclo anual y poder tener información de lo que ocurre en los parques eólicos a lo largo de 12 meses de estudio, de forma que se pueda disponer de información sobre las distintas fases del ciclo vital de las aves (migración primaveral, reproducción, dispersión, migración otoñal e invernada)

Desde el inicio de los años ochenta se están llevando a cabo trabajos que tratan de estudiar el posible impacto que los parques eólicos pueden ejercer sobre las poblaciones de aves y murciélagos (AVERY *ET AL* 1976, 1980, BANKS 1979, BYRNE 1983, CLARKE 1989, BIOSYSTEMS ANALYSIS 1990, BERKHUIZEN & POSTMA 1991, BENNER *ET AL* 1992, CROCKFORD 1992, WINKELMAN 1992a, 1992b, 1992c, 1992d, BROWN 1993, MEEK *ET AL* 1993, COLSON *ET AL* 1995, HIGGINS *ET AL* 1995) Sin embargo, y a pesar de la proliferación de parques eólicos por gran parte de mundo, no existe una metodología estandarizada que se pueda aplicar a los estudios de la incidencia de este tipo de infraestructura en la avifauna (BEVANGER 1999)

Hay que añadir que la construcción de parques eólicos para su aprovechamiento industrial lleva consigo un impacto sobre los valores naturales (paisaje, flora y fauna y conectividad biológica, principalmente) de la comarca donde se asientan. Esto ha originado una fuerte polémica en la que se han visto implicados las organizaciones ecologistas y conservacionistas, la administración pública, las empresas eléctricas, los distintos medios de comunicación y la propia sociedad.

Las conclusiones de este trabajo tienen como principal objetivo proporcionar una herramienta de trabajo para el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra que permita establecer las bases que regulen de forma más racional el futuro de este tipo de energía renovable, para reducir al mínimo los efectos negativos que pueda provocar en las poblaciones de aves y murciélagos.



OBJETIVOS

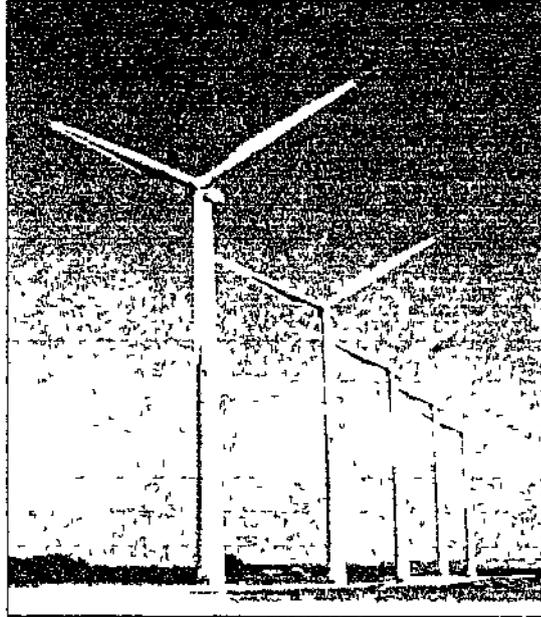
OBJETIVOS

Los principales objetivos de este estudio son

- Estudiar los movimientos de las diferentes especies sedentarias presentes en el área de estudio, así como los movimientos migratorios (pre y postnupciales) de otras especies de aves que no están presentes habitualmente en Navarra
- Crear una base de datos con toda la información recopilada durante la realización del estudio y crear una base fotografica de las colisiones y especies afectadas
- Analizar las tasas de vuelo de las distintas especies, a lo largo de todo el período de estudio (época de reproducción, dispersion, migración e invernada)
- Examinar las tasas de riesgo en los distintos parques eólicos y en las distintas especies de aves, localizando los aerogeneradores que vayan acumulando mayor numero de situaciones de riesgo para la avifauna
- Realizar mapas del área de estudio, con la localización de los aerogeneradores, indicando los movimientos más importantes de las especies más representativas presentes en el área de estudio (especies sedentarias) y de las aves que migran tanto después de haber criado (migración postnupcial) como cuando se dirigen hacia sus zonas de reproducción (migración prenupcial) Cada mapa será representativo de los movimientos de cada una de las especies, indicándose los desplazamientos de ejemplares en pequeños bandos o en grandes grupos, su dirección y sus zonas de paso
- Estudiar el uso espacial que las especies pueden realizar en las distintas zonas de estudio
- Analizar las colisiones de aves y murciélagos en los distintos parques eólicos, identificando siempre que sea posible, la especie y la edad

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

- Localizar los aerogeneradores causantes de las colisiones de aves y murciélagos, analizando su situación dentro de cada uno de los parques eólicos que se van a estudiar
 - Estimar y evaluar la mortalidad de aves y murciélagos
 - Realizar ensayos de detectabilidad y permanencia de los cadáveres encontrados, tanto para aves pequeñas como para aves de mediano y gran tamaño
 - Analizar la presencia de distintos depredadores oportunistas en los parques eólicos, con el objetivo de cuantificar su importancia en la desaparición de cadáveres
 - Realizar mapas de distribución de los principales depredadores oportunistas detectados en los parques eólicos
 - Proponer medidas correctoras adecuadas en las zonas donde se hayan detectado impactos significativos
 - Presentar recomendaciones de gestión de los actuales parques con el fin de tratar de disminuir la mortalidad de aves y/o murciélagos



MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL Y MÉTODOS

1 Movimientos de aves (sedentarias y migratorias) en el entorno de los parques eólicos

Se ha realizado un control de los movimientos de todas las especies presentes en el entorno de cada uno de los parques eólicos, mediante la realización de un seguimiento semanal. Cada día se han realizado las observaciones desde tres puntos de control, situados a lo largo de las alineaciones de los parques eólicos (Tabla 1). De esta forma se abarcaba casi toda la extensión de los parques. Con esta distribución se ha podido analizar de forma homogénea el paso de las aves a lo largo de las líneas de aerogeneradores de los diferentes parques. El área de observación ha variado dependiendo de las condiciones locales, entre un radio de 250 metros alrededor del punto (SEO/BIRDLIFE 1995) y 400 metros (ERICKSON *ET AL* 1999). Todos los puntos de control se han marcado teniendo en cuenta el aerogenerador más cercano.

Parque Eólico	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Salajones	A 1 16	A 1 3	A 2 16
Izco	A 1 13	B 1 16	B 3 4
Guerinda	A 3 2	A 1 20	B 2 3
Leitza	A 3 2	A 3 1	Collado
Alaiz	A 2 2	B 1 5	B 3 3
El Perdón	A 33	A 21	A 3

Tabla 1 Puntos de observación de la avifauna en cada uno de los parques eólicos estudiados

Para cada ave observada en un punto dado se han anotado los siguientes datos (Ficha de campo, siguiente página)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

FICHA ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS AVES
EN LAS PROXIMIDADES DEL PARQUE EÓLICO

Especie	Hora oficial	Grupo/Solo *	Tipo de vuelo*	Dirección *	Altura */ Riesgo	Reacción

*

Grupo / Solo en grupo, indicar tamaño aproximado del bando, por ej (G y 8 aves)

Tipo de vuelo remonte o vuelo de ascenso, vuelo batido, planeo

Dirección norte-sur, oeste-sur, este-oeste

Altura muy baja (0-5 m), baja (5-15 metros), media (15-75 m), alta (>75 m)

- 1 Hora de contacto (hora oficial)
- 2 Tiempo dedicado a la observación en cada uno de los puntos de control (30 minutos), que permitirá estimar frecuencias de vuelo (aves/min) y frecuencias de riesgo para las aves (riesgo/min)
- 3 Trayectoria de vuelo (N-S y viceversa, E-O y viceversa y otros vuelos NW-SE)
- 4 Sobre qué realiza su vuelo (cresta, ladera norte o sur, planas)
- 5 Tipo de vuelo (cicleo o vuelo de remonte, vuelo batido, planeo)
- 6 Climatología (despejado, niebla, nublado, frío, lluvia)
- 7 Distancia estimada a la base de los aerogeneradores y
- 8 Altura estimada de paso o vuelo, teniendo como referencia a los propios aerogeneradores Para el análisis posterior se han asignado cuatro clases diferentes (Figura 2)
 - (MB) entre 0 y 5 metros, o muy baja altura,
 - (B) entre 5 y 15 metros o baja altura,
 - (M) entre 15 y 75 metros o altura de riesgo o altura media y
 - (A) más de 75 metros o altura elevada
- 9 Riesgo se ha anotado si el ejemplar o ejemplares que se estaban analizando estaban en situación de riesgo y el número del aerogenerador implicado Se han considerado los siguientes criterios para definir cualquier situación de riesgo
 - I) cuando el ave cruza entre dos aerogeneradores en funcionamiento y está orientados en el sentido de la alineación (W-E),
 - II) cuando el ave vuela a menos de 5 metros de la torre del aerogenerador, en cualquier dirección y siempre que no cruce entre dos de ellos (vuelos de ladera),
 - III) cuando el ave vuela entre dos alineaciones de aerogeneradores a alturas de riesgo moderado (B y A) o de riesgo alto (M),
 - IV) cuando las aves vuelan con los aerogeneradores parados y éstos empiezan a funcionar

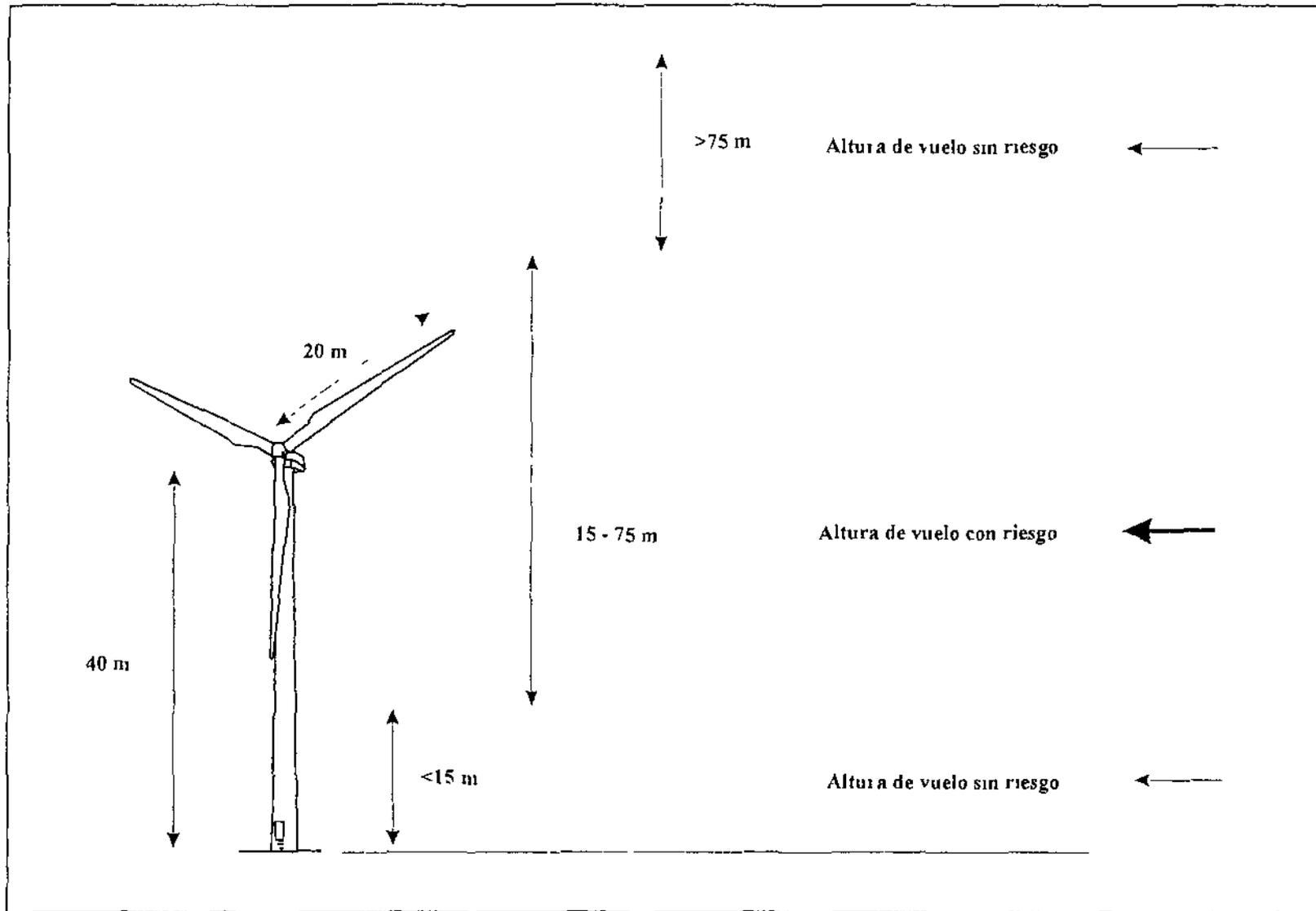


Figura 2. Alturas empleadas en el estudio del uso del espacio y de las situaciones de riesgo en los parques eólicos.

10 Reacción del ave dentro de este factor de análisis se ha seguido el estudio realizado por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BIRDLIFE 1995) en los parques eólicos de Tarifa. En este trabajo se definieron cinco categorías para explicar la reacción de las aves ante la presencia de los aerogeneradores

reacción 0 no se observa reacción aparente en el ave o grupo de aves estudiadas por parte del observador,

reacción 1 se observa un cambio suave en la trayectoria de vuelo a 20 metros o más del aerogenerador,

reacción 2 cambio brusco de la trayectoria de vuelo del ave, a menos de 20 metros del aerogenerador, pero con control de vuelo por parte del ejemplar afectado,

reacción 3 se comprueba una respuesta de pánico en el ave, debido a su proximidad a las aspas del aerogenerador, se observan bandazos, quebros y/o giros bruscos en el aire, y

reacción 4 el ave no es capaz de atravesar la línea de aerogeneradores, se da la vuelta y renuncia a cruzar dicha línea

Todas las observaciones se han realizado con la ayuda de unos prismáticos 8x25 y de un telescopio terrestre Opticron x20-60

No se ha considerado conveniente el empleo de un telémetro para medir la altura de vuelo de las aves, ya que muchas veces la medida no se realiza en la proyección vertical de la situación del ave, si no que se mide en realidad la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por la altura de vuelo del ave respecto al observador y la distancia entre éste y la citada proyección vertical. Esto origina una sobrestimación de la altura real de vuelo. Para muchas aves y debido a su velocidad de vuelo no se puede medir con el telémetro su altura de vuelo. Finalmente, hay que decir que existe también un error de medida, atribuible al propio instrumento

En cuanto a las cuatro categorías elegidas, la MB es la clase de altura en la que se considera que no existe riesgo, por ser la altura del vuelo muy reducida. B sería la clase de riesgo moderado y la M sería la categoría de alto riesgo, donde se considera la altura de giro de las palas de los aerogeneradores (entre 20 y 60 metros aproximadamente), a la que se añaden unos metros más de influencia de las palas. Dentro de la clase A se ha considerado si el ave o grupo de aves se encontraban cerca del aerogenerador (entre 75 y 85 metros) o muy alejado de él (más de 85 metros), para considerar además si existe riesgo para las aves (primer caso) o no (segundo caso).

2. Ensayos de detectabilidad y de permanencia de los restos

Durante la realización del estudio se han realizado varios análisis de detectabilidad y permanencia de restos. En estos ensayos ha colaborado una tercera persona que no estaba advertida de la colocación de los restos. Se han empleado los cadáveres de aves pequeñas muertas en el propio parque o encontradas en carreteras. De esta forma se ha podido estimar la tasa de desaparición de restos, atribuibles a diversas especies carroñeras, principalmente zorro, comadreja y perro. En todos los ensayos se colocaron los cadáveres de pequeñas aves y se analizó la tasa de detección (porcentaje de aves localizadas frente al total) y su tasa de permanencia (porcentaje de ejemplares que permanecen uno, dos, tres y cuatro días después de su colocación en el parque).

Entre marzo y diciembre de 2000 no se ha realizado un test similar para aves de gran tamaño, ya que podía constituir un peligro innecesario y añadido para las aves carroñeras de mediano y gran tamaño. Sin embargo, y teniendo en cuenta la incidencia detectada sobre las aves rapaces de mediano y gran tamaño (primera y segunda fase del trabajo), se ha considerado necesario realizar ensayos de permanencia de cadáveres y tasas de detección de

grandes rapaces. Para este fin, se han empleado los cuerpos de diferentes buitres leonados muertos en los distintos parques eólicos.

El tiempo de permanencia de las grandes rapaces se ha considerado como el tiempo que ha transcurrido desde la localización del cadáver hasta el momento en el que el estado de los restos (cuerpo entero, alas) permite su correcta identificación.

La tasa de detección se ha estimado obteniendo la relación entre el número de cadáveres frescos encontrados durante todo el seguimiento y el número de cadáveres antiguos localizados en posteriores muestreos.

Estos dos últimos parámetros se han incluido en los cálculos semanales de la fórmula de WINKELMAN para estimar el número de rapaces de mediano y gran tamaño que mueren por colisión en cada uno de los parques estudiados.

Para complementar esta parte del estudio y en los meses de noviembre y diciembre de 2000 se han colocado cámaras fotográficas con sensores de infrarrojos en las inmediaciones de las alineaciones, con el objetivo de obtener un documento gráfico de la presencia de depredadores oportunistas y conocer su ritmo de actividad.

Se ha empleado una cámara Yashica T4 super y un monitor pasivo de infrarrojos TrailMaster TM550. En cada una de las pruebas que se han realizado, la cámara y el detector de infrarrojos se situaron en las inmediaciones de los parques y se mantuvieron en el lugar durante 4-5 días seguidos. El período de actividad del sensor fue de 24 horas seguidas con la opción de sacar una fotografía cada 1-2 minutos, una vez que se activara por la presencia de algún animal.

Sólo se han realizado los ensayos en aquellos parques eólicos donde se sabía que la presencia humana en las cercanías era mínima (parques de Salajones e Izco-Aibar)

3. Control de colisiones de aves y murciélagos

Para el estudio de las colisiones se ha aplicado la realización de un transecto que abarque a un grupo de aerogeneradores donde se analiza la presencia de cadáveres en la banda más libre de vegetación arbustiva. Inicialmente se planteó la realización de un recorrido estandarizado paralelo a la línea de aerogeneradores donde se inspecciona un círculo de 50 metros a partir de la base de cada uno de los aerogeneradores seleccionados (método empleado inicialmente por EHN). Sin embargo, se ha abandonado ya que en todos los parques analizados no se ha podido realizar dicho tipo de inspección, al no existir una superficie tan amplia alrededor de los aerogeneradores.

En la mayor parte de los parques y en su cara norte hay o bien un cortado pronunciado (El Perdón y Leitza-Beruete) o terrazas con repoblaciones forestales (Salajones, Izco, Alaiz) o zonas de bosque autóctono o arbustos en alta densidad (El Perdón, Izco, Salajones, Leitza, Guerinda y Alaiz) que impiden la correcta aplicación del método del círculo. En cada uno de los parques se ha seleccionado un grupo determinado de aerogeneradores (30-40% del total de aerogeneradores funcionando). Este trabajo ha sido realizado por parte del guarderío de Medio Ambiente.

Los muestreos se han realizado siempre en días con buena visibilidad, evitando las condiciones adversas como niebla, lluvia o nieve, que limitan de forma notable la detectabilidad de posibles restos. La periodicidad de los controles de colisiones ha sido también semanal.

En el momento en el que se ha detectado alguna colisión de alguna especie protegida por la legislación vigente en la Comunidad Foral de Navarra

y en cumplimiento de la Orden Foral 928/1995, de 12 de julio, se ha remitido la correspondiente comunicación al Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra

Las Rondas del Guarderío de Medio Ambiente que han participado en el trabajo de campo han sido Tafalla, Santesteban, Aoiz y Pamplona. Los parques eólicos que se han estudiado han sido los siguientes: Guerinda (San Martín de Unx, Leoz y Lerga), Izco-Aibar, Alaiz-Echague, Salajones, Leitza-Beruete y El Perdón.

Las fechas de trabajo, en el caso de los parques de El Perdón, Guerinda, Izco-Aibar y Alaiz-Echague, han sido visitas semanales durante el todo el período de estudio, con el fin de analizar la mortalidad de aves y murciélagos en los parques citados anteriormente. En el parque eólico de Leitza-Beruete se ha realizado el mismo trabajo aunque sólo en el período junio 2000-marzo 2001. En cada una de las visitas, el guarderío ha rellenido la ficha correspondiente, se realizaba un acta de inspección y se sacaban las correspondientes fotografías (en el caso que se hubiera detectado alguna colisión). Cada ave localizada se ha pintado con pintura naranja para evitar repeticiones en los conteos y se le colocaba un precinto de plástico con un código alfanumérico de identificación y la fecha de su localización.

Los datos que se han registrado han sido los siguientes (Ficha de campo, siguiente página)

- 1 Nombre del parque eólico
- 2 Fecha
- 3 Especie de ave y/o murciélago (siempre que se pueda, de lo contrario aproximación a género, familia)
- 4 Edad y/o sexo del ave (siempre que se pueda: adulto, subadulto, juvenil, macho, hembra)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

5 Ubicación de los restos (número de aerogenerador, distancia a la base del aerogenerador y orientación N, S, NW)

6 Descripción de las heridas, en el caso de grandes aves, ya que son claramente visibles

7 Tipología de los restos, dispersión de plumas, rastros de sangre, miembros

Para realizar la estimación de la mortalidad real en un parque eólico se ha empleado uno de los modelos que aparecen en la metodología consultada

- WINKELMAN (1992a) el modelo expone la estima de la mortalidad real en un parque eólico a partir de muestreos de rastros, determinación de tasas de permanencia y detectabilidad de éstos, a partir de la siguiente fórmula $Ne=(Na-Nb) / (P*Z*O*D)$, donde Ne es el número estimado de víctimas, Na el número de restos de aves encontradas, Nb el número de aves cuya causa de mortalidad no es la colisión, P la proporción de restos de aves que no desaparecen, Z la proporción de restos de aves encontradas, O la proporción de área muestreada y D la proporción de días de muestreo con relación al período de estudio

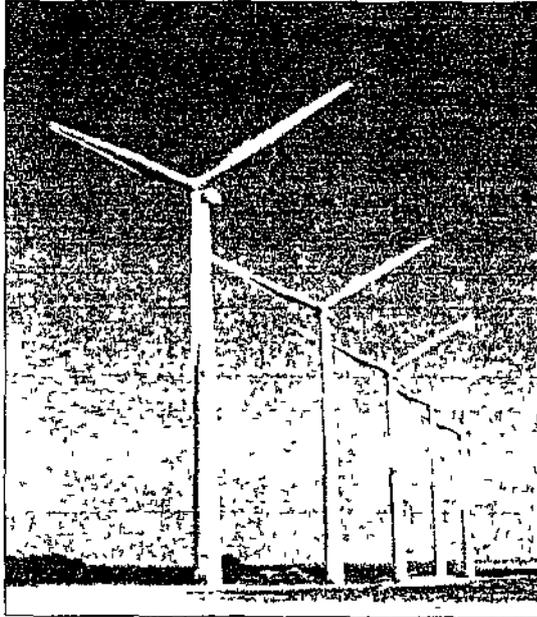
Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

FICHA DE CAMPO PARA ESTUDIAR LA MORTALIDAD DE AVES Y MURCIÉLAGOS EN LOS PARQUES EÓLICOS DE NAVARRA

Parque Eólico:			Fecha: / /	
Observadores:				
Especie	Edad	Ubicación restos	Descripción heridas	Tipo de restos

Los resultados obtenidos con la aplicación de este método, permitira poder realizar comparaciones con los datos presentados por EHN (Energía Hidroeléctrica de Navarra S A) en los respectivos parques eólicos

Se va aplicar este método de estimación con una serie de modificaciones la fórmula se aplica a cada jornada de muestreo, de forma que la mortalidad detectada en cada una de ellas será una estima de la mortalidad media del parque, con esto se puede obtener una media muestral con su intervalo de confianza, que es un estimador de la media, y se aplica el método de corrección del lapso de tiempo entre dos muestreos, ya que este período influye tanto en el aporte de nuevos restos como en su pérdida por la acción de los carroñeros Para la estimación de la mortalidad se aplicarán, de forma separada, los datos de permanencia y detectabilidad de ejemplares pequeños (aves y murciélagos) y de aves medianas-grandes, con el fin de tratar de realizar una aproximación real a sus respectivas mortalidades



RESULTADOS

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante todo el período de estudio (marzo de 2000-marzo de 2001) Estos resultados son la síntesis de 337 horas de observación directa en los diferentes puntos de observación. Esto ha permitido crear una base de datos en Microsoft Access 97 que se adjunta junto a este informe técnico en soporte magnético y en donde se han realizado 14 939 observaciones de aves. En total hay 95 234 ejemplares censados, de los que 1 589 han estado en situación de riesgo (1,7%)

ESPECIES CENSADAS Y SU ESTATUS DE CONSERVACIÓN

En la Tabla 2 se presenta el listado de las 108 especies censadas a lo largo de todo el período de estudio y que engloba a 95 234 ejemplares

De las 108 especies detectadas en las inmediaciones de los seis parques eólicos estudiados, 27 (25,0%) están incluidas en el Anexo I de la Directiva Europea Aves (79/409/CEE) y 9 (8,3%) están incluidas en el Anexo II de dicha Directiva Comunitaria

Según el Catálogo de Especies Amenazadas de Navarra (Decreto Foral 563/1995, de 27 de noviembre, BON nº 156), del total de especies censadas hay dos (1,9%) que están consideradas en Peligro de Extinción Quebrantahuesos y Aguila-Azor Perdicera, siete (6,5%) especies están consideradas como Vulnerables Milano Real, Alimoche Común, Aguilucho Lagunero Occidental, Aguilucho Pálido, Aguilucho Cenizo, Aguila Real y Halcón Peregrino, 18 (16,7%) están consideradas como de Interés Especial Garza Real, Cigüeña Blanca, Abejero Europeo, Buitre Leonado, Culebrera Europea, Azor Común, Gavilán Común, Aguililla Calzada, Vencejo Real, Abejaruco Común, Pico Picapinos, Totovia, Colirrojo Real, Tarabilla Norteña, Curruca

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Cabecinegra, Papamoscas Gris y Chova Piquirroja, y una (0,9%) está considerada como Sensible a la alteración de su hábitat Garza Imperial

Esto quiere decir que un 26,4% de las aves censadas en las inmediaciones de los parques eólicos estudiados están protegidos por la Legislación de la Comunidad Foral de Navarra

Entre las especies más abundantes a lo largo del período de estudio hay que destacar al Pinzón Vulgar, la Paloma Torcaz, el Pardillo Común, el Buitre Leonado, el Jilguero, el Avión Común, la Grulla Común, la Calandria y el Vencejo Común. De las nueve especies de aves más abundantes, hay dos incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves (79/409/CEE) el Buitre Leonado y la Calandria

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Nombre común	Nombre científico	Anexo I, SPEC	N	%
Cormorán Grande	<i>Phalacrocorax carbo</i>	II	281	0,3
Garza Real	<i>Ardea cinerea</i>		2	0,0
Garza Imperial	<i>Ardea purpurea</i>	I 3	1	0,0
Cigüeña Negra	<i>Ciconia nigra</i>	I 3	3	0,0
Cigüeña Blanca	<i>Ciconia ciconia</i>	I 2	9	0,0
Ansar Común	<i>Anser anser</i>		394	0,4
Abejero Europeo	<i>Pernis apivorus</i>	I 4	386	0,4
Milano Negro	<i>Milvus migrans</i>	I 3	168	0,2
Milano Real	<i>Milvus milvus</i>	I 4	504	0,5
Quebrantahuesos	<i>Gypaetus barbatus</i>	I 3	5	0,0
Alimoche Común	<i>Neophron percnopterus</i>	I 3	54	0,1
Buitre Leonado	<i>Gyps fulvus</i>	I 3	11646	12,2
Culebrera Europea	<i>Circaetus gallicus</i>	I 3	47	0,0
Aguilucho Lagunero Occ	<i>Circus aeruginosus</i>	I	5	0,0
Aguilucho Pálido	<i>Circus cyaneus</i>	I 3	4	0,0
Aguilucho Cenizo	<i>Circus pygargus</i>	I 4	4	0,0
Azor Común	<i>Accipiter gentilis</i>		3	0,0
Gavilán Común	<i>Accipiter nisus</i>		5	0,0
Busardo Ratonero	<i>Buteo buteo</i>		120	0,1
Aguila Real	<i>Aquila chrysaetos</i>	I 3	37	0,0
Aguililla Calzada	<i>Hieraaetus pennatus</i>	I 3	69	0,1
Aguila-Azor Perdicera	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	I 3	3	0,0
Aguila Pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	I 3	2	0,0
Cernícalo Vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>		3	100
Esmerejón	<i>Falco columbarius</i>	I	5	0,0
Alcotán Europeo	<i>Falco subbuteo</i>		4	0,0
Halcón Peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	I 3	2	0,0
Perdiz Roja	<i>Alectons rufa</i>	II 2	194	0,2
Grulla Común	<i>Grus grus</i>	I 3	1445	1,5
Avefría Europea	<i>Vanellus vanellus</i>		390	0,4
Paloma Bravía	<i>Columba livia</i>		697	0,7
Paloma Torcaz	<i>Columba palumbus</i>	I II III 4	17318	18,2
Cuco Común	<i>Cuculus canorus</i>		7	0,0
Vencejo Común	<i>Apus apus</i>		951	1,0
Vencejo Real	<i>Tachymarptis melba</i>		516	0,5
Abejaruco Común	<i>Merops apiaster</i>		3	13
Abubilla	<i>Upupa epops</i>		1	0,0
Pito Real	<i>Picus viridis</i>		2	1
Pico Picapinos	<i>Dendrocopus major</i>		1	0,0
Calandria	<i>Melanocorypha calandra</i>	I 3	1579	1,7
Cogujada Común	<i>Galerida cristata</i>		3	34
Totovía	<i>Lullula arborea</i>	I 2	161	0,2
Alondra Común	<i>Alauda arvensis</i>	II 3	734	0,8
Avion Roquero	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>		23	0,0

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Nombre común	Nombre científico	Anexo I SPEC	N	%	
Golondrina Común	<i>Hirundo rustica</i>		3	247	0,3
Avión Común	<i>Delichon urbica</i>			5064	5,3
Bisbita Campestre	<i>Anthus campestris</i>	I	3	97	0,1
Bisbita Arboreo	<i>Anthus trivialis</i>			11	0,0
Bisbita Común	<i>Anthus pratensis</i>		4	569	0,6
Bisbita Alpino	<i>Anthus spinoletta</i>			742	0,8
Bisbita sin identificar	<i>Anthus sp</i>			3	0,0
Lavandera Boyera	<i>Motacilla flava</i>			47	0,0
Lavandera Cascadeña	<i>Motacilla cinerea</i>			61	0,1
Lavandera Blanca	<i>Motacilla alba</i>			258	0,3
Chochín	<i>Troglodites troglodites</i>			58	0,1
Acentor Común	<i>Prunella modularis</i>		4	107	0,1
Petirrojo	<i>Erithacus rubecula</i>		4	558	0,6
Ruiseñor Común	<i>Luscinia megarhynchos</i>		4	8	0,0
Pechiazul	<i>Luscinia svecica</i>	I		3	0,0
Colirrojo Tizón	<i>Phoenicurus ochruros</i>			178	0,2
Colirrojo Real	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		2	38	0,0
Tarabilla Norteña	<i>Saxicola rubetra</i>		4	1	0,0
Tarabilla Común	<i>Saxicola torquata</i>		3	722	0,8
Collalba Gris	<i>Oenanthe oenanthe</i>			2	0,0
Collalba Rubia	<i>Oenanthe hispanica</i>		2	10	0,0
Roquero Rojo	<i>Monticola saxatilis</i>		3	3	0,0
Mirlo Común	<i>Turdus merula</i>	II	4	281	0,3
Zorzal Real	<i>Turdus pilaris</i>	II	4	192	0,2
Zorzal Común	<i>Turdus philomelos</i>	II	4	55	0,1
Zorzal Alirrojo	<i>Turdus iliacus</i>	II	4	123	0,1
Zorzal Charlo	<i>Turdus viscivorus</i>	II	4	323	0,3
Zorzal sin identificar	<i>Turdus sp</i>			22	0,0
Ruiseñor Bastardo	<i>Cettia cetti</i>			2	0,0
Zarcero Común	<i>Hippolais polyglota</i>		4	7	0,0
Curruca Rabilarga	<i>Sylvia undata</i>	I	2	194	0,2
Curruca Carrasqueña	<i>Sylvia cantillans</i>		4	49	0,1
Curruca Cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>		4	29	0,0
Curruca Zarcera	<i>Sylvia communis</i>		4	20	0,0
Curruca Mosquitera	<i>Sylvia borin</i>		4	5	0,0
Curruca Capirota	<i>Sylvia atricapilla</i>		4	163	0,2
Mosquitero Común	<i>Phylloscopus collybita</i>			53	0,1
Reyezuelo Sencillo	<i>Regulus regulus</i>		4	9	0,0
Reyezuelo Listado	<i>Regulus ignicapillus</i>		4	251	0,3
Papamoscas Gris	<i>Muscicapa stnata</i>		3	21	0,0
Mito	<i>Aegithalos caudatus</i>			234	0,2
Herrerillo Capuchino	<i>Parus cristatus</i>		4	30	0,0
Carbonero Garrapinos	<i>Parus ater</i>			173	0,2
Herrerillo Común	<i>Parus caeruleus</i>		4	253	0,3
Carbonero Común	<i>Parus major</i>			270	0,3
Alcaudón Dorsirrojo	<i>Lanius collurio</i>	I	3	6	0,0

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Nombre común	Nombre científico	Anexo I SPEC	N	%
Arrendajo	<i>Garrulus glandarius</i>		50	0,1
Urraca	<i>Pica pica</i>		15	0,0
Chova Piquirroja	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	I 3	321	0,3
Grajilla	<i>Corvus monedula</i>	4	35	0,0
Corneja	<i>Corvus corone</i>		179	0,2
Cuervo	<i>Corvus corax</i>		49	0,1
Estornino Negro	<i>Sturnus unicolor</i>	4	18	0,0
Pinzón Vulgar	<i>Fringilla coelebs</i>		26124	27,4
Verdecillo	<i>Serinus serinus</i>	4	1255	1,3
Verderón Común	<i>Carduelis chloris</i>	4	437	0,5
Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>		5143	5,4
Lúgano	<i>Carduelis spinus</i>	4	8	0,0
Pardilló Común	<i>Carduelis cannabina</i>		10880	11,4
Piquituerto Común	<i>Loxia curvirostra</i>		120	0,1
Escribano Cerillo	<i>Emberiza citrinella</i>	4	82	0,1
Escribano Soteño	<i>Emberiza cirius</i>	4	429	0,5
Escribano Montesino	<i>Emberiza cia</i>	3	122	0,1
Tinguro	<i>Miliaria calandra</i>	4	487	0,5
Total	108		95234	100,0

Tabla 2 Especies de aves censadas (número y porcentaje) a lo largo del estudio, se indica el nombre común, el científico, y su estatus de conservación según la Directiva Aves y la figura de conservación SPEC. Se presentan en gris las especies más abundantes.

La categoría SPEC (*Species of European Conservation Concern*) agrupa a las especies de aves presentes en Europa según su grado de amenaza. Hay cuatro categorías (1-4) (TUCKER & HEATH 1994)

SPEC 1 Especies presentes en Europa que son motivo de preocupación a escala mundial, porque están consideradas como globalmente amenazadas, dependientes de la conservación o sin suficientes datos

SPEC 2 Especies que están presentes principalmente en Europa y que tienen un estado de conservación desfavorable

SEPC 3 Especies cuyas poblaciones no están concentradas en Europa pero tienen un estado de conservación desfavorable

SEPC 4 Especies cuyas poblaciones están presentes principalmente en Europa y tienen un estado de conservación favorable

TASAS DE VUELO Y TASAS DE RIESGO

En la Tabla 3 se presentan las tasas de vuelo y riesgo obtenidas en cada uno de los parques eólicos estudiados. Se comprueba que existen diferencias locales y temporales muy importantes.

A lo largo de los doce meses de seguimiento se ha comprobado que el parque eólico de Salajones ha presentado las tasas de vuelo más elevadas, salvo en mayo que se detectaron en el parque del Perdón, y en octubre y noviembre, que se detectaron en el parque de Izco-Aibar.

En el parque de Añaz-Echague las tasas más elevadas se han observado en los meses de migración postnupcial (septiembre y noviembre), detectándose la tasa de vuelo más baja en junio.

En el de la sierra de Guerninda la tasa más elevada también fue observada en noviembre, mientras que la más baja se comprobó en abril.

En el parque eólico del Perdón, vuelve a ocurrir algo similar: la tasa más alta se detectó en octubre, mientras que la más baja se observó en marzo.

En el parque de Salajones la tasa más alta se detectó en septiembre y la más baja en mayo.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En el parque eólico de Izco-Aibar las tasas mas altas se observaron en octubre y noviembre, mientras que la más baja se produjo en mayo

Por último, en el parque de Leitza-Beruete la tasa más alta se detectó en octubre y la más baja en septiembre

Las tasas de vuelo más bajas se han producido durante la época de reproducción (marzo-junio) y durante el invierno (diciembre-febrero), mientras que las tasas más elevadas se han detectado durante la fase de migración postnupcial de las distintas especies detectadas (septiembre-noviembre)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Mes	Alaiz	Guerinda	Perdón	Salajones	Izco	Leitza
Marzo 2000	0,98±0,24 (11)	1,29±0,19 (10)	1,43±0,27 (13)	3,09±0,78 (15)	1,84±0,37 (10)	-
Abril	0,52±0,18 (9)	0,83±0,18 (9)	2,38±0,36 (12)	3,33±0,61 (14)	0,74±0,16 (12)	-
Mayo	0,95±0,25 (12)	1,57±0,39 (12)	2,72±0,34 (7)	1,91±0,34 (16)	0,51±0,12 (12)	-
Junio	0,40±0,11 (6)	1,42±0,40 (6)	2,73±0,43 (14)	3,17±0,43 (8)	0,97±0,19 (6)	-
Julio	0,55±0,11 (6)	0,99±0,22 (6)	2,72±0,26 (6)	2,95±0,22 (6)	0,87±0,11 (6)	2,70±0,36 (3)
Agosto	0,81±0,23 (6)	2,41±1,58 (6)	1,76±0,52 (6)	3,43±1,13 (12)	1,48±1,04 (3)	3,77±0,36 (3)
Septiembre	1,91±0,73 (9)	2,17±0,74 (6)	3,47±0,62 (18)	12,7±6,79 (11)	4,88±2,62 (12)	2,45±0,63 (16)
Octubre	0,89±0,20 (14)	1,10±0,27 (8)	10,7±4,39 (22)	7,90±2,13 (15)	27,5±13,6 (12)	25,7±13,4 (17)
Noviembre	4,38±1,64 (6)	15,2±5,37 (7)	4,02±1,02 (8)	7,97±2,94 (15)	23,4±11,6 (9)	11,4±5,76 (18)
Diciembre	0,90±0,22 (6)	2,30±0,30 (6)	1,7±0,39 (6)	2,76±0,23 (6)	2,5±0,13 (6)	2,1±0,14 (6)
Enero 2001	0,46±0,22 (6)	0,68±0,39 (6)	0,27±0,12 (6)	1,78±0,51 (6)	3,21±2,57 (6)	0,33±0,19 (6)
Febrero	1,52±0,92 (9)	3,27±1,60 (9)	0,93±0,61 (9)	1,77±0,40 (15)	1,30±0,13 (12)	0,24±0,13 (9)
Marzo	0,22±0,08 (6)	0,39±0,18 (6)	1,65±0,18 (6)	2,39±0,53 (9)	1,06±0,09 (9)	1,23±0,46 (6)

Tabla 3. Tasas de vuelo (aves/min) para la avifauna en los parques eólicos del estudio durante todo el seguimiento. Las tasas de vuelo se presentan como media±error estándar

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Al igual que ha ocurrido con las tasas de vuelo, en las tasas de riesgo se ha comprobado también la existencia de importantes variaciones locales y temporales (Tabla 4)

En el conjunto de todos los parques eólicos estudiados, las tasas de riesgo más elevadas coinciden en el tiempo con el período postnupcial (septiembre-noviembre), mientras que las tasas más bajas o los momentos sin situaciones de riesgo detectadas coinciden principalmente con el período de reproducción (abril-julio). Únicamente, el parque eólico de Salajones muestra una tendencia diferente, al presentar a lo largo de todo el período de estudio tasas de riesgo elevadas respecto al resto de los parques eólicos estudiados.

Hay que destacar que durante el período septiembre-noviembre se detectan las tasas de riesgo más elevadas, alcanzando valores de 0,22 situaciones de riesgo/min en el parque eólico de Guerinda y de 0,16 en el parque eólico de Salajones.

En el parque eólico de Salajones se ha comprobado que hay tres meses (abril, septiembre y octubre) con tasas de riesgo para la avifauna muy elevadas (>0,10 situaciones de riesgo/min).

Se ha comprobado una correlación positiva y significativa entre las tasas de vuelo y las tasas de riesgo (SPEARMAN, $r_s=0,422$, $p<0,02$, $n=32$), es decir, altas tasas de vuelo en las inmediaciones de los parques eólicos están asociadas a altas tasas de riesgo para las aves.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Mes	Alaiz	Guerinda	Perdón	Salajones	Izco	Leitza
Marzo 2000	0,01±0,01 (11)	0,02±0,01 (10)	0,03±0,01 (13)	0,05±0,02 (15)	0,01±0,01 (10)	-
Abril	0,01±0,01 (9)	0,01±0,01 (9)	0,01±0,01 (12)	0,11±0,04 (14)	0,01±0,01 (12)	-
Mayo	0,00±0,00 (12)	0,03±0,01 (12)	0,00±0,00 (7)	0,06±0,02 (16)	0,00±0,00 (12)	-
Junio	0,03±0,01 (6)	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (14)	0,06±0,04 (8)	0,02±0,01 (6)	-
Julio	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (3)
Agosto	0,04±0,04 (6)	0,00±0,00 (6)	0,03±0,01 (6)	0,03±0,02 (12)	0,02±0,02 (3)	0,00±0,00 (3)
Septiembre	0,08±0,08 (9)	0,22±0,22 (6)	0,03±0,01 (18)	0,16±0,13 (11)	0,01±0,01 (12)	0,02±0,01 (16)
Octubre	0,00±0,00 (14)	0,00±0,00 (8)	0,09±0,05 (22)	0,10±0,08 (15)	0,00±0,00 (12)	0,02±0,01 (17)
Noviembre	0,05±0,04 (6)	0,00±0,00 (7)	0,03±0,02 (8)	0,00±0,00 (15)	0,06±0,05 (9)	0,02±0,01 (18)
Diciembre	0,04±0,04 (6)	0,00±0,00 (6)	0,03±0,01 (6)	0,03±0,02 (6)	0,02±0,02 (6)	0,00±0,00 (6)
Enero 2001	0,01±0,01 (6)	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (6)	0,15±0,09 (6)	0,14±0,12 (6)	0,02±0,01 (6)
Febrero	0,16±0,16 (9)	0,00±0,00 (9)	0,08±0,08 (9)	0,19±0,10 (15)	0,00±0,00 (12)	0,00±0,00 (9)
Marzo	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (6)	0,02±0,02 (6)	0,02±0,01 (9)	0,00±0,00 (9)	0,03±0,03 (6)

Tabla 4. Tasas de riesgo (riesgos/min) para la avifauna en los parques eólicos del estudio durante todo el seguimiento. Las tasas se presentan como media±error estándar.

TASAS DE VUELO Y TASAS DE RIESGO POR LOS PUNTOS DE CONTROL

A continuación se presentan las tasas de vuelo y las tasas de riesgo (Tablas 5 a la 18) detectadas en los puntos de control de los parques eólicos estudiados a lo largo de todo el seguimiento. Se ha comprobado variaciones muy importantes, tanto a lo largo del tiempo que ha durado el seguimiento como entre los puntos de control situados a lo largo de cada una de las alineaciones de aerogeneradores

En el parque eólico de Alaiz se ha comprobado que las tasas de vuelo más altas se detectaron mayoritariamente en el punto central de observación (marzo, abril, junio, julio y septiembre), mientras que en octubre se detectaron en la zona este del parque y en noviembre en la zona oeste. En mayo las tasas más altas se obtuvieron en la zona oeste del parque

En el parque eólico de Guerinda las tasas de vuelo más altas se han detectado en cinco meses en la zona central del parque (marzo, abril, junio, agosto y noviembre). En julio y octubre se detectaron en la zona oeste y en mayo y septiembre en la zona este

En el parque del Perdón se ha comprobado que en siete de los nueve meses que ha durado el seguimiento (abril, mayo, junio, agosto, septiembre, octubre y noviembre), la zona más empleada por las aves en sus desplazamientos ha sido la zona oeste del parque. Sólo en el mes de marzo la zona más empleada por las aves fue la zona este del parque

En Salajones las tasas de vuelo más altas se reparten entre las tres zonas del parque: marzo, abril y agosto en la zona este del parque, junio, octubre y noviembre en la zona central, y mayo, julio y septiembre en la zona oeste

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En el caso de Izco las aves han empleado mayoritariamente la zona este (abril, mayo, agosto y septiembre) y central del parque eólico (junio, julio, octubre y noviembre)

Por último, en el parque de Leitza las aves han empleado mayoritariamente la zona central (julio, agosto, octubre y noviembre) como zona de paso. Sólo en septiembre se han detectado tasas de vuelo altas en la zona oeste del parque.

Por lo tanto, y resumiendo la información hasta este momento analizada, en la mayor parte de los parques eólicos las zonas con tasas más altas de desplazamientos de la avifauna son las zonas centrales (Alaiz, Guerinda, Salajones, Izco y Leitza) y las zonas situadas al este (Salajones e Izco). Por el contrario, el parque eólico del Perdón presenta las tasas de vuelo más altas mayoritariamente en la zona oeste del parque y minoritariamente en la zona este.

En algunos casos concretos, se pueden ver tasas de vuelo muy altas (>8 aves/min), que coinciden con períodos postreproductores, de migración postnupcial o de desplazamientos invernales de fauna residente y/o invernante (octubre-noviembre).

Tasas de vuelo algo más bajas o similares (4-10 aves/min) pero ya durante la época de reproducción, se han detectado en todos los parques eólicos estudiados. Siempre están asociadas a los desplazamientos de grandes grupos de buitres leonados (marzo-junio).

En el caso del parque eólico de Salajones se han llegado a detectar frecuentemente tasas de vuelo de 10 buitres/min (en la zona central del parque) durante la época de reproducción de esta especie.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,74±0,53 (3)	1,30±0,56 (4)	0,83±0,18 (4)
Guerinda	1,07±0,27 (3)	1,68±0,31 (4)	0,99±0,29 (3)
El Perdon	1,75±0,55 (5)	1,19±0,40 (4)	1,27±0,44 (4)
Salajones	4,87±2,39 (3)	4,05±1,72 (5)	1,64±0,32 (7)
Izco	1,11±0,80 (3)	1,87±0,70 (3)	2,37±0,48 (4)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (3)	0,01±0,01 (4)	0,03±0,01 (4)
Guerinda	0,02±0,02 (3)	0,03±0,02 (4)	0,02±0,02 (3)
El Perdón	0,06±0,02 (5)	0,02±0,01 (4)	0,01±0,01 (4)
Salajones	0,01±0,01 (3)	0,04±0,02 (5)	0,08±0,04 (7)
Izco	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)	0,04±0,03 (4)

Tabla 5. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de marzo de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,14±0,07 (3)	0,87±0,44 (3)	0,54±0,20 (3)
Guerinda	0,62±0,36 (3)	1,12±0,25 (3)	0,73±0,35 (3)
El Perdón	1,52±0,49 (4)	1,93±0,15 (4)	3,69±0,54 (4)
Salajones	4,61±1,31 (5)	2,97±0,77 (5)	2,18±0,77 (5)
Izco	1,12±0,40 (4)	0,59±0,12 (4)	0,52±0,20 (4)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (3)	0,02±0,02 (3)	0,00±0,00 (3)
Guerinda	0,00±0,00 (3)	0,02±0,02 (3)	0,00±0,00 (3)
El Perdón	0,00±0,00 (4)	0,03±0,01 (4)	0,01±0,01 (4)
Salajones	0,06±0,03 (5)	0,01±0,01 (5)	0,02±0,01 (5)
Izco	0,03±0,02 (4)	0,23±0,08 (4)	0,00±0,00 (4)

Tabla 6. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de abril de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,44±0,08 (4)	0,97±0,13 (4)	1,44±0,72 (4)
Guerinda	1,78±1,21 (4)	1,52±0,37 (4)	1,41±0,16 (4)
El Perdón	2,48±0,38 (2)	2,03±0,87 (2)	3,33±0,39 (2)
Salajones	1,94±0,46 (6)	1,78±0,53 (6)	2,08±1,01 (4)
Izco	0,77±0,23 (4)	0,49±0,23 (4)	0,27±0,15 (4)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (4)	0,01±0,01 (4)	0,03±0,01 (4)
Guerinda	0,02±0,02 (4)	0,03±0,02 (4)	0,02±0,02 (4)
El Perdón	0,06±0,02 (2)	0,02±0,01 (2)	0,01±0,01 (3)
Salajones	0,01±0,01 (6)	0,04±0,02 (6)	0,08±0,04 (4)
Izco	0,00±0,00 (4)	0,00±0,00 (4)	0,04±0,03 (4)

Tabla 7. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de mayo de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,43±0,07 (2)	0,47±0,13 (2)	0,30±0,13 (2)
Guerinda	1,60±1,47 (2)	1,67±1,03 (2)	0,98±0,28 (2)
El Perdón	1,99±0,51 (4)	2,73±0,47 (4)	3,48±0,30 (6)
Salajones	2,46±0,40 (3)	4,08±0,89 (3)	2,98±0,02 (2)
Izco	1,05±0,18 (4)	1,35±0,32 (2)	0,50±0,07 (2)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,02±0,02 (2)	0,03±0,03 (2)	0,05±0,05 (2)
Guerinda	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
El Perdón	0,00±0,00 (4)	0,00±0,00 (4)	0,00±0,00 (4)
Salajones	0,03±0,02 (3)	0,13±0,09 (3)	0,02±0,02 (2)
Izco	0,02±0,02 (2)	0,05±0,02 (2)	0,00±0,00 (2)

Tabla 8. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de junio de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,80±0,11 (2)	0,97±0,24 (2)	0,33±0,11 (2)
Guerinda	0,50±0,26 (2)	0,53±0,37 (2)	0,67±0,21 (2)
El Perdón	3,74±0,37 (2)	4,42±2,68 (2)	3,10±0,77 (2)
Salajones	2,73±0,97 (2)	2,60±0,41 (2)	2,90±0,43 (2)
Izco	0,67±0,23 (2)	0,53±0,23 (2)	0,50±0,15 (2)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
Guerinda	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
El Perdón	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
Salajones	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
Izco	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)

Tabla 9 Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de julio de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,99±0,79 (2)	0,87±0,10 (2)	0,59±0,32 (2)
Guerinda	0,90±0,37 (2)	5,87±4,43 (2)	0,47±0,13 (2)
El Perdón	0,59±0,09 (2)	2,00±0,20 (2)	2,70±1,33 (2)
Salajones	4,10±3,07 (4)	3,97±1,90 (4)	2,23±0,57 (4)
Izco	3,57±0,23 (2)	0,40±0,10 (2)	0,47±0,11 (2)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (2)	0,14±0,14 (2)	0,00±0,00 (2)
Guerinda	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
El Perdón	0,00±0,00 (2)	0,05±0,01 (2)	0,04±0,03 (2)
Salajones	0,07±0,06 (4)	0,02±0,01 (4)	0,00±0,00 (4)
Izco	0,00±0,00 (2)	0,07±0,01 (2)	0,00±0,00 (2)

Tabla 10. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de agosto de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,90±0,28 (3)	3,97±1,81 (3)	0,87±0,02 (3)
Guerinda	4,15±0,05 (6)	1,87±1,23 (6)	0,50±0,16 (6)
El Perdón	2,05±0,56 (6)	3,35±1,02 (6)	5,01±1,28 (6)
Salajones	3,02±0,73 (4)	4,27±0,66 (4)	5,00±0,82 (4)
Izco	9,96±7,82 (4)	2,96±1,16 (4)	1,74±0,23 (4)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,24±0,24 (3)	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)
Guerinda	0,07±0,54 (6)	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (6)
El Perdón	0,03±0,03 (4)	0,02±0,02 (6)	0,05±0,03 (6)
Salajones	0,00±0,00 (4)	0,49±0,42 (4)	0,00±0,00 (4)
Izco	0,00±0,00 (4)	0,03±0,03 (4)	0,00±0,00 (4)

Tabla 11 Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de septiembre de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	1,14±0,29 (6)	0,88±0,49 (4)	0,52±0,33 (4)
Guerinda	0,42±0,41 (2)	0,79±0,27 (3)	1,87±0,24 (3)
El Perdón	5,49±3,74 (5)	4,19±1,067 (7)	23,0±12,60 (7)
Salajones	3,59±0,60 (6)	12,68±4,43 (5)	8,40±5,20 (4)
Izco	5,93±3,17 (3)	84,67±33,69 (3)	4,26±1,27 (3)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (4)	0,00±0,00 (4)
Guerinda	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)
El Perdón	0,03±0,02 (5)	0,04±0,02 (7)	0,21±0,15 (7)
Salajones	0,00±0,00 (6)	0,25±0,25 (5)	0,05±0,03 (4)
Izco	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)

Tabla 12 Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de octubre de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	7,87±4,20 (2)	3,67±1,57 (2)	1,62±0,49 (2)
Guerinda	5,24±2,16 (2)	31,59±12,18 (2)	10,99±4,43 (3)
El Perdón	1,47±0,41 (3)	3,67±0,96 (4)	7,78±4,64 (4)
Salajones	7,00±2,75 (6)	14,03±8,10 (5)	1,86±0,64 (4)
Izco	4,20±2,68 (3)	76,46±18,76 (3)	2,49±1,41 (3)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,14±0,14 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
Guerinda	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
El Perdón	0,02±0,01 (3)	0,03±0,03 (4)	0,05±0,02 (4)
Salajones	0,00±0,00 (6)	0,00±0,00 (5)	0,00±0,00 (4)
Izco	0,02±0,02 (3)	0,00±0,00 (3)	0,13±0,14 (3)

Tabla 13. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de noviembre de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,53±0,53 (2)	0,57±0,57 (2)	0,27±0,27 (2)
Guerinda	0,23±0,17 (2)	0,35±0,35 (2)	0,23±0,23 (2)
El Perdón	0,17±0,17 (2)	3,67±0,96 (2)	0,30±0,20 (2)
Salajones	1,68±0,25 (2)	2,08±1,72 (2)	1,58±0,88 (2)
Izco	0,45±0,28 (2)	8,77±7,27 (2)	0,42±0,08 (2)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (2)	0,03±0,03 (2)	0,00±0,00 (2)
Guerinda	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
El Perdón	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
Salajones	0,03±0,03 (2)	0,30±0,30 (2)	0,12±0,05 (2)
Izco	0,02±0,02 (2)	0,37±0,37 (2)	0,03±0,03 (2)

Tabla 14. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de enero de 2001. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,77±0,12 (3)	0,70±0,48 (3)	3,04±0,48 (3)
Guerinda	1,61±0,78 (3)	6,51±4,69 (3)	1,69±0,38 (3)
El Perdón	0,30±0,30 (3)	0,67±0,67 (3)	1,83±1,83 (3)
Salajones	1,29±0,33 (5)	2,55±0,97 (5)	0,79±0,26 (5)
Izco	1,06±0,36 (3)	1,13±0,43 (3)	0,75±0,32 (3)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,01±0,01 (3)	0,00±0,00 (3)	0,48±0,48 (3)
Guerinda	0,01±0,01 (3)	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)
El Perdón	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)	0,24±0,24 (3)
Salajones	0,05±0,05 (5)	0,51±0,25 (5)	0,01±0,01 (5)
Izco	0,01±0,01 (3)	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)

Tabla 15 Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de febrero de 2001. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como $\text{media} \pm \text{error estándar}$ y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Alaiz	0,17±0,17 (2)	0,30±0,13 (2)	0,20±0,20 (2)
Guerinda	0,32±0,32 (2)	0,43±0,43 (2)	0,43±0,43 (2)
El Perdón	1,57±0,67 (2)	1,63±0,17 (2)	1,75±0,12 (2)
Salajones	1,31±0,38 (3)	3,44±0,78 (3)	2,51±0,71 (3)
Izco	1,14±0,19 (3)	0,99±0,09 (3)	0,94±0,13 (3)
Tasa de nesgo (riesgo/min)			
Alaiz	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
Guerinda	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
El Perdón	0,05±0,05 (2)	0,02±0,02 (2)	0,00±0,00 (2)
Salajones	0,00±0,00 (3)	0,04±0,04 (3)	0,02±0,01 (3)
Izco	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)

Tabla 16. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro de cada uno de los cinco parques eólicos durante el mes de marzo de 2001. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Julio	2,11±0,07 (2)	2,37±0,16 (2)	1,30±0,21 (2)
Agosto	2,57±0,00 (1)	8,73±0,00 (1)	0,00±0,00 (1)
Septiembre	2,5±0,60 (5)	1,89±0,78 (5)	4,26±1,26 (6)
Octubre	2,84±2,84 (3)	71,12±41,55 (4)	36,28±33,57 (4)
Noviembre	5,16±1,72 (3)	40,90±21,6 (4)	3,89±0,80 (4)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Julio	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)	0,00±0,00 (2)
Agosto	0,00±0,00 (1)	0,00±0,00 (1)	0,00±0,00 (1)
Septiembre	0,00±0,00 (5)	0,03±0,03 (5)	0,02±0,02 (6)
Octubre	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (4)	0,03±0,03 (4)
Noviembre	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (4)	0,04±0,02 (4)

Tabla 17 Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro del parque eólico de Leizta-Beruete en el período julio-noviembre de 2000. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque Eólico	Este	Centro	Oeste
Tasa de vuelo (aves/min)			
Enero	0,08±0,08 (2)	0,52±0,52 (2)	0,40±0,40 (2)
Febrero	0,00±0,00 (3)	0,12±0,12 (3)	0,60±0,32 (3)
Marzo	0,90±1,80 (2)	0,67±0,33 (2)	2,13±2,13 (2)
Tasa de riesgo (riesgo/min)			
Enero	0,00±0,00 (2)	0,02±0,02 (2)	0,03±0,03 (2)
Febrero	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)	0,00±0,00 (3)
Marzo	0,00±0,00 (2)	0,02±0,03 (2)	0,08±0,17 (2)

Tabla 18. Tasas de vuelo (aves/min) y de riesgo (riesgo/min) observadas en cada punto de control situado dentro del parque eólico de Leitza-Beruete en el período enero-marzo de 2001. Las tasas de vuelo y riesgo se dan como media±error estándar y su número de datos (n).

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS EN LAS TASAS DE VUELO Y RIESGO

Como ya se indicaba en el apartado material y métodos, durante la recopilación de los datos en cada uno de los puntos de control se anotaban las principales condiciones meteorológicas existentes, con el objetivo de analizar su influencia en las tasas de vuelo y riesgo de la avifauna en las proximidades de los parques eólicos

En la Tabla 19 se presentan los tres tipos de factores abióticos que se han analizado la climatología, la intensidad del viento y el tipo de actividad de los aerogeneradores

Factor abiótico	Tasa de vuelo (aves/min)	Tasa de riesgo (riesgo/min)
Despejado	5,60±1,15	0,05±0,01 (186)
Niebla	3,14±1,16	0,01±0,00 (69)
Nubes y claros	4,04±0,95	0,03±0,01 (77)
Nublado	7,50±1,76	0,03±0,01 (165)
Lluvia	5,42±1,68	0,02±0,01 (81)
Viento fuerte	2,92±0,57	0,03±0,00 (209)
Viento moderado	5,31±0,93	0,04±0,01 (223)
Viento suave	7,64±1,51	0,04±0,02 (151)
Aerogeneradores parados	8,83±2,03	0,00±0,00 (49)
Aerogeneradores funcionando	5,18±0,81	0,04±0,01 (442)

Tabla 19. Influencia de factores abióticos en las tasas de vuelo y de riesgo en la avifauna que se desplaza por los parques eólicos. Los datos se presentan como media y error estándar, entre paréntesis el número de datos.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Se han encontrado diferencias significativas en las tasas de vuelo y de riesgo dependiendo de la climatología existente (test de KRUSKAL-WALLIS, $H=32,7$, $p<0,001$ y $H=25,0$, $p<0,001$, respectivamente) Detectándose las tasas de vuelo más altas con tiempo nublado, mientras que las tasas más bajas se han detectado con períodos de niebla. En cuanto a las tasas de riesgo, las tasa más altas se han observado con tiempo despejado (sol y sin nubes en el cielo), mientras que las tasas más bajas se han producido con períodos de niebla.

Las tasas de vuelos de las aves varían también con la intensidad del viento (KRUSKAL-WALLIS, $H=28,7$, $p<0,001$) Con velocidades bajas de la intensidad del viento la tasa de vuelo de la avifauna ha sido la más alta, mientras que con viento fuerte la tasa de vuelo fue la más baja. Existen diferencias significativas entre las tasas de vuelo con intensidad baja y fuerte (test de MANN-WHITNEY, $Z=4,34$, $p<0,001$), pero no hay diferencias entre intensidades bajas y moderadas ($Z=0,47$, $p>0,05$), ni entre moderadas y fuertes ($Z=0,83$, $p>0,05$)

Las tasas de vuelo de la avifauna detectadas cuando los aerogeneradores estaban parados fueron significativamente mayores que cuando éstos estaban en funcionamiento (test de MANN-WHITNEY, $Z=19,4$, $p<0,001$)

DIRECCIONES Y ALTURAS DE VUELO DE LA AVIFAUNA EN LAS CERCANÍAS DE LOS PARQUES EÓLICOS

A continuación se presentan los datos referidos a direcciones de vuelo y altura de los desplazamientos de las aves en las cercanías de los seis parques eólicos analizados en este estudio (Tabla 20). En la columna de otros, se incluyen desplazamientos oblicuos a las líneas de aerogeneradores (NW-SE, SW-NE y viceversa).

Las direcciones de vuelo más empleadas a lo largo de todo el seguimiento han sido aquellas que cruzan la línea de aerogeneradores (55,8%) y afectan a los sentidos (N-S, NE-SW, NW-SE y viceversa). La presencia de (S) indica que el desplazamiento se ha producido por la ladera sur del parque eólico.

Durante el mes de marzo la principal dirección de desplazamiento fue S-N, coincidiendo con la migración prenupcial. Durante la época de reproducción las direcciones más empleadas fueron N-S, S-N, E-W (por la ladera sur) y E-W. Por último, y coincidiendo con la migración postnupcial, la dirección N-S durante los meses de septiembre, octubre y diciembre ha sido mayoritaria, aunque también hay que tener en cuenta los desplazamientos en direcciones paralelas a las líneas de aerogeneradores (E-W, W-E, E-W (S) y W-E (S), principalmente), debido a los desplazamientos de la avifauna residente, migradora e invernante.

En este sentido, hay que destacar la importancia de la dirección E-W para los desplazamientos migratorios de la Paloma Torcaz en las cercanías de los parques eólicos observados durante el mes de octubre.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Direcciones de desplazamiento								
	N-S	S-N	E-W (S)	E-W	W-E	W-E (S)	Otros	Total
Marzo	739	3103	248	278	334	134	146	4982
%	14,8	62,3	5,0	5,6	6,7	2,7	2,9	100
Abril	911	803	419	203	155	267	434	3192
%	28,5	25,2	13,1	6,4	4,9	8,4	13,6	100
Mayo	779	618	261	255	308	142	482	2845
%	27,4	21,7	9,2	9,0	10,8	5,0	16,9	100
Junio	1207	690	492	262	367	298	307	3623
%	33,3	19,0	13,6	7,2	10,1	8,2	8,5	100
Julio	1014	376	271	214	253	177	238	2543
%	39,9	14,8	10,7	8,4	9,9	7,0	9,4	100
Agosto	924	334	315	273	184	187	192	2409
%	38,4	13,9	13,1	11,3	7,6	7,8	8,0	100
Septiembre	3599	623	1324	993	779	655	2337	10310
%	34,9	6,0	12,8	9,6	7,6	6,4	22,7	100
Octubre	9706	834	1388	11919	1829	1234	7360	34270
%	28,3	2,4	4,1	34,8	5,3	3,6	21,5	100
Noviembre	5465	328	5822	3089	742	2557	5266	23269
%	23,5	1,4	25,0	13,3	3,2	11,0	22,6	100
Total	24344	7709	10540	17486	6766	8360	16762	87443
%	27,8	8,8	12,1	20,0	7,7	9,6	19,2	100,0

Tabla 20. Direcciones (número y porcentaje) de los desplazamientos de la avifauna durante el período de estudio en todos los parques eólicos

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En la Tabla 21 se pueden ver las alturas de vuelo observadas en los desplazamientos de la avifauna a lo largo de todo el período de seguimiento

Un 46,5 % de los desplazamientos observados se han producido a muy baja altura (0-5 metros), un 9,6% entre los 5 y los 10 metros y un 29,7% a más de 75 metros de altura. Un 14,1% de los desplazamientos analizados durante todo el período de estudio se han producido a la altura de máximo riesgo de colisión (15-75 metros)

A lo largo de los meses se puede comprobar como la mayor parte de las aves se desplazan a alturas muy bajas, aunque en los meses de septiembre, octubre y noviembre se produce un incremento muy notable de alturas elevadas (> 75 metros), principalmente por la llegada de ejemplares migradores (zorzales, alondras, calandrias, palomas torcaces, grullas, ánsares, cormoranes, milanos, abejeros, culebreras y calzadas, principalmente). A este contingente hay que añadir otras especies de pequeño tamaño que realizan la migración diurna a alturas más bajas (bisbitas, colirrojos, pinzones, pardillos, verdicillos, currucas)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

	Altura de vuelo				
	MB	B	M	A	Total
Marzo	2717	508	747	1010	4982
%	54,5	10,2	15,0	20,3	100
Abril	1658	135	374	1025	3192
%	51,9	4,2	11,7	32,1	100
Mayo	1472	285	263	825	2845
%	51,7	10,0	9,2	29,0	100
Junio	2505	196	487	435	3623
%	69,1	5,4	13,4	12,0	100
Julio	1276	176	239	852	2543
%	50,2	6,9	9,4	33,5	100
Agosto	1281	127	506	495	2409
%	53,2	5,3	21,0	20,5	100
Septiembre	4454	1006	2881	1969	10310
%	43,2	9,8	27,9	19,1	100
Octubre	10530	2700	5363	15677	34270
%	30,7	7,9	15,6	45,7	100
Noviembre	14811	3300	1471	3687	23269
%	63,7	14,2	6,3	15,8	100
Total	40704	8433	12331	25975	87443
%	46,5	9,6	14,1	29,7	100,0

Tabla 21. Alturas de vuelo empleadas por la avifauna en sus desplazamientos en las cercanías de los parques eólicos, a lo largo del seguimiento

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En la Tabla 22 se presentan las alturas de vuelo de las especies más abundantes censadas durante todo el período de estudio. El Buitre Leonado, la Grulla Común y la Paloma Torcaz han realizado sus vuelos mayoritariamente a una altura superior a los 75 metros, mientras que el Pinzón, el Jilguero y el Pardillo lo han realizado a alturas muy bajas. El Avión Común ha realizado sus desplazamientos principalmente a una altura media y la Calandria no ha mostrado ningún patrón significativo.

Especie	Altura de vuelo				Total
	MB	B	M	A	
<i>Gyps fulvus</i>	252	451	2535	6467	9705
	2,6	4,6	26,1	66,6	100
<i>Grus grus</i>			3	1442	1445
			0,2	99,8	100
<i>Columba palumbus</i>	24	136	3653	13428	17241
	0,1	0,8	21,2	77,9	100
<i>Melanocorypha calandra</i>	304	396	312	413	1425
	21,3	27,8	21,9	29,0	100
<i>Delichon urbica</i>	1021	564	2553	64	4202
	24,3	13,4	60,8	1,5	100
<i>Fringilla coelebs</i>	19319	4065	1219	448	25051
	77,1	16,2	4,9	1,8	100
<i>Carduelis carduelis</i>	4349	568	197		5114
	85,0	11,1	3,9		100
<i>Carduelis cannabina</i>	8722	1204	354	46	10326
	84,5	11,7	3,4	0,4	100
Total	33991	7384	10826	22308	74509

Tabla 22. Alturas de vuelo empleadas por las especies de aves más abundantes en las cercanías de los parques eólicos. En negrita se presenta la altura más empleada por cada una de las especies.

SITUACIONES DE RIESGO PARA LA AVIFAUNA

A continuación se presentan los datos de las situaciones de riesgo observadas desde los puntos de control situados en los seis parques eólicos estudiados durante todo el seguimiento (Tabla 23)

En la Figura 3 se puede ver la evolución temporal de las situaciones de riesgo observadas en los parques eólicos durante el seguimiento del uso del espacio por parte de la avifauna



Figura 3. Evolución temporal de las situaciones de riesgo detectadas durante todo el período de estudio.

Los meses de marzo y septiembre de 2000 y febrero de 2001 fueron los tres períodos donde mayor número de situaciones de riesgo para la avifauna se registraron, mientras que en agosto el número de situaciones de riesgo fue el más bajo. En la Figura 3 también se puede apreciar como durante la época de reproducción se mantiene el número de situaciones de riesgo (entre 100 y 130 situaciones de riesgo por mes)

En total se han observado 1 589 situaciones de riesgo para la avifauna, que afectaron a 442 aves que volaban en solitario (27,8%) y a 1 147 que volaban en bandos de distinto tamaño (72,2%)

Un 82,1% de las aves que estuvieron involucradas en este tipo de situación volaban a altura media (15-75 metros), un 10,2% a altura baja (5-10 metros) y un 7,7% a altura elevada (>75 metros)

Un 89,1% de las situaciones de riesgo observadas se produjeron mientras el ave realizaba un desplazamiento que cruzaba alguna de las alineaciones de aerogeneradores, frente a un 10,9% que realizaron desplazamientos por las laderas próximas (también denominados vuelos de ladera)

El 42,1% de las aves que estuvieron en situación de riesgo realizaban desplazamientos con vuelo batido, un 34,4% realizaban vuelos de planeo y un 7,6% realizaban círculos o vuelos de remonte

El 48,9% de las situaciones de riesgo se han detectado en el parque eólico de Salajones, un 27,1% en el del Perdón, un 11,2% en el de Guerinda, un 6,0% en el de Izco-Aibar, un 4,2% en el de Añaz-Echague y un 2,6% en el de Leizta-Beruete

Frente a estas situaciones de riesgo, los ejemplares reaccionaron de distinta manera, aunque mayoritariamente respondieron con la reacción 4 (35,9%), es decir con un rehusé de paso a través de la línea de aerogeneradores. Un 35,6% reaccionaron con un cambio brusco de su trayectoria de vuelo, un 19,5% con un cambio suave de su desplazamiento y un 8,9% con una reacción de pánico (quebrós, bandazos, giros bruscos en el aire)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Treinta y siete especies de aves se han visto involucradas en estas situaciones de riesgo (Tabla 23). Las especies que más situaciones de riesgo han sufrido han sido las siguientes: Buitre Leonado, Avión Común, Milano Negro, Milano Real, Calandria, Avefría, Paloma Torcaz, Chova Piquirroja, Verdecillo y Pardillo Común.

De las 37 especies involucradas en las situaciones de riesgo, hay 10 que han presentado valores elevados del índice intraespecífico de riesgo (también denominado índice de exposición) y son las siguientes: Cigüeña Negra, Cigüeña Blanca, Milano Negro, Quebrantahuesos, Alimoche, Aguilucho Pálido, Aguilucho Cenizo, Aguillita Calzada, Aguila Azor-Perdicera, Cernícalo Vulgar, Esmerejón y el Verdecillo. Hay que destacar que la mayor parte de las especies que han experimentado valores más altos del índice de exposición son rapaces diurnas.

Este índice de exposición (IE) se ha calculado dividiendo el número de ejemplares de una determinada especie que ha estado en situación de riesgo entre el número total de ejemplares de esa especie contactado a lo largo de todo el estudio y multiplicándolo por cien.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Nombre científico	N	%	Riesgo	%	IE
<i>Phalacrocorax carbo</i>	281	0,3	5	0,3	1,8
<i>Ciconia nigra</i>	3	0,0	1	0,1	33,3
<i>Ciconia ciconia</i>	9	0,0	5	0,3	55,6
<i>Milvus migrans</i>	168	0,2	49	3,1	29,2
<i>Milvus milvus</i>	504	0,5	47	3,0	9,3
<i>Gypaetus barbatus</i>	5	0,0	1	0,1	20,0
<i>Neophron percnopterus</i>	54	0,1	16	1,0	29,6
<i>Gyps fulvus</i>	11646	12,2	716	45,1	6,1
<i>Circaetus gallicus</i>	47	0,0	1	0,1	2,1
<i>Circus cyaneus</i>	4	0,0	1	0,1	25,0
<i>Circus pygargus</i>	4	0,0	1	0,1	25,0
<i>Buteo buteo</i>	120	0,1	4	0,3	3,3
<i>Hieraaetus pennatus</i>	69	0,1	11	0,7	15,9
<i>Hieraaetus fasciatus</i>	3	0,0	1	0,1	33,3
<i>Falco tinnunculus</i>	100	0,1	13	0,8	13,0
<i>Falco columbarius</i>	5	0,0	2	0,1	40,0
<i>Vanellus vanellus</i>	390	0,4	47	3,0	12,1
<i>Columba livia</i>	697	0,7	8	0,5	1,1
<i>Columba palumbus</i>	17318	18,2	51	3,2	0,3
<i>Apus apus</i>	951	1,0	3	0,2	0,3
<i>Melanocorypha calandra</i>	1579	1,7	59	3,7	3,7
<i>Lullula arborea</i>	161	0,2	10	0,6	6,2
<i>Alauda arvensis</i>	734	0,8	12	0,8	1,6
<i>Hirundo rustica</i>	247	0,3	2	0,1	0,8
<i>Delichon urbica</i>	5064	5,3	105	6,6	2,1
<i>Anthus campestris</i>	97	0,1	8	0,5	8,2
<i>Anthus pratensis</i>	569	0,6	4	0,3	0,7
<i>Anthus spinoletta</i>	742	0,8	4	0,3	0,5
<i>Motacilla alba</i>	258	0,3	5	0,3	1,9
<i>Turdus iliacus</i>	123	0,1	3	0,2	2,4
<i>Turdus viscivorus</i>	323	0,3	4	0,3	1,2
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	321	0,3	34	2,1	10,6
<i>Corvus corone</i>	179	0,2	5	0,3	2,8
<i>Fringilla coelebs</i>	26124	27,4	28	1,8	0,1
<i>Serinus serinus</i>	1255	1,3	173	10,9	13,8
<i>Carduelis cannabina</i>	10880	11,4	148	9,3	1,4
<i>Miliaria calandra</i>	487	0,5	2	0,1	0,4
Total	95234		1589		1,7

Tabla 23. Especies y número de ejemplares en situaciones de riesgo. Se indica el índice de exposición (IE) que indica la proporción de aves de una especie que ha estado en situación de riesgo. En gris se representan las especies que presentan los valores del índice más altos.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

De los 400 aerogeneradores que forman parte de los seis parques eólicos estudiados (Tabla 24), 126 han presentado durante todo el período de estudio, al menos, una situación de riesgo para la avifauna, lo que constituye un 31,5% del total. Por parques, la situación es muy variable, sin embargo, los parques de Salajones y El Perdón presentan un alto porcentaje de aerogeneradores que han provocado situaciones de riesgo para las aves (90,9% y 65,0%, respectivamente). En una situación intermedia se sitúan los parques de Leitza, Alaiz e Izco, y por último, el parque de Guerinda presenta un bajo porcentaje de aerogeneradores con riesgo para la avifauna.

Parque	Nº aerogeneradores	Nº aerogeneradores riesgo	%
Salajones	33	32	96,9
Izco-Albar	75	23	30,6
Alaiz-Echague	75	18	24,0
Guerinda	145	20	13,8
Leitza-Beruete	32	7	21,9
El Perdón	40	26	65,0
Total	400	126	31,5

Tabla 24 Número de aerogeneradores presentes en los parques eólicos estudiados, número de aerogeneradores donde se han detectado las situaciones de riesgo y su porcentaje respectivo.

En la Figura 4 se presenta la distribución espacial de todas las situaciones de riesgo detectadas en cada uno de los aerogeneradores del parque eólico de Salajones.

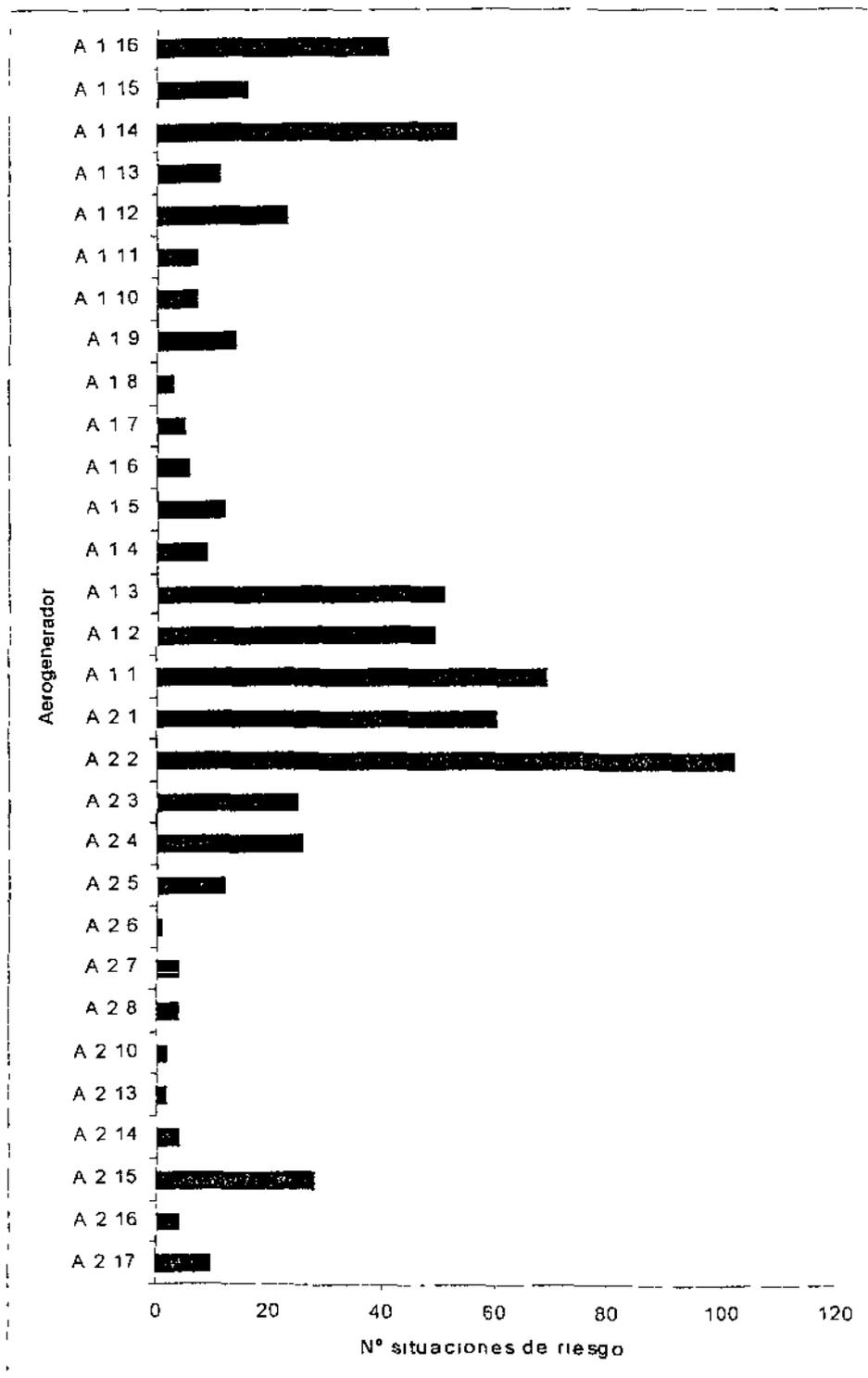


Figura 4. Número de situaciones de riesgo detectadas en cada uno de los aerogeneradores del parque eólico de Salajones.

Como se puede ver hay dos zonas de este parque eólico donde se concentran la mayor parte de las situaciones de riesgo la zona central (aerogeneradores A 1 3 al A 2 2) y la zona oriental (A 1 14 al A 1 16) Este hecho coincide con los datos preliminares obtenidos durante la primera fase del proyecto (LEKUONA 2000c) Sin embargo, el número de situaciones de riesgo detectadas ha aumentado considerablemente y en la zona occidental del parque el aerogenerador A 2 15 ha concentrado 34 situaciones de riesgo para las aves Dentro de la zona oriental el aerogenerador A 1 14 ha concentrado durante el período de estudio 53 situaciones de riesgo y el A 1 16 43 situaciones, mientras que en la zona central el aerogenerador A 2 2 ha concentrado 119 riesgos

En la Figura 5 se pueden ver las situaciones de riesgo para las aves detectadas en cada uno de los aerogeneradores del parque eólico de Izco-Aibar En este parque eólico se ha comprobado que hay cuatro aerogeneradores que presentan situaciones de riesgo más altas que el resto Se trata de los aerogeneradores A 1 13 (8 situaciones de riesgo) y A 1 11 (6) situados en el extremo oriental del parque, el aerogenerador B 1 14 situado en la zona central y el B 3 3 situado en el extremo occidental del parque Este último aerogenerador ha concentrado 14 situaciones de riesgo para la avifauna

En el caso del parque eólico del Perdón (Figura 6) la mayor parte de las situaciones de riesgo se concentran en la zona occidental del parque Dentro de esta zona, destacan cuatro aerogeneradores que concentran un número muy elevado de situaciones de riesgo para las aves el A 29 con 67 situaciones de riesgo, el aerogenerador A 38 (52 situaciones), el A 39 con 38 situaciones y el A 30 con 37 En la zona central y oriental del parque las situaciones de riesgo registradas durante el estudio han sido menos numerosas

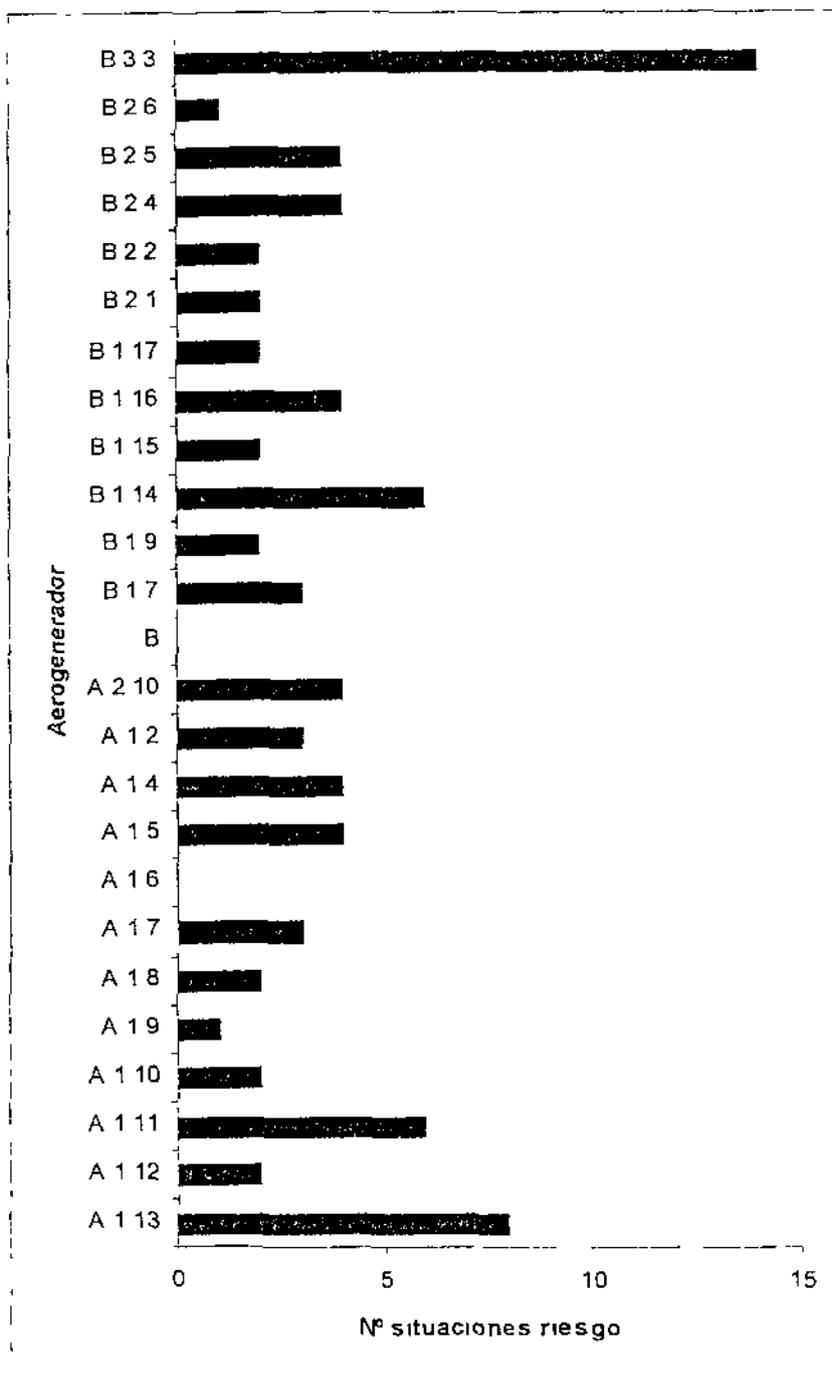


Figura 5. Número de situaciones de riesgo detectadas en los aerogeneradores del parque eólico de Izco-Aibar

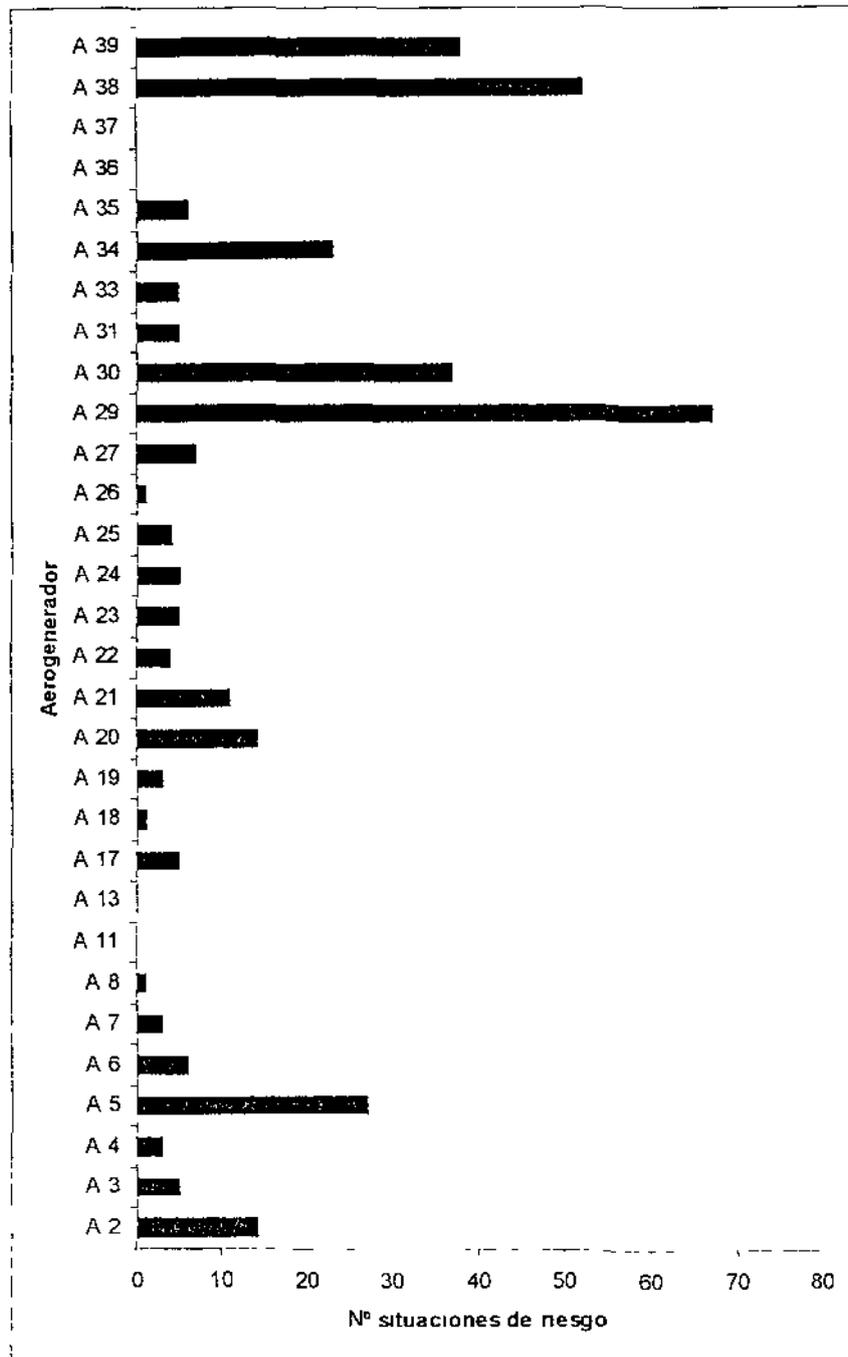


Figura 6 Número de situaciones de riesgo detectadas en los aerogeneradores del parque eólico del Perdón.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En el parque eólico de la sierra de Guerinda (Figura 7) se ha comprobado una mayor concentración de situaciones de riesgo en la zona occidental del parque (tres aerogeneradores B 2 5, B 2 6 y B 2 7) y en la zona central (un aerogenerador A 1 18). El aerogenerador B 2 5 ha concentrado el mayor número de situaciones de riesgo para la avifauna (31).

En el parque de Alaiz-Echague (Figura 8) se puede observar como los aerogeneradores que más situaciones de riesgo han concentrado se sitúan en la zona central del parque. Concretamente hay tres aerogeneradores (A 1 5, A 1 10 y A 1 11) que concentran 18 situaciones de riesgo para las aves. Otros aerogeneradores con situaciones de riesgo se localizan principalmente dentro de las alineaciones B 1, pertenecientes al parque de Echague y dentro de la alineación A 1, perteneciente al parque de Alaiz.

En el parque de Leizza-Beruete (Figura 9) la mayor parte de las situaciones de riesgo se han producido en la alineación de 10 aerogeneradores situados en la zona occidental del parque. El aerogenerador A 3 2 ha concentrado 12 situaciones de riesgo para la avifauna. Otro aerogenerador con un número alto de situaciones de riesgo ha sido el A 4 2.

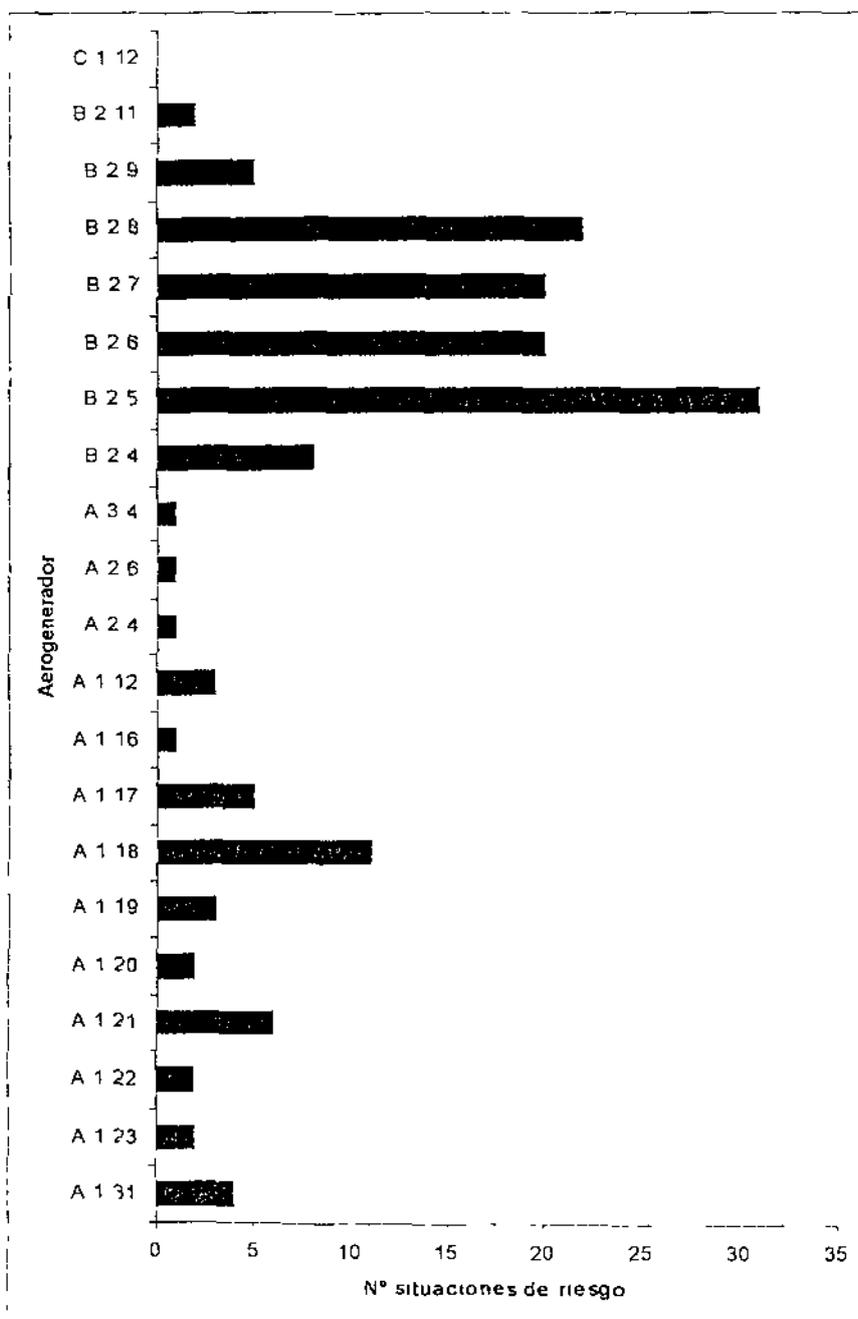


Figura 7. Situaciones de riesgo para las aves detectadas en los distintos aerogeneradores del parque eólico de Guerinda.

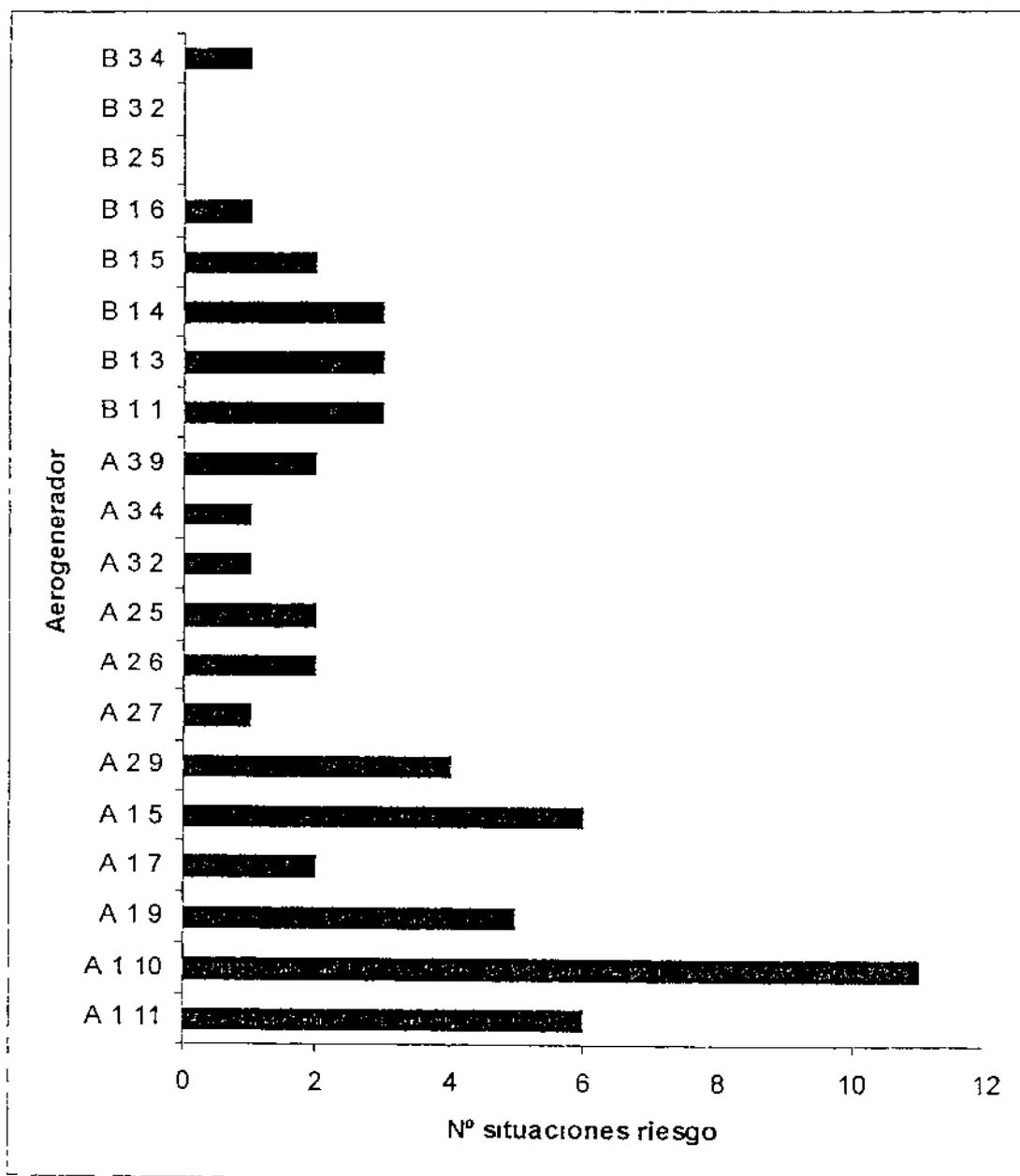


Figura 8. Situaciones de riesgo para las aves en los aerogeneradores del parque eólico de Alaiz-Echague.

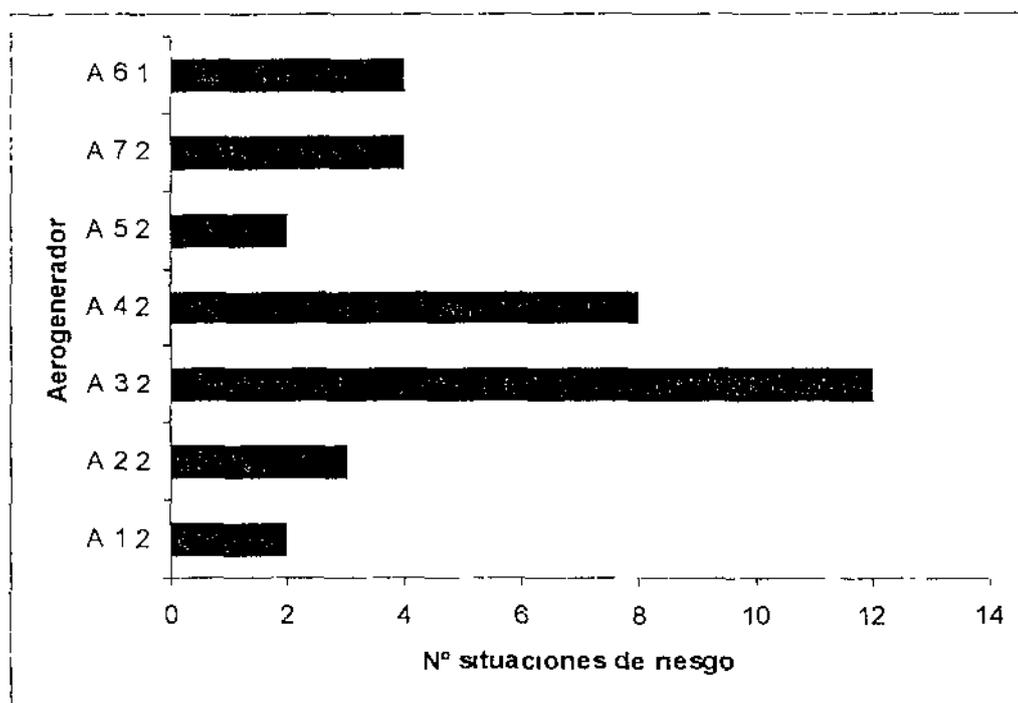


Figura 9 Situaciones de riesgo para las aves en los aerogeneradores del parque eólico de Lertza-Beruete.

A lo largo de todo el período de estudio se ha comprobado la existencia de una correlación significativa entre la tasa máxima de riesgos detectada en cada uno de los puntos de control empleados en el estudio de cada parque eólico y el número de aves que mueren en dicho parque (SPEARMAN, $r_s=0,612$, $p<0,001$) No se ha encontrado una correlación significativa entre el número de aves muertas por colisión y la tasa de riesgo media calculada en los diferentes puntos de control (SPEARMAN, $r_s=0,231$, $p>0,05$)

Este valor podría ser empleado como un estimador mensual de la mortalidad de aves en cada uno de los parques. En el informe parcial (LEKUONA 2000c) se pudo comprobar como mensualmente la relación entre las tasas de riesgo y la mortalidad de aves presentaba una correlación significativa

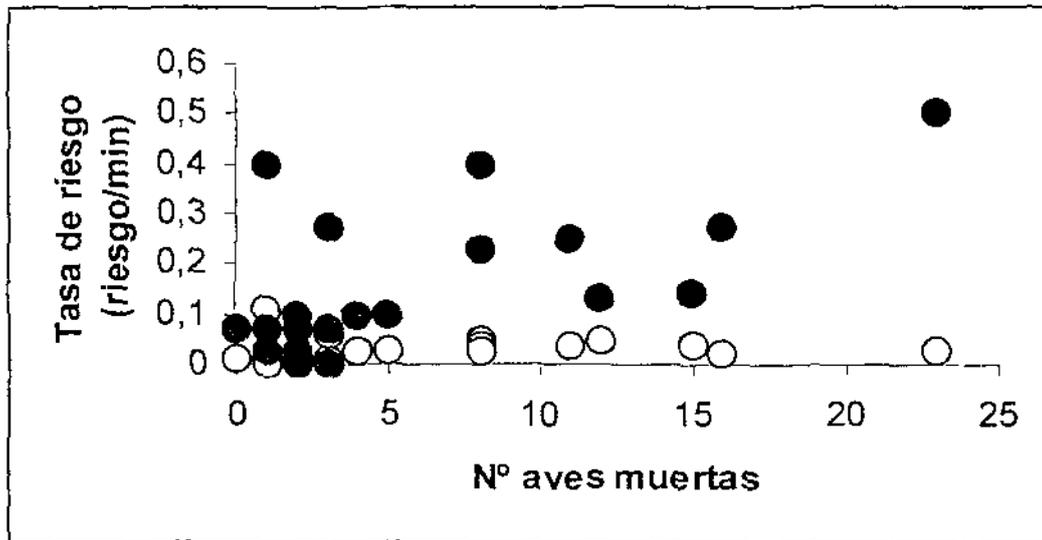


Figura 10. Relación existente entre el número de aves muertas por colisión y la tasa media de riesgo (círculo blanco) y la tasa de riesgo máxima (círculo negro) detectada en los distintos puntos de control situados en los parques eólicos estudiados.

ESTUDIO DE LA MORTALIDAD DE LA AVIFAUNA SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS AEROGENERADORES

Al igual que se hizo en el apartado anterior para conocer la distribución espacial de las situaciones de riesgo, a continuación se presentan los datos obtenidos para la mortalidad y su relación con las situaciones de riesgo detectadas en los parques eólicos estudiados

PARQUE EÓLICO DE SALAJONES

En la Figura 11 se presenta la distribución de aves muertas y los aerogeneradores cercanos donde se localizaron los cadáveres y la distribución de situaciones de riesgo detectadas durante todo el período de estudio en el parque eólico de Salajones. Se comprueba que la zona oriental del parque (aerogeneradores A 1 9 a A 1 16) ha concentrado 24 muertes, mientras que en el extremo occidental del parque sólo se han detectado 9 cadáveres (A 2 10 a A 2 17). Sin embargo, se han localizado 6 aves muertas en el aerogenerador A 1 4 y otras dos en el A 2 5, justo a los dos lados de la zona central del parque que concentraba la mayor parte de las situaciones de riesgo detectadas en este parque.

En el parque de Salajones y según la dirección de vuelo de las aves, el 70,8% de todos los vuelos analizados fueron de cruce de la línea de los aerogeneradores ($n=1\,395$). Estos datos indican que la mayor parte de los vuelos observados en el parque eólico son vuelos que cruzan la línea de aerogeneradores. Las direcciones de vuelo más frecuentes han sido N-S, S-N, E-W (por la ladera sur) y E-W.

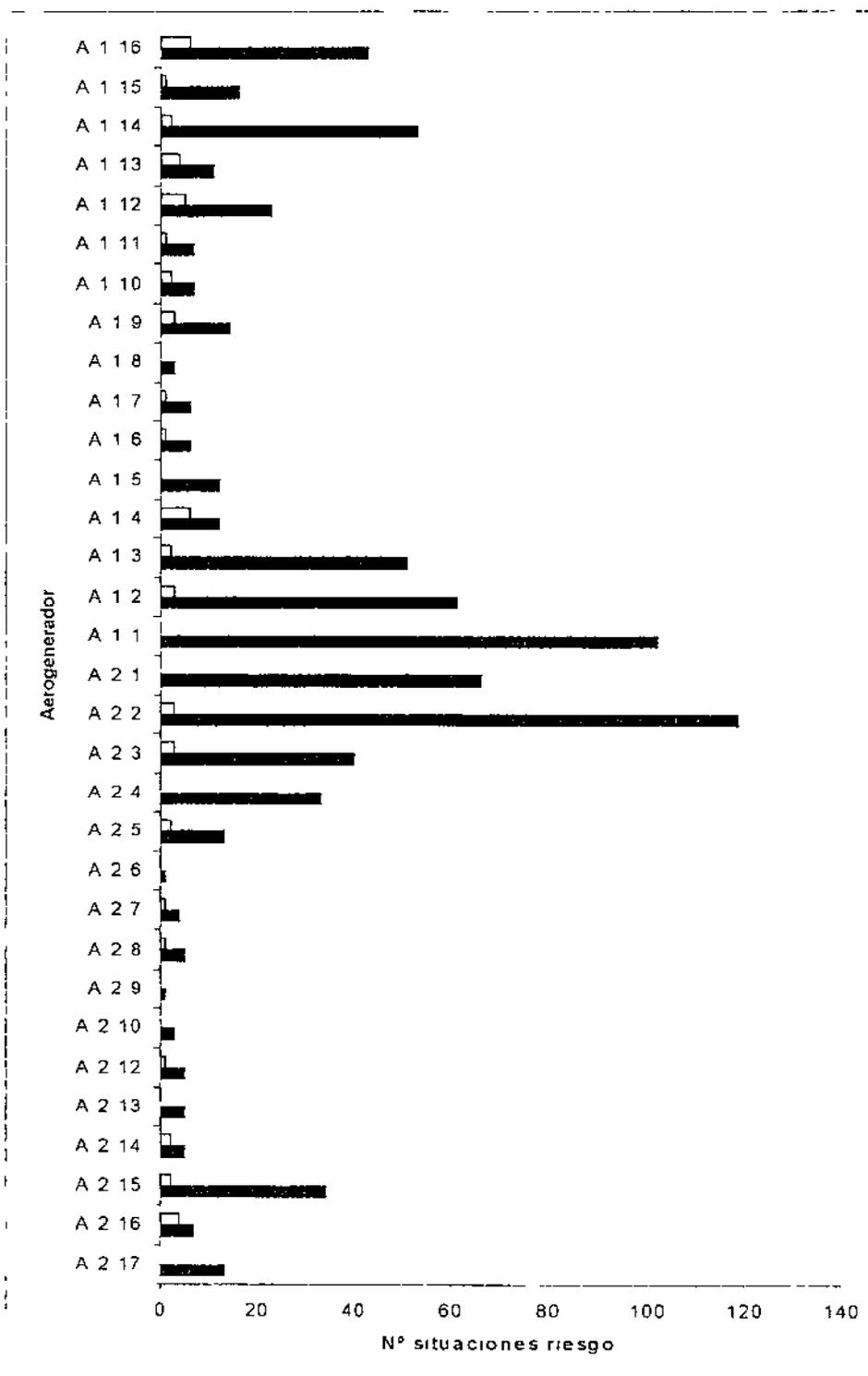


Figura 11 Relación entre las situaciones de riesgo (barras negras) detectadas en el parque eólico de Salajones y el número de aves localizadas muertas (barras blancas)

Analizando en conjunto todos los datos obtenidos en este análisis de los vuelos en el parque eólico, con la distribución de aves muertas y las situaciones de riesgo detectadas en cada uno de los aerogeneradores, se lanzó una hipótesis que trataba de explicar estos resultados (LEKUONA 2000c) las aves del entorno del parque cruzarían la línea de aerogeneradores principalmente por la zona media y la zona oriental del parque con más frecuencia que por la zona occidental (según los datos analizados mes a mes en las tasas de vuelo y tasas de riesgo, en cada uno de los puntos de control)

Esta mayor frecuencia de vuelos originaría también una mayor frecuencia de situaciones de riesgo para la avifauna que se corresponde en cierta manera con una situación real de mortandad. Sin embargo, se pudo ver como había aerogeneradores con pocas situaciones de riesgo que presentaban una mortandad real mayor que los aerogeneradores cercanos, que sí tenían altas tasas de riesgo real para las aves. Este hecho se podía explicar con los datos obtenidos en las respuestas adversas encontradas en las aves que habían experimentado situaciones de riesgo real, que ante el cambio de trayectoria suave o brusca se dirigirían hacia otras zonas próximas donde al intentar cruzar la línea de aerogeneradores encontrarían la muerte por colisión.

Durante el período junio 2000-marzo 2001 se ha analizado la reacción de las aves una vez que han experimentado una situación de riesgo, y concretamente que ocurría cuando las aves rehusan el paso cerca de los aerogeneradores.

Según los datos recopilados en la primera fase (LEKUONA 2000c), muchas aves, después de haber realizado un rehusé de paso, volvían a intentar el paso por zonas próximas (bien a la derecha o a la izquierda de su trayectoria inicial de vuelo).

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En 534 casos se ha comprobado el rehusé de paso por parte de las aves, ante la proximidad de las aspas de los aerogeneradores. En un 62,1% las aves se desplazaron hacia la derecha de su trayectoria inicial de vuelo, en un 25,6% se desplazaron hacia la izquierda y en un 12,3% volvieron a intentar pasar por la misma zona.

PARQUE EÓLICO DE IZCO-AIBAR

En la Figura 12 se presenta la distribución de aves muertas en el parque de Izco y la de situaciones de riesgo detectadas durante el estudio del uso espacial por parte de la avifauna.

En este caso, ocurre algo parecido a lo del parque de Salajones. Se ha comprobado también que existe una relación entre la distribución de aves muertas y las situaciones de riesgo detectadas en esos mismos aerogeneradores o en los cercanos.

La mayor parte de las aves que se han observado en las inmediaciones del parque de Izco realizaban sus desplazamientos según las direcciones N-S, S-N y E-W (por la ladera sur del parque). En un 72,6% de los vuelos las aves cruzaron la línea de aerogeneradores independientemente de la altura de vuelo (n=1 416).

PARQUE EÓLICO DE ALAIZ-ECHAGUE

También se ha encontrado la relación entre la distribución de aves muertas por colisiones con los aerogeneradores y las situaciones de riesgo que se detectaron en el parque de Alaiz (Figura 13). Destacar la distribución de cadáveres alrededor de los aerogeneradores B 3 3 y A 2 10.

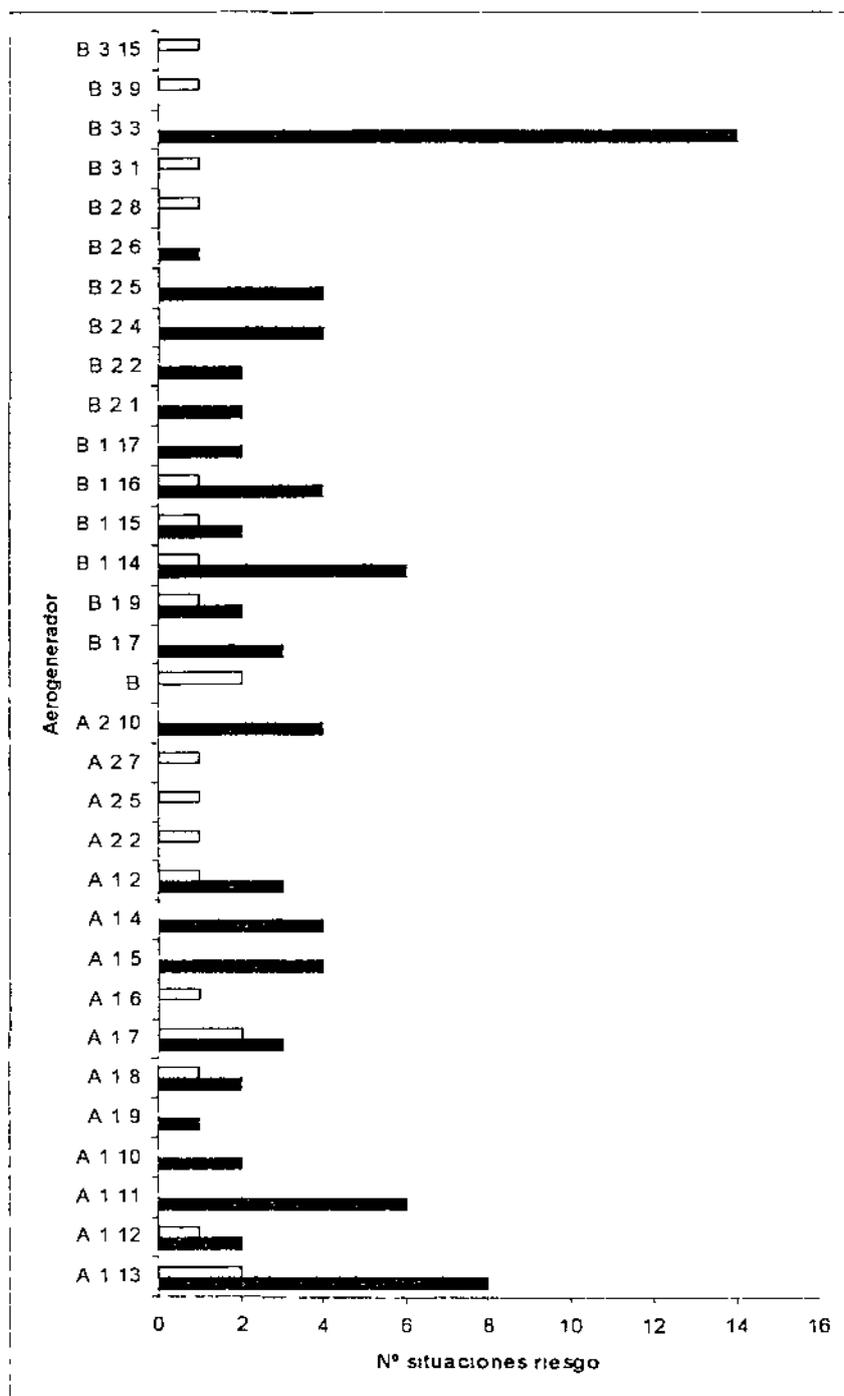


Figura 12. Relación entre el número de situaciones de riesgo (barras negras) detectadas en el parque eólico de Izco-Aibar y el número de aves localizadas muertas (barras blancas).

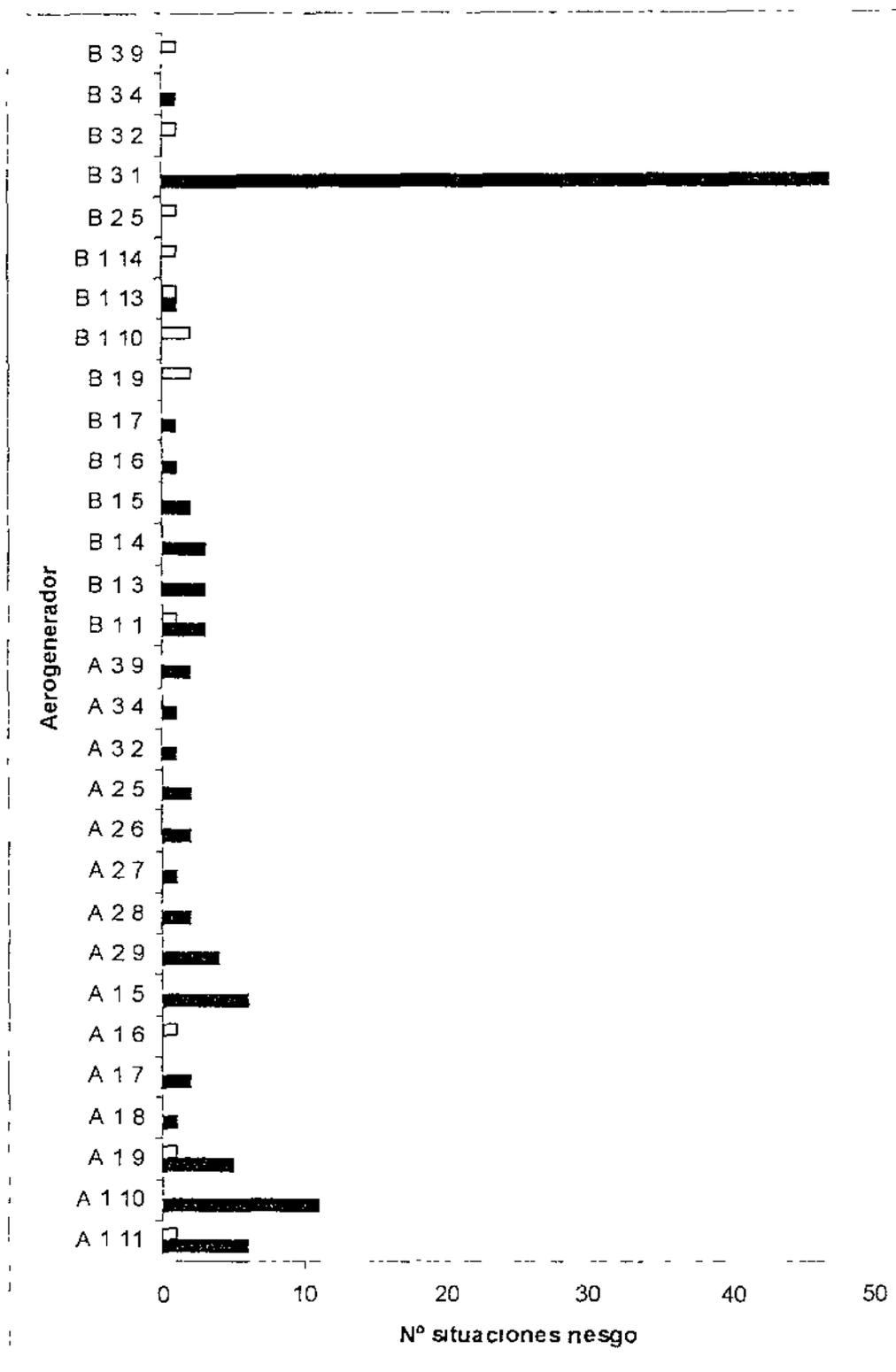


Figura 13. Relación entre el número de situaciones de riesgo (barras negras) detectadas en el parque eólico de Alaiz-Echague y el número de aves localizadas muertas (barras blancas)

La mayor parte de las aves que se han observado en las inmediaciones del parque de Alaiz realizan sus desplazamientos según las direcciones N-S, S-N y E-W (por la ladera sur del parque) En un 77,7% de los vuelos las aves cruzaron la línea de aerogeneradores independientemente de la altura de vuelo (n=1 523)

PARQUE EÓLICO DE LA SIERRA DE GUERINDA

En este parque eólico se vuelve a comprobar la relación entre aerogeneradores que concentran situaciones de riesgo real para la avifauna con aerogeneradores cercanos donde se han encontrado aves muertas (Figura 14) Concretamente, en las proximidades de los aerogeneradores A 1 21 y A 1 31

La mayor parte de las aves que se han observado en las inmediaciones del parque de Guerinda realizan sus desplazamientos según las direcciones N-S, S-N y E-W (por la ladera sur del parque) En un 63,3% de los vuelos las aves cruzaron la línea de aerogeneradores independientemente de la altura de vuelo (n=1 648)

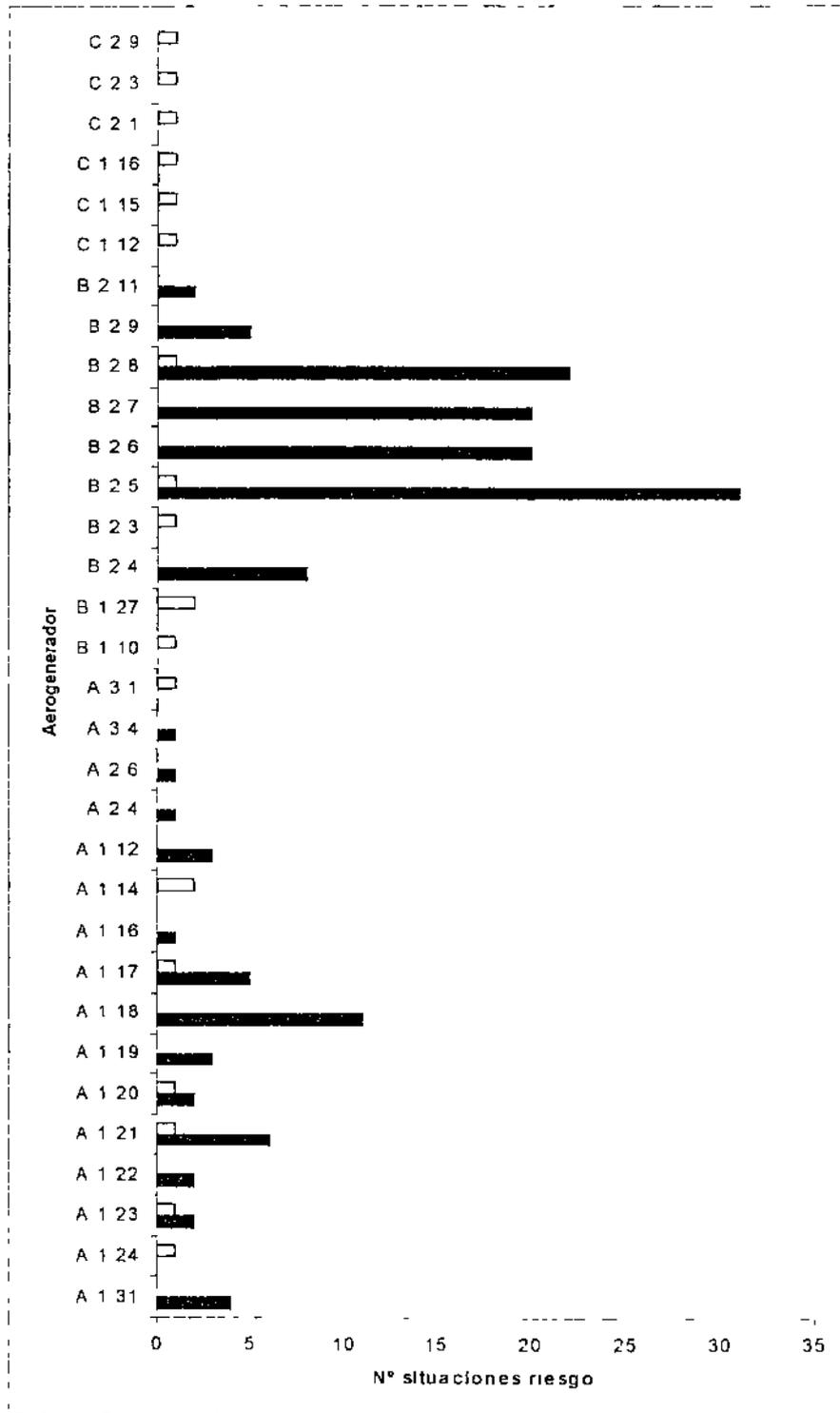


Figura 14 Relación entre las situaciones de riesgo (barras negras) detectadas en el parque eólico de la sierra de Guerinda y el número de aves muertas (barras blancas) localizadas

PARQUE EÓLICO DEL PERDÓN

En la Figura 15 se presentan los datos referidos a situaciones de riesgo real para la avifauna detectados en el parque eólico y los aerogeneradores donde se han encontrado aves muertas por colisión

En este caso, vuelve a comprobarse la relación entre aerogeneradores que acogen un elevado número de situaciones de riesgo y aerogeneradores cercanos donde las aves han muerto por colisión y durante todo el periodo de estudio no se han detectado situaciones de riesgo o su número ha sido bajo. Concretamente, el A 39 (el que más situaciones de riesgo ha recogido durante el estudio) y la mortandad se localiza al este de este molino. Los aerogeneradores A 24, A 20 y A 19 (con un número alto de situaciones de riesgo registradas) y al este de esta alineación y, por último, al oeste del aerogenerador A 5.

La explicación de este fenómeno podría ser el mismo que ha servido para explicar esta desigual distribución de situaciones de riesgo y aves muertas en los parques eólicos que se han estudiado (Salajones, Izco-Aibar y Guerinda, principalmente)

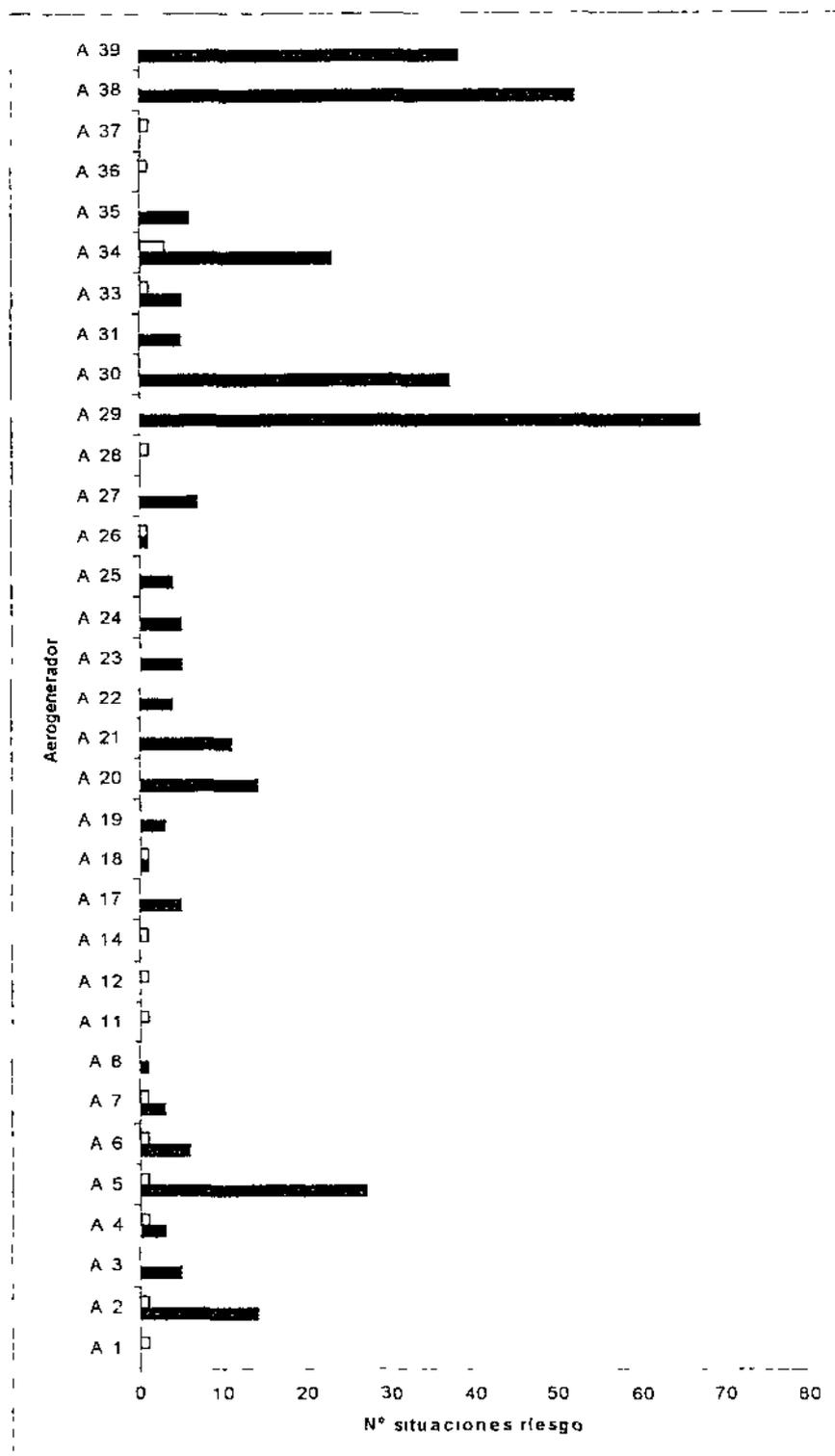


Figura 15 Relación entre las situaciones de riesgo (barras negras) detectadas en el parque eólico del Perdón y el número de aves muertas localizadas (barras blancas).

En el caso del parque eólico, se ha observado una mayor tendencia de las aves a realizar vuelos paralelos a las dos laderas de la sierra (47,2%, n=1 964) que en el resto de los parques estudiados (Salajones, Izco-Aibar, Alaiz-Echague, Guerinda y Leitza), donde la tendencia principal de la avifauna es cruzar las líneas de aerogeneradores

PARQUE EÓLICO DE LEITZA-BERUETE

En Leitza se ha comprobado que las situaciones de riesgo se concentran en la parte occidental (Figura 16) y que es en esta zona donde se ha localizado el único ejemplar muerto durante el seguimiento, un Buitre Leonado

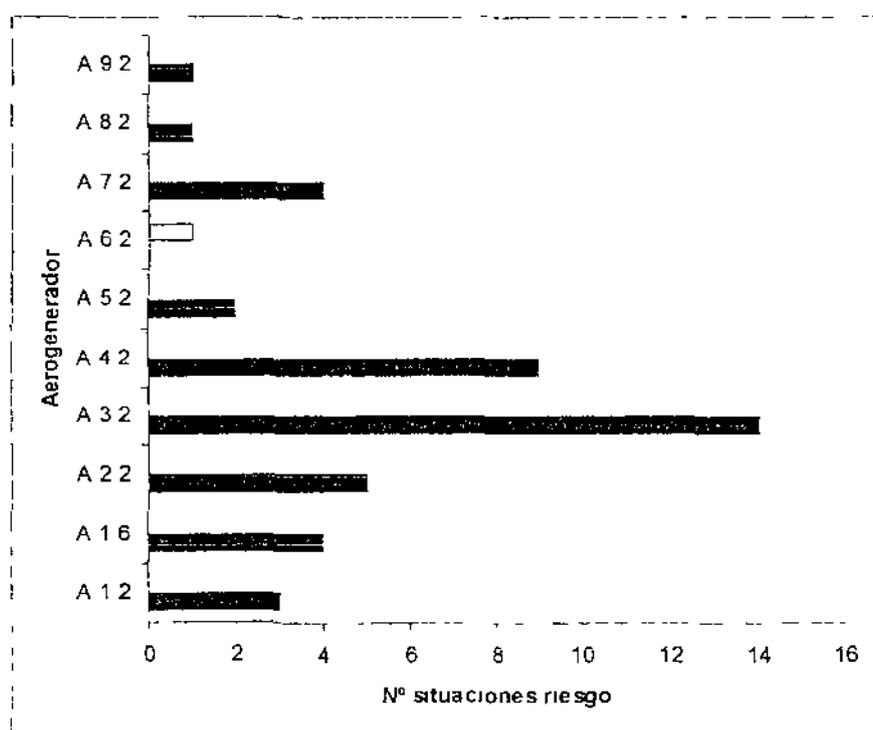


Figura 16. Relación entre las situaciones de riesgo (barras negras) detectadas en el parque eólico de Leitza-Berquete y el número de aves muertas localizadas (barras blancas)

ENSAYOS DE PERMANENCIA Y DETECTABILIDAD DE CADÁVERES

Como ya se indicó en el informe presentado en junio de 2000 (LEKUONA 2000c), en aquella primera fase del estudio no se pudieron realizar ensayos de permanencia y detectabilidad de cadáveres, sin embargo a lo largo del período junio-diciembre se han realizado dos ensayos. En el parque eólico de Leitza-Beruete no se han realizado ninguno de los dos ensayos, debido a que durante la realización del estudio se comprobó su escasa incidencia sobre la avifauna.

En los ensayos de detectabilidad se han empleado siempre aves pequeñas procedentes de colisiones en los propios parques eólicos y de cadáveres encontrados en las carreteras. En cada uno de los ensayos se han empleado entre 12 y 16 ejemplares que se colocaban a lo largo de los transectos que estaban establecidos para la localización de los cadáveres y fueron realizados por una tercera persona ajena al estudio, que desconocía el momento y el lugar donde eran colocados los cadáveres. Al finalizar los transectos se realizaba el recuento de los ejemplares detectados y se extrapolaba al total de ejemplares colocados.

En la Tabla 25 se presentan los datos obtenidos en los parques eólicos de Salajones, Izco-Aibar, Alaiz-Echague, Guerinda y El Perdón.

	Julio	Noviembre
Salajones	0,11	0,13
Izco	0,10	0,08
Guerinda	0,17	0,14
Alaiz	0,14	0,17
El Perdón	0,14	0,14

Tabla 25 Tasas de detección de cadáveres pequeños en los parques.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En los ensayos de permanencia que se realizaron simultáneamente a los de detectabilidad se analizaba la persistencia de los cadáveres a lo largo de cuatro visitas consecutivas. Cada día se anotaba el número de ejemplares que permanecían en los distintos parques eólicos.

Como se puede ver en la Figura 17 la tasa de desaparición media a las 24 horas de la colocación de los cadáveres varió entre los dos ensayos: un 57% en julio y un 67% en noviembre. A las 48 horas de la colocación de los ejemplares había desaparecido un 70% y un 80%, respectivamente.

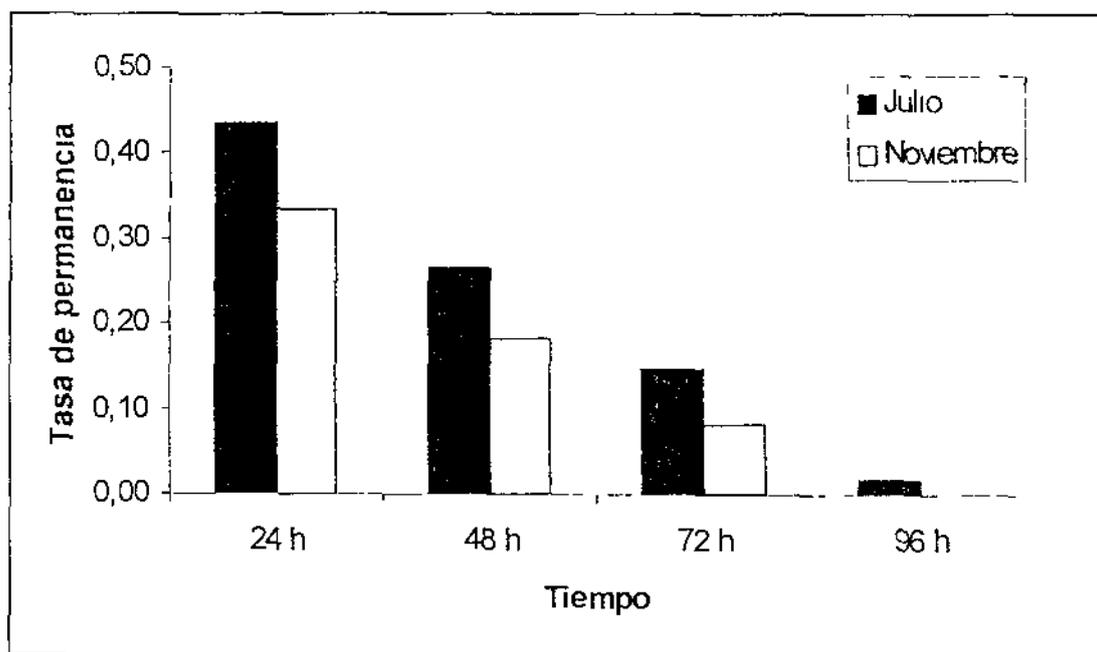


Figura 17. Tasas de permanencia media en los parques eólicos durante los meses de julio y noviembre del 2000

Para más detalles se puede ver la siguiente tabla (Tabla 26) donde se presentan los datos obtenidos en cada uno de los cinco parques donde se realizaron los ensayos de permanencia.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Julio	24 h	48 h	72 h	96 h	Media
Salajones	0,417	0,250	0,083	0,000	0,188
Izco	0,417	0,250	0,167	0,000	0,208
Guerinda	0,500	0,250	0,083	0,000	0,208
Alaiz	0,333	0,250	0,167	0,000	0,188
El Perdón	0,500	0,333	0,250	0,083	0,292
Media	0,433	0,267	0,150	0,017	

Noviembre	24 h	48 h	72 h	96 h	Media
Salajones	0,333	0,083	0,000	0,000	0,104
Izco	0,250	0,250	0,167	0,000	0,167
Guerinda	0,333	0,167	0,000	0,000	0,125
Alaiz	0,417	0,250	0,167	0,000	0,208
El Perdón	0,333	0,167	0,083	0,000	0,146
Media	0,333	0,183	0,083	0,000	

Tabla 26 Tasas de permanencia de cadáveres en los distintos parques eólicos estudiados en los meses de julio y noviembre.

Estos datos indican una alta tasa de desaparición de aves pequeñas en las proximidades de los aerogeneradores, dato que se ha corroborado con el seguimiento de huellas, sendas y excrementos en los parques eólicos

Otro dato que apoya la fuerte presencia de depredadores oportunistas en las cercanías de estos parques eólicos es la fuerte depredación que se ha comprobado sobre los cadáveres de grandes rapaces, principalmente el Buitre Leonado. De los 88 buitres muertos durante la realización del seguimiento un 89,8% presentaron indicios de la depredación (vísceras sacadas, musculatura comida, restos de plumas y cadáveres movidos a zonas escondidas) cuando fueron localizados en cerca de los aerogeneradores

La depredación también se ha comprobado sobre el macho de Águila Real que murió en el parque eólico de Izco-Aibar y en el caso del Buzo Real muerto en el parque de Salajones

Otro hecho importante es que la permanencia de otros cadáveres de aves pequeñas que se dejaron en el lugar donde fueron localizados fue también muy baja (Tabla 27). Un 63,2% de las aves pequeñas permanecieron un solo día, después de su localización por el equipo de trabajo

En los ensayos de permanencia que se han realizado con los cadáveres de grandes rapaces, se ha comprobado una alta tasa de permanencia en el campo. Aunque, como ya se ha dicho anteriormente, la depredación real es muy alta, los restos que dejan los carroñeros permanecen una media de $281,6 \pm 15,9$ días ($n=62$, media y error estándar) con una apariencia que permite su identificación correcta por parte del equipo que ha llevado a cabo el seguimiento ambiental de los parques eólicos

Un 90% de los cadáveres encontrados de grandes rapaces han sido detectados pocas horas después de haber sufrido la colisión, mientras que un 10% de los cadáveres mostraban signos para considerarlos como colisiones antiguas (ausencia de musculatura, huesos amarillentos o blanquecinos dispersos, ausencia de piel en zonas desnudas de su anatomía). Este porcentaje se ha considerado como un elemento indicativo de la tasa de detección de grandes rapaces en el campo

Por lo tanto, a la hora de realizar las estimaciones posteriores de colisiones de aves pequeñas y aves de mediano y gran tamaño se van a realizar dos cálculos empleando los datos obtenidos en los dos tipos de ensayos realizados en las inmediaciones de los parques eólicos estudiados

Especie	Días
<i>Alectoris rufa</i>	4
<i>Anthus campestris</i>	1
<i>Anthus campestris</i>	1
<i>Carduelis cannabina</i>	9
<i>Carduelis cannabina</i>	1
<i>Erthacus rubecula</i>	7
<i>Erthacus rubecula</i>	1
<i>Erthacus rubecula</i>	1
<i>Erthacus rubecula</i>	1
<i>Fringilla coelebs</i>	1
<i>Lullula arborea</i>	17
<i>Lullula arborea</i>	1
<i>Phoenicurus ochruros</i>	1
<i>Sylvia atricapilla</i>	7
<i>Sylvia atricapilla</i>	1
<i>Sylvia atricapilla</i>	1
<i>Turdus merula</i>	5
<i>Turdus merula</i>	1
Permanencia media	3,39±0,99

Tabla 27. Permanencia de aves pequeñas en los parques eólicos (media y error estándar). En gris se presentan los ejemplares que permanecieron más tiempo sin ser depredados.

La distancia media a la que se han encontrado los cadáveres de la base del aerogenerador ha sido de 25,1±2,86 metros (media y error estándar)

MORTALIDAD DE AVES Y MURCIÉLAGOS

En este apartado se va a analizar la mortalidad de aves y murciélagos en los seis parques eólicos estudiados

Durante los doce meses de duración del estudio se han contabilizado 141 muertes (Tabla 28), 138 aves y 3 murciélagos (Murciélago Común *Pipistrellus pipistrellus*, Murciélago Montañero *Hypsugo savii* y otro ejemplar sin identificar)

Entre las aves, las rapaces han sido el grupo más afectado por las colisiones con los aerogeneradores (93 ejemplares, 65,9%) Entre las rapaces la especie más abundante ha sido el Buitre Leonado con 88 ejemplares Hay que destacar la muerte de un macho de Aguila Real, de un Buho Real, de un Cernícalo Vulgar, de una Aguililla Calzada y de un Gavilán Común

El número de colisiones ha variado a lo largo del tiempo, detectándose seis máximos marzo, mayo, agosto y octubre de 2000 con 23, 16, 15 y 16 colisiones, y enero y marzo de 2001 con 11 y 10, respectivamente (Figura 18)

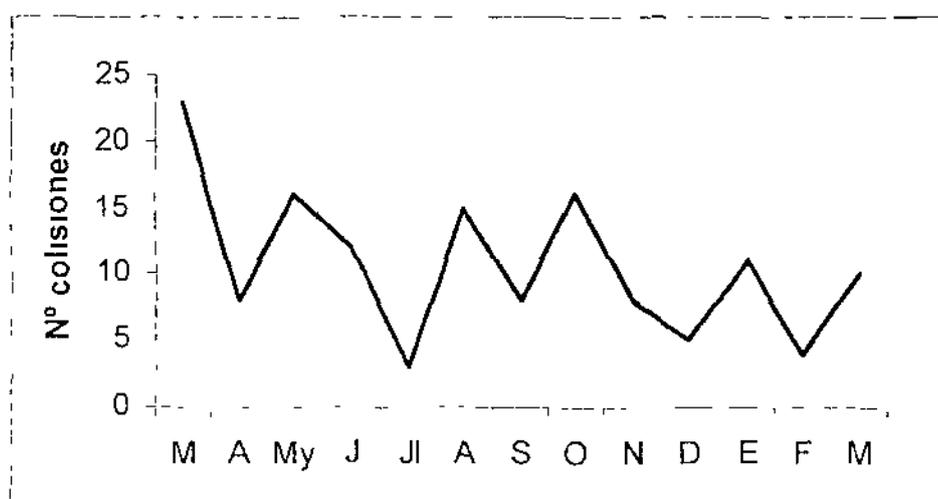


Figura 18 Evolución temporal de la mortalidad en los parques eólicos

Tabla 28. Especies de aves y murciélagos afectadas por las colisiones en los parques eólicos: Salajones (S), Izco-Aibar (I), Alaiz-Echague (A), Guerinda (G), El Perdón (P) y Leitza-Berete (L). Se indica el número cadáveres localizados y su porcentaje. En el parque de Salajones aparece un +1 entre los murciélagos, se trata de un ejemplar que no ha podido ser identificado.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Especie	S	I	A	G	P	L	Total	%
<i>Gyps fulvus</i>	53	11	11	8	4	1	88	62,4
<i>Falco tinnunculus</i>				1			1	0,7
<i>Aquila chrysaetos</i>		1					1	0,7
<i>Accipiter nisus</i>		1					1	0,7
<i>Bubo bubo</i>	1						1	0,7
<i>Hieraaetus pennatus</i>		1					1	0,7
Total rapaces							93	65,9
<i>Alectons rufa</i>				1			1	0,7
<i>Phasianus colchicus</i>				1			1	0,7
<i>Columba palumbus</i>				1			1	0,7
<i>Columba sp</i>		1		1			2	1,4
<i>Apus apus</i>					1		1	0,7
<i>Cuculus canorus</i>					1		1	0,7
<i>Hirundo rustica</i>					1		1	0,7
<i>Delichon urbica</i>				1			1	0,7
<i>Lullula arborea</i>				1	4		5	3,5
<i>Galenda cristata</i>					1		1	0,7
<i>Alauda arvensis</i>					2		2	1,4
<i>Anthus campestris</i>				2			2	1,4
<i>Erithacus rubecula</i>	1	2			2		5	3,5
<i>Phoenicurus ochruros</i>					2		2	1,4
<i>Saxicola torquata</i>					1		1	0,7
<i>Turdus merula</i>		1		1	1		3	2,1
<i>Regulus ignicapillus</i>		1					1	0,7
<i>Sylvia communis</i>				1			1	0,7
<i>Sylvia atricapilla</i>		1	1	2			4	2,8
<i>Fringilla coelebs</i>		1					1	0,7
<i>Carduelis cannabina</i>					3		3	2,1
<i>Loxia curvirostra</i>			1				1	0,7
Ave sin identificar	1			1	2		4	2,8
Total passeriformes							45	31,9
Total aves							138	97,8
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	1						1	0,7
<i>Hypsugo savii</i>		1					1	0,7
Total murciélagos	+1						3	2,1
Total	58	22	13	22	25	1	141	100

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

De los 45 paseriformes localizados muertos durante el período de estudio, 18 (40,0%) se han encontrado dentro del período postreproductor-migrador (agosto-octubre), por lo que habría que considerarlos probablemente ejemplares migradores. Entre las especies que se han visto afectadas se encuentran el Avión Común, el Colirrojo Tizón, la Curruca Capirotada, la Curruca Zarcera, la Totovía, el Pardillo Común, el Pinzón Vulgar y el Petirrojo. La Curruca Capirotada con 3 ejemplares, el Avión Común, el Colirrojo Tizón y el Petirrojo con 2 ejemplares, han sido las especies más afectadas por las colisiones.

Se han localizado tres murciélagos: dos en agosto de 2000 (parques de Izco y Salajones) y otro en marzo de 2001 (en Salajones).

En cuanto al Buitre Leonado, en 83 casos de los 88 ejemplares localizados se ha podido identificar la edad: 64 eran ejemplares adultos (77,1%), 15 eran ejemplares jóvenes nacidos en el 2000 (18,0%) y 4 eran subadultos (4,8%). En nueve casos de ejemplares adultos se ha podido identificar correctamente el sexo por la morfología de la cabeza (angulosa en los machos y redondeada en las hembras), por la presencia de placa incubatriz y por las características de la cera del pico (más gruesa en los machos). Nueve ejemplares fueron hembras (90,0%) y un único ejemplar fue sexado como macho (10,0%). Todos los ejemplares jóvenes fueron localizados entre los meses de mayo y diciembre, período que coincide con su etapa de abandono del nido, aprendizaje, dispersión y/o migración. Diez de los quince buitres jóvenes (66,7%) murieron por colisión con alguno de los aerogeneradores del parque eólico de Salajones. En enero de 2001 se detectó la colisión de un buitre marcado (Verde/Blanco) en el parque eólico de Guerindá.

La muerte del macho de Águila Real en el parque de Izco (localizado el 1 de agosto de 2000), ha llevado consigo la sustitución de este ejemplar por otro, en menos de dos meses. Este segundo macho fue observado por primera vez

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

el 26 de septiembre de 2000, acompañando a la hembra por su territorio. Por las características de su plumaje no se trataba de un ejemplar adulto.

En la Tabla 29 se presenta la información obtenida durante todo el período de estudio en relación a la mortalidad de la avifauna.

Parque	N	Nm	%	Aves muertas	T	Tm
Salajones	33	16	48,5	56	1,69	0,14
Izco	75	19	25,3	21	0,28	0,02
Alaiz	75	28	37,3	13	0,17	0,01
Guerinda	145	49	33,8	22	0,15	0,01
Leitza	32	9	28,1	1	0,03	0,002
El Perdón	40	15	37,5	25	0,63	0,05
Total	400	136	34,0	138	0,34	0,03

Tabla 29. Mortandad de aves detectada en los parques eólicos según el número de aerogeneradores de cada parque (N), el número de aerogeneradores muestreados (Nm), su porcentaje, y el número de aves localizadas durante el estudio. Se indica la tasa de mortalidad (T) (aves/aerogenerador) y la tasa de mortalidad mensual (Tm) (aves/aerogenerador/mes).

Una vez conocido los datos de la tasa de permanencia de los cadáveres y de la tasa de detectabilidad de los restos (aves pequeñas y aves de mediano y gran tamaño), se puede realizar una estimación matemática empleando la fórmula de WINKELMAN (1992a). El resultado final permite establecer una estimación de la mortandad anual media referida a cada uno de los parques estudiados (Tabla 30). Para obtener estos datos se han sumado los datos parciales de la mortandad de pequeñas aves, murciélagos y rapaces de

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

mediano y gran tamaño (ver Tabla 31) Los parques eólicos de Salajones, Izco-Aibar y El Perdón tendrían una mortandad anual muy elevada, respecto a los otros parques eólicos donde se ha podido realizar la estimación

Parque eólico	Mortalidad media (colisiones/aerogenerador/año)
Salajones	35,05
Izco	25,72
Alaiz	3,56
Guerinda	8,47
El Perdón	64,26

Tabla 30. Estimación de la mortalidad de aves y murciélagos en cada uno de los parques estudiados según la fórmula de WINKELMAN (1992a) Se indica la mortalidad anual media (colisiones/aerogenerador/año).

Para los murciélagos (Tabla 31), sólo se han detectado colisiones en los parques de Salajones e Izco-Aibar, siendo la tasa de mortandad anual estimada en Salajones (13,36 indiv /aerog /año) más alta que en Izco (3,09)

Para el Buitre Leonado (Tabla 31), las tasas de Salajones e Izco son las más altas (8,17 y 0,73 aves/aerogenerador/año, respectivamente), mientras que en Guerinda se obtiene la más baja (0,20 individuos/aerogenerador/año)

Por último, para las aves pequeñas se estiman mortalidades elevadas para los parques eólicos de Izco y El Perdón (Tabla 31) El parque de Alaiz-Echague presenta el valor estimado de mortalidad más bajo (2,94 aves/aerogenerador/año)

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Parque eólico	Mortalidad Estimada (Ne)	Mortalidad media (individuos/aerogenerador/año)
Murciélagos		
Salajones	8,82	13,36
Izco	4,64	3,09
Alaiz	-	-
Guerinda	-	-
El Perdón	-	-
Buitres		
Salajones	5,39	8,17
Izco	1,09	0,73
Alaiz	0,93	0,62
Guerinda	0,53	0,18
El Perdon	0,29	0,36
Total rapaces		
Salajones	5,50	8,33
Izco	1,39	0,93
Alaiz	0,93	0,62
Guerinda	0,59	0,20
El Perdón	0,29	0,36
Paseriformes		
Salajones	8,82	13,36
Izco	32,5	21,7
Alaiz	4,41	4,41
Guerinda	23,99	8,27
El Perdon	51,13	63,9

Tabla 31. Estimación de la mortalidad de los distintos grupos taxonómicos analizados en cada uno de los parques según WINKELMAN (1992a) Se indica el valor medio (Ne) de todas las visitas realizadas a los parques eólicos (n=50) y el valor de la mortalidad media durante el período de estudio (individuos/aerogenerador/año).

ESTUDIO DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS BUITRES LEONADOS EN LOS PARQUES EÓLICOS

En este apartado se realiza un estudio individualizado en la especie que mayor tasa de mortandad ha presentado en el conjunto de todos los parques estudiados. Se han contabilizado 9 705 individuos, de los que 648 estuvieron en situación de riesgo (6,7%)

Mayoritariamente esta especie vuela en las cercanías de los parques eólicos a media altura (26,1%) y a una altura elevada (66,6%), siendo el resto de las alturas estudiadas empleadas de forma menos frecuente (Tabla 32). Sin embargo, durante las situaciones de riesgo para la especie un 81,6% de los vuelos se produjeron entre los 15 y los 75 metros

Altura	MB	B	M	A	Total
N	252	451	2535	6467	9705
%	2,6	4,6	26,1	66,6	100
Riesgo	12	40	529	67	648
%	1,9	6,2	81,6	10,3	100

Tabla 32. Altura de vuelo del Buitre Leonado en los parques eólicos durante todo el estudio y durante las situaciones de riesgo.

En cuanto a las direcciones de vuelo, se ha comprobado que las trayectorias más empleadas por esta especie son N-S (cruzando las líneas de aerogeneradores), E-W (por la ladera norte de los parques) y NE-SW (cruzando también los aerogeneradores) (Tabla 33). Durante las situaciones de riesgo un 55,1% de los vuelos se produjeron en dirección N-S. En conjunto, el buitre cruzó la línea de aerogeneradores en un 61,2% de las observaciones

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

independientemente de la altura del vuelo, sin embargo, este porcentaje aumentó a un 86,4% cuando se analizaron sólo las situaciones de riesgo

Dirección del vuelo	N	%	Riesgo	%
N-S	3285	33,8	357	55,1
S-N	626	6,5	95	14,7
E-W (ladera sur)	941	9,7	18	2,8
E-W	1133	11,7	17	2,6
W-E (ladera sur)	791	8,2	16	2,5
W-E	900	9,3	29	4,5
NE-SW	1148	11,8	19	2,9
NW-SE	545	5,6	37	5,7
SE-NW	124	1,3	21	3,2
SW-NE	212	2,2	31	4,8
Total	9.705	100	648	100

Tabla 33 Dirección de vuelo del Buitre Leonado en las cercanías de los parques eólicos. Los datos hacen referencia al número de aves que volaban con esa dirección

En la Tabla 34 se presentan las reacciones del Buitre Leonado ante la cercanía de los aerogeneradores. Un 92,8% de las aves no mostraron ningún tipo de reacción, en el conjunto de todas las observaciones analizadas, sin embargo, durante las situaciones de riesgo un 43,9% rehusó el paso ante la presencia de los aerogeneradores, un 21,5% realizó un cambio brusco de trayectoria y un 21,4% realizó un cambio suave en la trayectoria de vuelo. Un 12,8% de los buitres observados experimentaron reacciones de pánico frente a los aerogeneradores (quebros, rápidos aleteos, giros bruscos en el aire), y siempre muy cerca de la trayectoria de giro de las aspas. En varias ocasiones se han visto plumas sueltas como consecuencia de este tipo de respuesta.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Reacción	N	%	Riesgo	%
0	9008	92,8	2	0,3
1	186	2,0	153	21,4
2	134	1,4	154	21,5
3	87	0,8	92	12,8
4	290	3,0	314	43,9
Total	9 705	100	715	100

Tabla 34 Reacciones observadas en el Buitre Leonado ante la presencia de los aerogeneradores en movimiento en los parques eólicos de Navarra, en el conjunto de todos los datos y en las situaciones de riesgo.

En la Tabla 35 se presentan los tipos de vuelo observados en el Buitre Leonado en las inmediaciones de los parques eólicos estudiados. Inicialmente, se han distinguido cuatro tipos de vuelo: vuelo batido, vuelo de cruce planeando entre una línea de aerogeneradores, vuelo de desplazamiento por las laderas de los parques y vuelos de ciclo o remonte.

En la tabla 35 se presentan los datos de vuelo de planeo tanto en vuelos de cruce como en vuelos de desplazamiento por las laderas. En un 57,2% de las observaciones los buitres cruzaron los parques planeando, frente a un 26,8% que realizaron vuelos de remonte y un 6,3% que movía activamente las alas. En las situaciones de riesgo un 63,6% de los desplazamientos se realizaron con vuelos de planeo y un 22,6% con vuelo batido. Los vuelos de desplazamiento por las laderas de los parques eólicos estuvieron muy poco asociados a situaciones de riesgo (5,6%).

Tanto en las situaciones normales como en las de riesgo, la realización de planeos por las laderas fue el tipo de vuelo menos empleado por esta especie en las cercanías de los parques eólicos.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Tipo de vuelo	N	%	Riesgo	%
Batido	614	6,3	162	22,6
Planeo/cruce	5553	57,2	415	58,0
Planeo/por laderas	938	9,7	40	5,6
Total planeo	6491	66,9	455	63,6
Cicleo	2600	26,8	98	13,7
Total	9.705	100	715	100

Tabla 35. Tipos de vuelo realizados por el Buitre Leonado en los parques eólicos de Navarra, en el conjunto de las observaciones y durante las situaciones de riesgo.

De los 313 rehusos de paso observados en el Buitre Leonado ante la presencia de los aerogeneradores, un 86,6% se produjeron a altura de riesgo (15-75 m) (Tabla 36) Los rehusos de paso a baja altura (<15 metros) y a altura elevada fueron minoritarios

Altura de vuelo	N	%
<15 m	4	1,3
15 – 75 m	271	86,6
>75 m	38	12,1
Total	313	100

Tabla 36. Rehusos de cruce observados en los vuelos del Buitre Leonado en los parques eólicos de Navarra durante las situaciones de riesgo.

USO DEL ESPACIO POR PARTE DE LA AVIFAUNA EN LAS PROXIMIDADES DE LOS PARQUES EÓLICOS

El objetivo de este apartado es presentar el uso del espacio realizado por las principales especies observadas en las inmediaciones de los parques eólicos estudiados. Para este fin, y en el apartado de los anexos, se presentan de forma separada al informe principal los mapas individualizados de cada una de las especies y para cada uno de los seis parques eólicos.

En el parque eólico de Salajones se presentan 29 mapas individualizados, en el parque de Izco-Aibar 12 mapas, en el de Alaiz-Echague 19, en el de la sierra de Guerinda 17, en el del Perdón 20 y en el de Leitza 19 mapas.

En cada uno de los mapas se han representado con flechas los desplazamientos de las diferentes especies. Las flechas en negrita indican situaciones de riesgo observadas durante la realización del estudio. En algunas especies se presentan flechas largas que indican desplazamientos masivos (bien de aves sedentarias o de migradoras e invernantes). Todos estos datos están recogidos en una base de datos Microsoft Access, que se adjunta con el informe final.

1. PARQUE EÓLICO DE SALAJONES

En la Figura 1 se representa el uso del espacio por parte del Cormorán Grande durante su migración prenupcial. Se ha comprobado que la mayor parte de los desplazamientos se han realizado por la parte central del parque eólico. En una ocasión se observó un rehusé de paso por parte de un bando, que se dirigió hacia la zona más oriental para sortear la línea de aerogeneradores. Este grupo de aves volaba a altura de riesgo (M), el resto de

las observaciones se han realizado a altura elevada (A) Durante la migración postnupcial se ha comprobado desplazamientos de aves por la zona central del parque, al igual que se observó en primavera En la zona central del parque se ha detectado una situación de riesgo para cinco ejemplares de la especie

El Anzar Común (Figura 2) también ha sido observado en las proximidades de este parque eólico, durante su migración prenupcial (zona occidental) y durante la migración postnupcial (zona oriental y occidental)

En la Figura 3 se puede ver el uso del espacio realizado durante todo el período de estudio por parte del Milano Negro, tanto durante su migración prenupcial como por ejemplares residentes en la zona Durante la migración prenupcial se comprobó en varias ocasiones renunciadas de paso por parte de esta especie, principalmente en la mitad oriental del parque (flechas en zig-zag en el mapa) Las situaciones de riesgo (flechas en negrita) más frecuentes se han observado en la parte oriental del parque (aerogeneradores A 13-A 16) Se han detectado 12 situaciones de riesgo para esta especie Los círculos grises indican zonas de concentración de esta especie (monoespecíficas) o mixtas (con otras especies de aves carroñeras como buitres y alimoches) Durante la migración postnupcial esta especie ha realizado sus desplazamientos por la zona occidental y central del parque eólico

La misma situación se ha detectado con el Milano Real (Figura 4) donde las situaciones de riesgo se han concentrado en la mitad oriental del parque, aunque durante la época veraniega y otoñal se han observado situaciones de riesgo para esta especie en la zona central Esta especie ha mostrado cierta tendencia a realizar vuelos de planeo por la ladera sur del parque y a realizar vuelos de cruce por la zona media de la línea de aerogeneradores En este último caso, las aves proceden de la foz de Lumbier Se han observado 5 situaciones de riesgo

El Quebrantahuesos también ha sido observado en las proximidades de este parque, nunca en situaciones de riesgo en el año 2000 (Figura 5). Todos los ejemplares observados eran adultos y en ningún caso estaban marcados con bandas alares. En dos ocasiones el ejemplar volaba por la zona más occidental del parque y en la tercera, el ejemplar realizó un vuelo paralelo a los aerogeneradores por la ladera sur del parque eólico. Sin embargo, en febrero de 2001 se ha detectado una situación de riesgo para un ejemplar subadulto, en el aerogenerador A 1 10. También en febrero se ha localizado un ejemplar adulto que se dirigía en sentido SE-NW hacia Peña Izaga y que atravesó la línea de aerogeneradores por la zona oriental del parque. En enero de 2001 se detectó a un ejemplar joven de esta especie, en dirección E-W, siguiendo a un grupo de buitres.

El Alimoche (Figura 6) también ha sido observado de forma bastante frecuente en las cercanías de este parque eólico. Se han detectado 16 situaciones de riesgo, concentradas principalmente en la zona media del parque. En la mayor parte de ellas los alimoches estaban volando junto a los buitres en sus desplazamientos diarios. Los círculos grises indican zonas de concentración (vuelos de remonte) con otras especies de aves carroñeras (milanos y buitres). Como en otras especies, se ha comprobado la interferencia que produce la línea de aerogeneradores en sus desplazamientos diarios, principalmente de los ejemplares que abandonan la foz de Lumbier y zonas cercanas.

La situación para el Buitre Leonado (Figura 7) englobaría todo lo dicho anteriormente para el resto de las especies, aunque con una mayor intensidad, debido a que se trata de la especie más abundante en la zona de estudio. Se han detectado numerosas situaciones de riesgo a lo largo de toda la línea de aerogeneradores. Las zonas donde más situaciones de riesgo se han detectado son la zona oriental del parque y la zona media. Los desplazamientos diarios de los buitres afectan a toda la zona, a todos los aerogeneradores y a todas las combinaciones de trayectorias de vuelo de esta

especie carroñera. Además, es una zona donde se producen importantes concentraciones de buitres (vuelos de remonte) que posteriormente se dispersan en todas las direcciones. A esta zona llegan, por lo menos, buitres procedentes de los cortados de La Piedra y San Adrián, foz de Lumbier, peña Izaga, peña Aizpe, sierra de Leyre y Gallipienzo. Se ha detectado varios ejemplares marcados con bandas alares (Blanco/Rojo) en abril (3 04 00) cruzando la línea de aerogeneradores en dirección NE-SW, (Verde/Azul) en noviembre y también cruzó a altura elevada la línea de aerogeneradores en dirección N-S, este mismo ejemplar y el mismo día, realizando un vuelo de remonte en la ladera sur del parque eólico y (Verde/Rojo) en noviembre y cruzando la línea a altura elevada en dirección N-S. El 30 de enero de 2001 se observó a otro ejemplar marcado (Amarillo/Rojo) cruzando la zona central del parque en dirección N-S. Posteriormente, también fue observado en el parque de Izco y en la zona del futuro parque de Ibargoiti.

La Cuiebrera Europea también ha sido observada en las cercanías de Salajones (Figura 8). Se ha detectado una situación de riesgo. El resto de los vuelos se han realizado a una altura elevada o bien con desplazamientos por las laderas del parque.

Las observaciones realizadas sobre el Aguilucho Pálido (Figura 9) no han sido muy frecuentes, aunque se ha detectado una situación de riesgo en la zona media del parque. En varias situaciones se ha comprobado la tendencia de esta especie a dirigirse hacia la zona oriental de la línea de aerogeneradores.

El Águila Real es otra especie que se ha detectado en las proximidades de Salajones (Figura 10). Se trata de vuelos de desplazamientos de ejemplares adultos que se reproducen habitualmente en las cercanías de la sierra de Izco. La mayor parte de ellos son vuelos paralelos a la línea de aerogeneradores, mientras que algunos de los vuelos de cruce se han producido siempre a alturas altas o muy bajas (zona occidental del parque). No se han detectado

situaciones de riesgo para esta especie. También se han observado vuelos de ejemplares adultos hacia el interior de la foz de Lumbier, de aves procedentes del sudeste.

Un caso interesante ha sido el del Aguila-Azor Perdicera (Figura 11), que se ha detectado en dos ocasiones distintas, pero que en una de ellas el ejemplar estuvo en situación de riesgo al atravesar la línea de aerogeneradores en movimiento en dirección N-S. También se le ha observado realizando vuelos de planeo por la ladera norte del parque y por la zona oriental de Salajones. Esta última vez en compañía de un grupo de buitres leonados. En todas las ocasiones los ejemplares han abandonado la zona de estudio siempre en dirección sur.

El Cernícalo Vulgar (Figura 12) también ha sido observado en este parque eólico, aunque no se han detectado situaciones de riesgo. La especie realiza desplazamientos por las laderas y vuelos de cruce, a veces a alturas elevadas, e incluso a muy baja altura.

La Perdiz Roja (Figura 13) es una especie frecuente en el parque, principalmente en la ladera sur del parque, donde se le han detectado vuelos paralelos a la línea de aerogeneradores, aunque en varias ocasiones las perdices han cruzado el parque en dirección S-N. Durante el otoño se han observado numerosos bandos de 10-19 ejemplares, principalmente realizando vuelos cortos por la ladera sur del parque.

Durante la migración prenupcial se ha detectado también la presencia de la Grulla Común (Figura 14). Los bandos volaban siempre a una altura elevada y principalmente por la zona más occidental del parque eólico. Durante la migración postnupcial, la mayor parte de los bandos emplearon la zona oriental del parque y siempre realizaron sus desplazamientos a alturas elevadas. Durante la migración postnupcial se han observado a varios grupos por la zona central y por la oriental. En este segundo caso, el grupo fue modificando su

trayectoria conforme se acercaba al parque y finalmente lo cruzo a una altura elevada por el extremo oriental

En la Figura 15 se representa el uso del espacio realizado por la Paloma Torcaz en las cercanías del parque eólico de Salajones. No se han detectado situaciones de riesgo durante el año 2000 y se ha comprobado una tendencia a realizar sus vuelos por la zona oriental del parque. Durante la migración postnupcial (octubre) se ha comprobado los desplazamientos de bandos por la zona occidental del parque y también desplazamientos de grandes bandos en dirección E-W, sin atravesar en ningún momento la línea de aerogeneradores. En febrero de 2001, y durante la migración primaveral, se han detectado 24 situaciones de riesgo para la especie en la zona central del parque. La respuesta de las aves fue de rehusé de paso ante la cercanía de los aerogeneradores, con un comportamiento que indicaba un riesgo real (reacciones de pánico, quebros, aleteos), posteriormente las aves estuvieron volando por la ladera sur del parque en busca de otra vía que evitara la alineación, sin conseguirlo. Finalmente se produjo una sedimentación de los ejemplares en un bosque de pinos situado en la ladera sur (círculo con S en el mapa), donde permanecieron más de cinco horas posadas.

En el caso del Vencejo Común (Figura 16), del Vencejo Real (Figura 17) y de la Golondrina Común (Figura 18) se ha comprobado su fidelidad a emplear como zonas de vuelo y alimentación la zona más occidental del parque. El vencejo común, además, emplea también la ladera norte del parque para realizar desplazamientos (grandes bandos). Esta especie también realiza cruces de loma y se ha detectado una única situación de riesgo. La altura de vuelo de las dos especies de vencejo es muy similar, la mayor parte de los desplazamientos cerca de los aerogeneradores se producen a alturas elevadas, mientras que la golondrina tiende a volar a alturas menores. Durante la realización del estudio se ha comprobado movimientos migratorios postnupciales de la golondrina.

Otras especies bastante frecuentes en el parque eólico de Salajones son la Curruca Rabilarga (Figura 19), la Curruca Cabecinegra (Figura 20) y la Curruca Capirotada (Figura 21). La mayor parte de sus desplazamientos se realizan en la ladera sur del parque donde los matorrales mediterráneos son muy abundantes. En el caso de la curruca capirotada, y probablemente durante la migración prenupcial se han detectado vuelos de cruce de la línea de aerogeneradores en dirección S-N.

Existen dos especies de corvidos que se pueden observar con mucha frecuencia en el parque de Salajones: la Chova Piquirroja (Figura 22) y la Grajilla (Figura 23). La mayor parte de las observaciones de la grajilla son vuelos de cruce a alturas distintas a la de riesgo, normalmente a baja altura y en dirección N-S. En varias ocasiones se ha comprobado que la zona de pastos situada en la ladera sur de Salajones ha sido empleada por las chovas como zona de alimentación. Esta especie emplea mayoritariamente la zona media del parque como zona de paso y muchos de sus desplazamientos los realiza a altura elevada.

Los fringílidos también son muy abundantes en el parque eólico de Salajones: Pinzón Vulgar (Figura 24), Jilguero (Figura 25) y Pardillo Común (Figura 26). Estas tres especies junto con el Verdecillo han sido detectadas durante su migración prenupcial como durante el inicio de su época de reproducción. El pardillo es una especie muy abundante, que junto al buitre leonado agrupa a un número muy elevado de observaciones diarias. Se han detectado 46 situaciones de riesgo durante el período de estudio. Durante la migración postnupcial se han detectado grandes bandos de estas tres especies en dirección N-S, mayoritariamente por la zona central y por la zona occidental del parque, y casi siempre, a alturas muy bajas o bajas.

También se han observado dos especies de escribanos: Escribano Cerillo (Figura 27) y Escribano Montesino (Figura 28). En el primer caso, las observaciones se han realizado a lo largo de toda la línea de aerogeneradores,

mientras que en la segunda especie las observaciones se han concentrado en la zona más oriental del parque eólico. Durante la migración postnupcial se han observado desplazamientos bastante intenso de escribanos cerillos por la zona central del parque.

Por último, la presencia de la Aguililla Calzada (Figura 29) ha sido bastante frecuente, principalmente como especie sedentaria, aunque también se ha comprobado la presencia de ejemplares migradores. Ha realizado principalmente desplazamientos por las laderas, aunque también ha realizado vuelos de cruce entre los aerogeneradores. Se han detectado varias situaciones de riesgo, principalmente en la zona oriental del parque.

2. PARQUE EÓLICO DE IZCO-AIBAR

En la Figura 1 se representa el uso del espacio por parte del Milano Negro en el parque de Izco. La mayor parte de los desplazamientos se han producido por la parte más oriental del parque donde se han observado concentraciones con el buitre leonado. Se han detectado situaciones de riesgo durante la migración postnupcial. Durante la migración postnupcial la especie ha empleado también la zona central del parque.

El Milano Real también se ha observado en este parque eólico (Figura 2). Se han detectado dos situaciones de riesgo para esta especie. Su presencia ha sido mayor durante la migración postnupcial y durante la fase otoñal. La mayor parte de los desplazamientos se producen por las laderas, aprovechando los vientos dominantes en la zona, aunque también se han observado vuelos de cruce. Al atardecer se suelen reunir ejemplares en la zona occidental del parque y en la ladera sur, realizando vuelos de remonte, para luego dirigirse hacia el oeste en vuelos de planeo.

El Buitre Leonado, al igual que en el parque de Salajones, es la especie más abundante (Figura 3). Se han observado 52 situaciones de riesgo, principalmente en la zona oriental del parque y en la zona central. Toda la sierra de Izco forma parte de un corredor natural para esta especie, ya que es una continuación de la sierra Salajones en sus desplazamientos diarios. Los buitres de la colonia de la Peña Izaga también emplean esta zona como área de desplazamiento hacia el sur de la colonia.

La Culebrera Europea (Figura 4) emplea las zonas occidental y media del parque en sus vuelos diarios, aunque la primera zona agrupa a un mayor número de observaciones. No se han detectado situaciones de riesgo. Esta especie realiza sus desplazamientos principalmente por las laderas de la sierra, siendo más frecuentes por la ladera sur.

En mayo se ha detectado la presencia del Gavilán Común (Figura 5) en la zona más oriental del parque. También se ha comprobado su presencia en la zona central del parque.

En la Figura 6 se presenta el uso del espacio del Águila Real en las inmediaciones del parque eólico. En la zona gris se representa el territorio de cría de esta especie. Durante el período de estudio se ha comprobado la presencia de los dos ejemplares adultos y la defensa de su zona frente a los vuelos a baja altura de los buitres leonados. Se constata la utilización de la parte más oriental del parque en sus desplazamientos hacia el este (ver Figura 10 del parque de Salajones). Sin embargo, a principios de agosto se localizó al macho de la pareja muerto muy cerca de donde se sitúa el nido. A finales de septiembre se comprobó la presencia de otro ejemplar macho, aunque por las características del plumaje parecía un subadulto. Este ejemplar estuvo realizando desplazamientos junto a la hembra por la ladera norte y hacia el este de su territorio.

Las observaciones de Paloma Torcaz (Figura 7) también se han concentrado en la zona oriental del parque, principalmente con desplazamientos hacia el norte y noroeste. Se ha constatado la realización de vuelos paralelos a la ladera norte del parque. Por el extremo oriental del parque y durante la migración postnupcial se han censado pequeños grupos que volaban en dirección N-S.

El Acentor Común (Figura 8) ha sido observado también en la zona más oriental del parque y siempre en vuelos de desplazamiento a baja altura y en dirección S-N. Durante la migración postnupcial también se ha observado los vuelos de esta especie pero en dirección contraria.

El Zorzal Charlo (Figura 9) también se ha detectado a lo largo de todo el período de estudio en el parque eólico de Izco-Aibar, en vuelos a baja altura y casi siempre en dirección N-S. La mayor parte de las observaciones se han realizado sobre individuos aislados. Pero durante la migración otoñal se han censado bandos más o menos grandes en dirección sur, principalmente por la zona oriental y central del parque. Durante el otoño, también se han observado vuelos por la ladera sur, principalmente realizados por ejemplares aislados.

Por último, el Pinzón Vulgar (Figura 10) y el Pardillo Común (Figura 11) son dos especies abundantes en todo el parque eólico, tanto durante la migración prenupcial como durante la época de reproducción. En el caso del pardillo se han detectado 16 situaciones de riesgo. Durante la migración postnupcial y durante la invernada se ha comprobado desplazamientos diarios por la ladera norte y la ladera sur de grandes bandos mixtos de fringílicos (pardillo, jilguero, verderón y pinzón), que han estado empleando campos de girasol situados al sur de la alineación como zonas de alimentación. La zona central del parque constituye un corredor migratorio muy importante para estas tres especies.

En la Figura 12 se presenta el uso del espacio realizado por la Aguililla Calzada. Se han detectado tres situaciones de riesgo para esta especie, en la zona central del parque. Esta especie también emplea al igual que el Milano Real y la Culebrera Europea, los vientos de ladera para realizar la mayor parte de sus desplazamientos por el área de estudio. También realiza vuelos de cruce, normalmente a altura elevada y/o media. Durante la realización del seguimiento se ha comprobado la presencia de ejemplares en migración durante el período postnupcial.

3. PARQUE EÓLICO DE ALAIZ-ECHAGÚE

En la Figura 1 se representa el uso del espacio por parte del Abejero Europeo en las inmediaciones del parque eólico. Se ha comprobado la migración prenupcial de esta especie, con un flujo migratorio muy intenso durante el mes de mayo. No se han detectado situaciones de riesgo, ya que los vuelos se realizaron a una altura superior a la de riesgo (M). Durante la migración postnupcial no se ha observado su utilización por parte de esta especie.

El Milano Negro (Figura 2) también ha sido observado en este parque eólico, aunque siempre en vuelos de dirección N-S y a altura de vuelo elevada. La mayor parte de las observaciones se han concentrado en la parte más oriental del parque. Durante la migración postnupcial se han observado ejemplares migradores por la zona oriental del parque.

En el caso del Milano Real (Figura 3) la situación es la contraria a la del Milano Negro, concentrándose las observaciones en la zona más occidental, donde también se detectó una situación de riesgo para la especie con los aerogeneradores en movimiento (en mayo). Se ha constatado la presencia de esta especie en la zona noroeste del parque, donde se han realizado observaciones de vuelo de caza en los campos de cultivo próximos. También

emplea los vientos de ladera para la realización de desplazamientos diarios por las cercanías de los aerogeneradores

El Buitre Leonado (Figura 4) vuelve a ser la especie más abundante en la zona de estudio. Se ha comprobado que emplea básicamente toda la alineación de aerogeneradores en sus desplazamientos diarios, aunque en muchas ocasiones la altura de vuelo elevada (A) impide que se produzcan más situaciones de riesgo para la especie. Se han detectado 53 situaciones de riesgo concentradas básicamente en tres alineaciones. En este tipo de situaciones los vuelos más frecuentes han sido de planeo o cruce de loma, aunque en una situación se comprobó un vuelo de remonte en una de las alineaciones (círculo gris en negrita). Los vuelos diarios de los buitres de la colonia de la Higa de Monreal se producen muy cerca del parque eólico.

El Águila Real (Figura 5) también es frecuente en la zona, realizando principalmente desplazamientos por la ladera norte del parque y evitando las alineaciones de aerogeneradores. Se ha comprobado la realización de vuelos en dirección norte y nordeste (hacia la Higa de Monreal). No se han detectado situaciones de riesgo. La mayor parte de los desplazamientos se dirigen en dirección SW-NE o viceversa, aunque en una ocasión se ha comprobado el cruce de una de las alineaciones, pero a altura de vuelo elevada.

En la Figura 6 se presenta el uso del espacio por parte de la Culebrera Europea en las cercanías del parque eólico de Alaiz. Se ha comprobado vuelos de caza en la zona sur del parque, donde existen apropiadas zonas de alimentación para la especie (prados, zonas abiertas). Durante la migración postnupcial se han observado varios ejemplares en dirección sur.

Se ha detectado también la presencia del Águilucho Cenizo (Figura 7), concentrándose la mayor parte de las observaciones en la zona noroeste del parque. Siempre se ha observado a un ejemplar macho adulto en vuelos de caza por la zona de los cortados y de la zona de prados. Los vuelos de

abandono de la zona del parque siempre se han realizado hacia el norte. No se han detectado situaciones de riesgo.

La Aguililla Calzada (Figura 8) ha empleado con más frecuencia la zona más oriental y la zona sur del parque eólico. No se han detectado situaciones de riesgo. Durante la migración postnupcial se han observado cruces de la línea de aerogeneradores por distintas zonas del parque, pero siempre a altura elevada.

La Paloma Torcaz (Figura 9) ha sido observada en numerosas ocasiones, normalmente en situaciones fuera de peligro, aunque se ha comprobado una situación de riesgo para la especie en un vuelo N-S cerca de uno de los pinares. La especie realiza desplazamientos entre distintas líneas de aerogeneradores y cruces, a veces a altura de riesgo (M). Durante la migración postnupcial no se han observado bandos por las inmediaciones del parque.

En la Figura 10 se puede ver el uso del espacio realizado por el Vencejo Común en las cercanías del parque eólico. No se han detectado situaciones de riesgo para la especie, ya que la mayor parte de los vuelos se realizaron a alturas elevadas.

En las Figuras 11 y 12 se presentan el uso espacial realizado por la Lavandera Cascadeña y la Lavandera Blanca. Mayoritariamente son vuelos a baja altura y en dirección S-N. No se han detectado situaciones de riesgo para las dos especies. Las dos especies de lavandera se han alimentado en las zonas de vegetación próximas a los aerogeneradores, pastizales principalmente. Durante la migración otoñal se ha comprobado un intenso flujo de migradores, principalmente de la lavandera blanca.

En la Figura 13 se puede ver el uso del espacio por parte de la Tarabilla Común. La mayor parte de las observaciones se han realizado en zonas con matorral mediterráneo, muy apropiado para la especie. Los desplazamientos

mayoritariamente se producen por las laderas norte y sur que poseen abundante matorral. Durante la migración postnupcial se ha comprobado el flujo de aves por el parque.

Algo similar ocurre con el Mirlo Común (Figura 14), con el Zorzal Común y con el Zorzal Charlo (Figura 15), aunque las especies también realizan desplazamientos que cruzan las líneas de aerogeneradores, siempre a baja altura. No se han detectado situaciones de riesgo. Durante la migración otoñal se ha comprobado los desplazamientos de zorzaies charlo por las distintas alineaciones de aerogeneradores.

Por último, se han detectado de forma muy frecuente a cuatro especies de fringílidos: Pinzón Vulgar (Figura 16), Verdecillo (Figura 17), Jilguero (Figura 18) y Pardillo Común (Figura 19). En el caso del pinzón se ha detectado una situación de riesgo, mientras que en las otras tres especies no se han detectado. Todas las especies son abundantes en la zona, se ha comprobado su paso migratorio y la presencia de una notable población reproductora. Sin embargo, durante la migración otoñal el flujo de aves ha sido muy intenso afectando principalmente al Pinzón Vulgar y al Pardillo Común.

4 PARQUE EÓLICO DE LA SIERRA DE GUERINDA

Se ha comprobado el empleo de esta sierra como zona de paso migratorio para el Anzar Común (Figura 1), principalmente por la zona más occidental del parque. Durante la migración postnupcial se ha observado el paso de ejemplares migradores en bando también por esta zona. Todos los desplazamientos se han producido a una altura elevada.

Lo mismo ha ocurrido con el Abejero Europeo (Figura 2). En mayo se ha observado un flujo migratorio muy intenso que continuaba hasta el parque eólico de Alaiz (ver Figura 1 del uso espacial del abejero en Alaiz). La mayor

parte de los vuelos se dirigían hacia el norte o noreste, aunque también se detectaron vuelos paralelos a la línea de aerogeneradores, tanto por la ladera norte como por la ladera sur. No se han detectado situaciones de riesgo, ya que la altura de vuelo era elevada o alejada de los aerogeneradores. Los círculos grises indican zonas de concentración durante la migración para ganar altura en su vuelo hacia las zonas de cría. Durante la migración postnupcial se ha vuelto a comprobar su utilización por parte de esta especie, aunque no se han observado zonas de remonte como durante la migración prenupcial. La zona más empleada ha sido la zona central del parque eólico.

El Milano Negro (Figura 3) ha sido observado con bastante frecuencia en el parque eólico, normalmente con desplazamientos N-S, aunque también se han observado vuelos de planeo en la ladera sur. Se han detectado cuatro situaciones de riesgo, en la zona media del parque. Durante todo el período de estudio también se ha comprobado un flujo migratorio moderado por la zona, que afectó principalmente a la zona media. El flujo migratorio postnupcial ha sido menos intenso y localizado por la zona occidental del parque.

El Buitre Leonado (Figura 4), al igual que en el resto de los parques analizados, ha sido la especie más abundante y la que más situaciones de riesgo ha experimentado (19). Las situaciones de riesgo se han concentrado en la zona occidental y media del parque y en la zona más oriental. En mayo (5/05/00) se ha detectado a un buitre leonado marcado con bandas alares (Verde/Verde) en un vuelo paralelo por la ladera sur del parque. Este ejemplar fue observado de nuevo el 6 de enero de 2001. En la zona oriental del parque se ha constatado un flujo intenso de desplazamientos diarios procedentes del noreste (Higa de Monreal y zona de las foces). En las cercanías del parque eólico se producen también concentraciones de buitres bastante notables, que luego se dispersan en todas las direcciones.

La Culebrera Europea también se ha detectado en la zona (Figura 5), principalmente en la zona occidental del parque con vuelos de caza por la

ladera norte. No se han detectado situaciones de riesgo para la especie. Durante la migración postnupcial se ha comprobado sus desplazamientos por la zona occidental del parque.

Algo similar ocurre con el Aguilucho Cenizo (Figura 6), aunque se detectó una situación de riesgo en un cruce de loma, a altura de riesgo y con los aerogeneradores en movimiento.

El Busardo Ratonero (Figura 7) también ha sido observado en las proximidades del parque, aunque normalmente en desplazamientos de ladera. No se han observado cruces de la línea de aerogeneradores, ni situaciones de riesgo durante la mayor parte del estudio, aunque durante el verano y otoño se ha comprobado la presencia de ejemplares de fase clara en las cercanías del parque (probablemente invernantes) que sí han realizado vuelos de cruce.

La Aguililla Calzada (Figura 8) también ha sido detectada realizando un vuelo de cruce a altura elevada, por la zona media del parque. Se ha comprobado también su empleo durante la migración postnupcial.

El Cernícalo Vulgar (Figura 9) ha sido observado en varias ocasiones, normalmente en vuelos de caza por las laderas o cruzando la línea de aerogeneradores a alturas sin riesgo. La presencia de esta especie ha sido mayor durante el otoño y durante la migración postnupcial.

Algo similar ha ocurrido con el Alcotán Europeo (Figura 10) se ha detectado en varias ocasiones en un vuelo paralelo a la ladera norte del parque. En otra ocasión se ha comprobado el cruce por la zona más occidental y a una altura elevada.

En las Figuras 11 y 12 se presentan los usos espaciales de la Paloma Bravía (subespecie doméstica) y de la Paloma Torcaz en el parque eólico de la sierra de Guerinda. Se han detectado 8 situaciones de riesgo para la primera.

especie y dos para la segunda, en la zona media del parque. La mayor parte de los vuelos los han realizado a baja altura o en vuelos paralelos a la línea de aerogeneradores.

El Vencejo Común (Figura 13) también ha sido observado, principalmente en la zona más occidental del parque, aunque también se han detectado vuelos en la zona media y occidental. La mayor parte de los vuelos se han realizado a alturas elevadas y no se han comprobado situaciones de riesgo. A finales del verano y durante la migración postnupcial se ha comprobado un incremento muy notable de ejemplares en las cercanías del parque eólico.

Lo mismo ha ocurrido con la Golondrina Común (Figura 14), con vuelos a baja altura y casi siempre paralelos a la línea de aerogeneradores y por la ladera sur de la sierra. En el caso de una especie próxima, el Avión Común, durante finales del verano se observaron numerosas situaciones de riesgo, ya que los ejemplares estuvieron volando entre los aerogeneradores cazando insectos. En determinados momentos los aerogeneradores estuvieron parados, pero en ocasiones se pusieron en funcionamiento mientras las aves se alimentaban a alturas de riesgo (media y alta). En una ocasión, uno de los ejemplares fue golpeado por una de las aspas y salió despedido a más de 50 metros. El cuerpo cayó entre vegetación natural densa y no fue posible localizarlo ni recogerlo.

La Tarabilla Común (Figura 15), al igual que ocurría en el parque de Alaiz-Echague, emplea principalmente las zonas de matorral para realizar sus desplazamientos, casi siempre concentrados en las laderas sur de la sierra. Durante la migración postnupcial se han observado flujos notables por el parque hacia el sur.

Por último, hay que comentar el uso del espacio realizado por el Verdecillo (Figura 16) y por el Pardillo Común (Figura 17). Se trata de dos

especies muy abundantes en la zona de estudio, tanto durante su migración prenupcial como durante la época de reproducción. Se producen numerosos vuelos de cruce de loma, pero casi siempre a baja altura o vuelos paralelos a las líneas de aerogeneradores, tanto por la ladera norte como por la ladera sur. Durante la migración otoñal se ha observado un flujo muy intenso de pardillos a lo largo de toda la longitud del parque. El flujo migratorio del Pinzón Vulgar ha llegado a ser más intenso que el del Pardillo.

5 PARQUE EÓLICO DEL PERDÓN

El parque eólico del Perdón también se sitúa dentro de la ruta migratoria del Abejero Europeo (Figura 1). La mayor parte de los desplazamientos se han producido a alturas elevadas y a lo largo de toda la sierra. No se han detectado situaciones de riesgo. Durante la migración postnupcial se ha comprobado los vuelos por la zona occidental del parque y por la nueva ampliación situada al oeste del parque actual.

El Milano Negro (Figura 2) ha sido detectado tanto durante su migración prenupcial como durante el inicio de la época de cría. Se han detectado dos situaciones de riesgo, principalmente en la zona media del parque. Se ha constatado el empleo de las zonas libres entre alineaciones como zonas de paso. Durante la migración postnupcial, esta especie ha empleado las zonas más occidentales del parque eólico para realizar sus desplazamientos.

El Milano Real ha sido muy abundante en la zona durante la migración postnupcial y como invernante. Se han observado numerosas situaciones de riesgo para esta especie, principalmente en la zona central y occidental.

El Buitre Leonado (Figura 3) es una especie abundante, que emplea la zona del parque eólico como zona de paso entre la colonia de Etxauri y la zona de la Higa de Monreal. Se han detectado 25 situaciones de riesgo,

principalmente en vuelos paralelos a la línea de aerogeneradores y que se acercaron mucho a sus aspas, como consecuencia de los fuertes vientos del norte reinantes en la zona. También se han observado concentraciones de esta especie en las proximidades del parque.

La Culebrera Europea (Figura 4) ha sido detectada con bastante frecuencia en el parque eólico. En esta especie, como en el Milano Negro, se ha constatado el empleo de las zonas libres de aerogeneradores como zonas de paso, aunque también ha realizado vuelos por las laderas norte y sur de la sierra. No se han detectado situaciones de riesgo. Se han observado vuelos nupciales realizados en la ladera norte de la sierra. Durante la migración postnupcial se han observado algunos ejemplares en vuelo hacia el sur.

El Aguilucho Cenizo (Figura 5) también ha sido observado, principalmente en la ladera sur del parque eólico, tanto en desplazamientos de ladera como en vuelos de caza. No se han detectado situaciones de riesgo.

Lo mismo ha ocurrido con el Busardo Ratonero (Figura 6), todos los desplazamientos se han producido en la ladera sur del parque. No se han detectado situaciones de riesgo para la especie. Se ha observado la realización de vuelos nupciales en la ladera sur de la sierra. Durante el otoño se ha comprobado un aumento de sus efectivos, algunos de estos ejemplares eran de fase clara.

La Aguililla Calzada (Figura 7) ha sido frecuentemente observada en las inmediaciones del parque. Se ha detectado una situación de riesgo en la zona media del parque. Al igual que el Milano Negro y la Culebrera Europea, esta especie también ha empleado los espacios libres de aerogeneradores como zonas de paso. Se ha comprobado la realización de vuelos nupciales en la zona. Durante la migración postnupcial se han observado algunos ejemplares en dirección N-S.

El Vencejo Común (Figura 8) es otra especie frecuente en el parque eólico. Realizando vuelos a altura elevada, tanto en cruces de loma como vuelos paralelos a las líneas de aerogeneradores. En esta segunda ocasión, siempre se han realizado a menor altura que los vuelos de cruce.

La Golondrina Común (Figura 9) se ha detectado principalmente en la zona más occidental del parque. Se han detectado dos situaciones de riesgo.

La Tarabilla Común (Figura 10), al igual en el resto de los parques analizados, ha realizado la mayor parte de sus desplazamientos por la ladera sur de la sierra, donde el matorral mediterráneo es más abundante. Se ha comprobado un flujo bastante intenso de aves migradoras durante el periodo postnupcial.

El Mirlo Común (Figura 11) ha realizado un uso del espacio muy similar al de la tarabilla, con desplazamientos más frecuentes por la zona sur del parque, aunque se han detectado vuelos de cruce entre los aerogeneradores y por las zonas libres.

La Curruca Capirotada (Figura 12), como las dos especies anteriores, ha empleado la ladera sur como principal zona de desplazamientos, aunque también se han comprobado vuelos de cruce en la zona más occidental del parque. Se ha comprobado su presencia en el parque eólico durante la migración postnupcial y durante el otoño.

La Chova Piquirroja (Figura 13) también ha sido contactada en la sierra, principalmente en la zona media del parque. También se ha comprobado el uso de las zonas libres de aerogeneradores como zonas de paso. No se han detectado situaciones de riesgo.

Otra especie de córvido, la Grajilla (Figura 14) también ha sido observada. La mayor parte de las observaciones se han producido en la zona

media del parque, y en varias ocasiones se ha comprobado la realización de vuelos entre la base de los aerogeneradores (flechas en zig-zag). También ha empleado como zonas de paso, las zonas libres de aerogeneradores.

Las tres especies de fringílicos más abundantes en la sierra han sido el Pinzón Vulgar (Figura 15), el Verdecillo (Figura 16) y el Pardillo Común (Figura 17). Las tres especies han empleado todo el parque a lo largo de su longitud en sus desplazamientos diarios. Durante la migración prenupcial se detectaron numerosas situaciones de riesgo que afectaron principalmente al verdecillo (122 situaciones de riesgo). En el caso del pardillo sólo se han detectado tres situaciones de riesgo. Todas las situaciones de riesgo se produjeron en la zona occidental del parque (para el verdecillo y el pardillo), y en la zona oriental (únicamente para el pardillo). Estas circunstancias de riesgo afectaron a grupos en migración, de hasta cuarenta individuos, que cruzaban la línea de aerogeneradores a diferentes alturas de vuelo, principalmente a media altura. Durante la migración postnupcial se ha comprobado un flujo muy intenso en el Pinzón Vulgar, en el Jilguero y en el Pardillo.

Por último, el Escribano Soteño (Figura 18) ha empleado principalmente la zona occidental del parque para realizar sus desplazamientos y una de las zonas libres de aerogeneradores. Su presencia ha sido bastante frecuente por la zona de estudio a lo largo de todo el seguimiento.

En la Figura 19 se presenta el uso del espacio por parte de la Paloma Torcaz en las cercanías del parque de la sierra del Perdón. Se han observado 24 situaciones de riesgo para esta especie, durante la migración postnupcial (19 de octubre del 2000), así como rehusos de paso en la zona central de varios bandos muy grandes (>800 ejemplares). Este día se pudo ver como un gran bando de más de 1 300 aves rehusaba el paso en dirección N-S y se fragmentaba en varios bandos menores que volaban sin dirección fija por los alrededores del parque. En repetidas ocasiones, los bandos intentaron atravesar el parque sin conseguirlo, rehusando el paso en todos los intentos.

Se ha comprobado un flujo muy intenso de palomas en dirección E-W durante el mes de octubre y algún vuelo migratorio por la zona más occidental del parque

El Cernícalo Vulgar (Figura 20) ha sido observado con mucha frecuencia en las cercanías de los aerogeneradores, bien en vuelos de desplazamiento, cerniéndose y en migración. Las situaciones de riesgo que se han detectado se han concentrado principalmente en la zona oriental del parque

6. PARQUE EÓLICO DE LEITZA-BERUETE

El parque eólico de Leitza se localiza dentro de la ruta migratoria del Cormorán Grande (Figura 1), Anzar Común (Figura 2), Abejero Europeo (Figura 3), Milano Negro (Figura 4), Milano Real (Figura 5)

En la Figura 1 se puede ver los desplazamientos de varios bandos de ánsares durante su migración postnupcial por las cercanías del parque eólico. Todos los vuelos se han realizado a alturas elevadas y fuera de situaciones de riesgo para las aves.

El Abejero Europeo (Figura 2) también se ha detectado en Leitza, tanto durante la época de reproducción como durante la migración postnupcial. Los ejemplares sedentarios han realizado vuelos por las laderas del parque y también han realizado vuelos de cruce, siempre a alturas sin riesgo. Durante la migración la altura de vuelo ha sido alta y no se han detectado situaciones de riesgo para esta especie.

El Milano Real (Figura 3) ha sido abundante durante la migración postnupcial y durante el otoño. Realizando desplazamientos de ladera, aprovechando los vientos dominantes en la zona. Se han detectado cuatro situaciones de riesgo, localizadas en la zona occidental del parque.

En la Figura 4 se presenta el uso del espacio por parte del Buitre Leonado. Se trata de una especie muy abundante en la zona, que realiza desplazamientos principalmente por la ladera sur, aprovechando los vientos locales dominantes y que también realiza vuelos de cruce, mayoritariamente a altura elevada. Las situaciones de riesgo observadas han estado asociadas a vuelos de ladera y remontes, donde los ejemplares se acercaban mucho a los aerogeneradores de la zona occidental.

El Busardo Ratonero (Figura 5) es otra especie frecuente en la zona del parque eólico de Leiza-Beruete, tanto en la época de reproducción como durante la invernada. Se ha comprobado la presencia de, al menos, tres ejemplares de fase clara en la zona. Suele realizar vuelos a baja altura por la ladera norte, mayoritariamente con desplazamientos por las laderas. Se han detectado cuatro situaciones de riesgo para esta especie.

En las cercanías de este parque eólico, existe una pareja de Águila Real (Figura 6) que se puede observar de manera más frecuente por la ladera sur de las alineaciones y a veces, en vuelo de cruce a altura elevada. Se ha comprobado la presencia de la pareja en varias ocasiones, realizando desplazamientos y remontes por la ladera sur del área de estudio.

En la Figura 7 se presenta el uso espacial que ha realizado la Paloma Torcaz, durante la migración postnupcial. Se han observado grandes bandos migratorios en dirección E-W, NE-SW y en dirección N-S. El 19 de octubre se pudo observar un rehuse de paso de un gran bando en la zona central del parque. Todos los vuelos cercanos a los aerogeneradores se han producido a una altura elevada.

El Bisbita Ribereño Alpino (Figura 8) es una especie abundante en las cercanías del parque eólico, que realiza vuelos principalmente por la ladera norte, aunque también realiza vuelos de cruce de las alineaciones, siempre a

alturas sin riesgo. Se han registrado cuatro situaciones de riesgo para esta especie durante la realización del seguimiento.

Durante la migración postnupcial se ha comprobado un flujo intenso de Lavandera Blanca (Figura 9), principalmente por la zona occidental y central del parque. Se han observado cinco situaciones de riesgo durante el otoño.

El Mirlo Común (Figura 10) es otra especie frecuente en la zona que realiza desplazamientos y vuelo a alturas bajas o muy bajas, tanto en vuelos de cruce como en vuelos de ladera. Se le puede observar mayoritariamente en la ladera norte del parque.

En la Figura 11 se puede ver el uso del espacio realizado por el Zorzal Real durante la migración postnupcial. Mayoritariamente los vuelos han sido de cruce a alturas sin riesgo, aunque se ha comprobado el paso de un bando en dirección NE-SW a una altura elevada.

El Zorzal Común (Figura 12) es una especie sedentaria en la zona de estudio, pero que también está presente durante la migración postnupcial y durante la invernada en las proximidades del parque eólico. Se ha comprobado un flujo intenso de aves, durante la migración postnupcial en dirección NE-SW que bordeaba el extremo occidental del parque. Este corredor también ha sido empleado por otras especies como el Zorzal Alirrojo (Figura 13), el Pinzón (Figura 17), el Jilguero (Figura 18), el Verderón y el Pardillo (Figura 19). Se han observado bandos de zorzales siguiendo las rutas migratorias de los bandos de torcaces.

La zona central del parque ha sido empleada mayoritariamente por el Zorzal Alirrojo (Figura 13) durante la migración postnupcial. Se han observado bastantes bandos de esta especie volando junto a las palomas torcaces en dirección este-oeste.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

El Zorzal Charlo (Figura 14) puede observarse como sedentario y como migrador postnupcial en la zona. Los flujos migratorios se concentran por la zona occidental y central del parque.

La Corneja (Figura 15) y el Cuervo (Figura 16) son las dos especies de córvidos más frecuentes en la zona. Mayoritariamente realizan vuelos de desplazamiento por las laderas, principalmente la ladera norte. Normalmente, los vuelos se realizan a alturas sin riesgo para las aves.

Por último, el flujo de fringílicos migradores ha sido muy intenso, siendo el Pinzón (Figura 17), el Jilguero (Figura 18) y el Pardillo (Figura 19) las especies más abundantes. El flujo en sentido NE-SW ha sido muy intenso y siempre se ha realizado a alturas de vuelo muy bajas. En ocasiones estas tres especies, en bandos monoespecíficos o mixtos han acompañado a palomas torcaes y zorzales en sus desplazamientos migratorios en dirección E-W.

DISTRIBUCIÓN DE DEPREDADORES OPORTUNISTAS EN LOS PARQUES EÓLICOS

A continuación se presenta la distribución de depredadores oportunistas en las inmediaciones de los cinco parques eólicos estudiados. Toda esta información está recogida en una base de datos Microsoft Access, que se adjunta en los anexos.

En principio, el Zorro (*Vulpes vulpes*) ha sido la especie que con más frecuencia se ha detectado a través del análisis de huellas, excrementos y observaciones directas en los cinco parques estudiados (Figuras 1, 2, 3, 4, y 5). Durante las nevadas que se han producido a finales de febrero de 2001 se ha podido comprobar la abundancia de rastros y sendas de este depredador oportunista en todos los parques eólicos.

En el caso de los mustélidos, en algunos casos se ha podido identificar los excrementos localizados en las cercanías de los aerogeneradores como pertenecientes a la Garduña (*Martes foina*, Figuras 6, 7 y 8) y a la Comadreja (*Mustela nivalis*, Figura 9). En el resto de casos, aparece en la base de datos como mustélido. En alguna ocasión, se ha sospechado de la presencia de gatos. Sin embargo, finalmente se ha comprobado la presencia de gatos domésticos en los parques de Alaiz, Izco-Aibar y El Perdón. En varias ocasiones se ha observado como los ejemplares estaban merodeando entre los aerogeneradores.

También se ha comprobado la presencia de perros (*Canis familiaris*) en varios de los parques, desconociéndose si están abandonados o no, pero se ha constatado su presencia como una posible fuente de desaparición de cadáveres. En un estudio llevado a cabo en la Comunidad Foral de Navarra sobre la incidencia de los tendidos eléctricos sobre la avifauna, se ha constatado su importancia en la desaparición de grandes rapaces (Buitre

Leonado y Búho Real *Bubo bubo*, Paz Azkona y Carmelo Fernández, *com pers*) Su presencia ha sido frecuente en Salajones, El Perdón, Izco y Guerinda. En este último parque, se han observado varios perros de caza abandonados, famélicos, sin collar y merodeando entre los aerogeneradores.

Si se observan los mapas de distribución del Zorro en los diferentes parques eólicos se comprueba que su distribución es desigual, siendo su presencia más frecuente en determinadas zonas. En el parque de Salajones (Figura 1), los restos de zorro (excrementos) y sus huellas han sido más abundantes en la zona oriental del parque, pero también en la zona central. En el caso de Izco-Aibar (Figura 2), la distribución es más abundante en la zona más occidental, en la zona de pinar, aunque también se ha detectado su presencia en otras zonas del parque.

En el parque de Alaiz-Echague (Figura 3) la zona más frecuentada por esta especie oportunista ha sido la zona oriental (alineación A 2) y en la zona de pinar (alineación B 1 y zona central del parque). En la zona más oriental se ha comprobado que existe una letrina muy frecuentada por la especie, ya que se han acumulado varios excrementos a lo largo del período de estudio. Sin embargo, en la sierra de Guerinda no se ha constatado ninguna zona como preferente para el zorro, ya que se encuentra ampliamente distribuido (Figura 4).

Por último, en el parque eólico del Perdón (Figura 5) se ha comprobado una mayor presencia de esta especie en la zona occidental del parque, aunque su presencia es frecuente en toda su longitud.

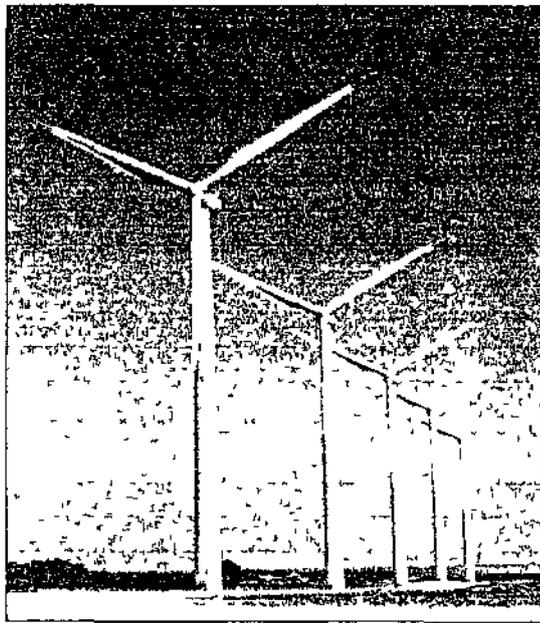
En el caso de la Garduña, la situación es algo similar a la del zorro. En el parque de Salajones sólo se ha detectado su presencia (por excrementos) en la zona oriental y central del parque eólico (Figura 6). En otras zonas de parque que se han prospectado no se ha detectado la presencia de esta especie de forma habitual.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

En el parque de Izco-Aibar sólo se ha detectado la presencia de la garduña en la zona occidental del parque, en la zona de pinos (Figura 7) La garduña también se ha detectado en el parque de Alaiz-Echague, y siempre en zonas próximas a las letrinas de zorro (Figura 8)

Por último, la presencia de la Comadreja sólo se ha detectado de forma segura en el parque de Izco (Figura 9), donde se han encontrado excrementos de esta especie, y en varias ocasiones se han observado ejemplares merodeando entre los aerogeneradores o en sus proximidades

Los datos obtenidos durante la realización del seguimiento son indicativos de la presencia habitual de depredadores oportunistas en las proximidades de los parques o en las líneas de aerogeneradores. Esta abundancia está modificando los resultados obtenidos en el estudio de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos estudiados. Al menos, en una ocasión se tiene la certeza de que un zorro ha retirado del parque de Salajones el cuerpo de un buitre decapitado, sólo se encontró la cabeza con el olor característico de este depredador oportunista. En otra ocasión se sabe de un zorro que arrastró a más de 30 metros el cuerpo de otro buitre muerto y que lo escondió entre la vegetación y en el caso de la colisión del Búho Real sólo se localizó el ala amputada.



DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Durante todo el período de estudio se ha constatado un elevado número de colisiones (141, 138 han afectado a las aves y 3 a los murciélagos) La especie que más colisiones ha sufrido ha sido el Buitre Leonado Sin embargo, si se compara el número de buitres muertos con la abundancia relativa de la especie en la zona de estudio, se accidentan menos de los esperados contra los aerogeneradores Un resultado similar se encontró en Altamont Pass, el mayor parque eólico del mundo (HOWELL & DIDONATO 1991) Sin embargo, desde un punto de vista conservacionista, las elevadas tasas de mortalidad de grandes rapaces en los parques de Salajones e Izco deberían ser tenidas en cuenta a la hora de plantear medidas correctoras y/o de gestión de estos parques eólicos Si las estimaciones realizadas por la fórmula de WINKELMAN son ciertas, estarían muriendo por colisión sólo en estos dos parques eólicos unos 345 ejemplares (la mayor parte buitres leonados)

Hay que destacar también la mortalidad de aves pequeñas (paseriformes) detectada en casi todos los parques analizados, aunque el parque eólico del Perdón ha mostrado la mortandad más elevada (21 ejemplares, 47,7% respecto al total de paseriformes muertos por colisión en todos los parques del estudio) Muchas de estas especies pueden ser migradoras, aunque se desconoce su origen al carecer de cualquier tipo de marcaje (anillas, decoloraciones, bandas) En principio, y teniendo en cuenta las fechas en las que se han recogido (octubre) deberían considerarse especies migradoras (pinzón, currucas, petirrojos, colirrojos) Algunas de estas especies suelen realizar sus principales desplazamientos por la noche, como es el caso de las currucas (TELLERIA *ET AL.* 1999) Hay que indicar que muchos de los cadáveres de los paseriformes se han localizado a primeras horas de la mañana y que su permanencia en el campo no superó en la mayor parte de los casos las 24 horas La baja tasa de permanencia de los cadáveres debido a la abundante presencia de depredadores oportunistas puede considerarse un factor muy importante que está afectando seriamente a las

estimaciones de la mortalidad que se están realizando en los parques eólicos. Esta mortalidad puede ser elevada ya que desconocemos las tasas de vuelo y riesgo que se pueden producir en los parques eólicos durante la noche. Sin embargo, los datos obtenidos con la estimación de WINKELMAN indican altas tasas de mortalidad en los parques de Izco y El Perdón, principalmente.

Estudios realizados en los Estados Unidos con el empleo de radares han mostrado que estos desplazamientos nocturnos son muy importantes, aunque existe una gran dificultad técnica para una correcta aplicación e interpretación de los resultados (NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE 1999, NATIONAL AVIAN-WIND POWER PLANNING MEETING III 2000).

Actualmente, habría que considerar que esta mortalidad de aves es un indicador de la incorrecta ubicación de alguno de los parques eólicos situados actualmente en Navarra, donde no se han realizado estudios sobre la utilización del espacio por parte de las aves y de los murciélagos previos a la instalación de este tipo de infraestructuras. Únicamente se ha realizado un estudio de estas características en los parques eólicos de Montes de Cierzo (Tudela, LEKUONA 2000d). En este estudio se comprobó una alta tasa de vuelos durante el verano y el otoño como consecuencia de la fase migratoria de las aves, la presencia de dormideros en las cercanías del futuro parque y de la llegada de ejemplares invernantes a la zona. Los resultados previos del seguimiento faunístico del parque confirmaban el riesgo de dicha instalación para determinadas especies migratorias (currucas, papamoscas, reyezuelos y Cernícalo Primilla, principalmente, EIN 2000).

Sin embargo, en este estudio sólo se ha realizado el seguimiento de la mortalidad de aves y murciélagos en las alineaciones de los parques y no se han realizado muestreos a lo largo de los tendidos eléctricos, causantes de un número alto de colisiones y/o electrocuciones (NEGRO 1987, 1999, AZCONA Y FERNANDEZ 1988a, 1988b, FERRER Y NEGRO 1992, FERRER ET AL 1996, FERRER Y JANS 1999). Probablemente, el estudio coordinado de colisiones en los

aerogeneradores y en los tendidos eléctricos mostraría una mortalidad más alta asociada al conjunto de las infraestructuras que forman parte de un parque eólico

Se han encontrado importantes diferencias en las tasas de vuelo y de riesgo detectadas en los puntos de control de los seis parques eólicos estudiados, que han afectado cuantitativamente en la intensidad de desplazamientos a lo largo de la línea de aerogeneradores. Se han detectado diferencias significativas entre distintos parques eólicos y dentro del mismo parque. Sin embargo, las tasas de vuelo aunque han variado con el paso de los meses, cualitativamente las diferencias se han mantenido, lo que estaría indicando cierto grado de fidelidad a determinadas zonas de paso.

El parque eólico de Salajones ha presentado las mayores tasas de riesgo de los cinco parques a lo largo de todo el período de estudio. Por el contrario, el parque eólico de Alaiz-Echague ha sido el que ha presentado tasas de vuelo más bajas a lo largo del seguimiento.

El parque de Salajones ha sido el único que durante todo el período de estudio ha presentado tasas de riesgo en todos los puntos de control. Lo que constituye un claro indicador de la peligrosidad de su ubicación para la avifauna.

Al analizar conjuntamente la distribución espacial de las situaciones de riesgo para la avifauna y la de los cadáveres, se ha encontrado que determinados aerogeneradores (parques eólicos de Salajones, Izco-Albar, Sierra de Guerinda y el Perdon) han concentrado durante todo el período de estudio varias situaciones de riesgo, pero que la mortalidad real detectada se había producido en los aerogeneradores cercanos. El estudio de las reacciones de las aves ante los aerogeneradores y sus desplazamientos posteriores a las situaciones de riesgo observadas podrían explicar este hecho. Los aerogeneradores que acumulan más situaciones de riesgo, se localizan en las

vías más frecuentadas por las aves en sus desplazamientos diarios. Sin embargo, a pesar de los riesgos que corren al atravesar la línea de aerogeneradores las aves tienden a pasar por otras zonas cercanas donde colisionarían con las aspas. A lo largo de todo este período de estudio se ha comprobado visualmente la tendencia de los buitres (principal especie involucrada en este tipo de situaciones) a atravesar las líneas de aerogeneradores, realizando varios intentos de cruce y asociados, muchas veces, a nuevas situaciones de riesgo.

Según SEO/BIRDLIFE (1995) las zonas más frecuentadas por las aves y que coincidían con las zonas donde mayor número de cadáveres se encontraron eran zonas donde con toda probabilidad las condiciones del viento dominante aportaban más ventajas a las aves en sus desplazamientos. Este hecho podría ayudar a explicar la fidelidad de determinadas especies a zonas concretas de determinados parques eólicos.

El parque eólico de Salajones constituye un foco de mortandad importante para el Buitre Leonado, ya que debido a su proximidad a la foz de Lumbier, cortados de La Piedra y San Adrián, Sierra de Leyre y foz de Arbayún, se encuentra situado en un punto estratégico dentro los desplazamientos diarios de esta especie carroñera. Esta situación ha originado que diariamente se puedan observar situaciones de riesgo que afectan principalmente a esta especie carroñera y de forma secundaria a otras especies de rapaces (del gremio de los carroñeros de mediano tamaño) que se desplazan junto con los buitres, como son el Alimoche, el Milano Negro, el Milano Real y el Quebrantahuesos. Las cuatro primeras especies también han experimentado situaciones de riesgo en las cercanías de los aerogeneradores, aunque no se ha detectado la muerte de ninguna otra especie de ave carroñera.

En varios de los parques eólicos estudiados se ha comprobado la mortandad de aves rapaces, principalmente buitres leonados en los extremos de las líneas de aerogeneradores (parques eólicos de Salajones, Izco y

Guerinda) Datos similares fueron encontrados también por ORLOFF & FLANNERY (1992) en el parque eólico de Altamont Pass

Entre octubre de 1997 y marzo del 1998 se realizó en Navarra un estudio sobre el Buitre Leonado donde se analizaba los desplazamientos de 44 buitres leonados marcados con bandas alares (CAMPOS & LEKUONA 1997, 1998) Veinte de los buitres marcados fueron observados durante todo el período de estudio (sierra de Izco, alto de Loiti, Salajones, Rocafort e inmediaciones) en sus desplazamientos diarios en busca de alimento. También se constató la tendencia natural de esta especie a realizar los vuelos a primera horas de la mañana hacia el sur de las colonias localizadas en las cercanías de los parques eólicos de Izco y Salajones. Esta observación ha vuelto a ser ratificada durante la realización de este estudio. Se han realizado cinco observaciones correspondientes a cuatro ejemplares marcados con bandas alares, que tres años después de su marcaje siguen empleando las mismas zonas para desplazarse.

En este estudio del seguimiento de los buitres marcados, también se constató que alguno de los ejemplares marcados emplearon varios dormideros y/o colonias de reproducción situados en las proximidades de los parques eólicos de Izco-Aibar y Salajones. Peña Izaga, Peña Aizpe, cortados de La Piedra y San Adrián, foz de Lumbier, foz de Arbayún y sierra de Leyre. Este hecho determinaba la fidelidad de los ejemplares marcados a sus zonas de descanso y/o reproducción (dormideros y/o colonias) durante todo el ciclo vital, siendo más intensa esta fidelidad durante la época de reproducción. Por lo tanto, no es de extrañar que los buitres sean observados muy frecuentemente en las cercanías de los parques eólicos de Izco y Salajones.

Durante el estudio de marcaje también se colocó un radioemisor en uno de los buitres capturados en la sierra de Aizpe (un ejemplar subadulto con banda izquierda blanca y banda derecha roja, capturado el 18 de marzo de 1998), que durante el radioseguimiento empleó con frecuencia las zonas donde

actualmente se localizan los parques eólicos de Izco y Salajones. Este ejemplar fue observado el 3 de abril del 2000 cruzando el parque de Salajones en dirección NE-SW junto a un nutrido grupo de buitres leonados. Lo que apoyaría, de nuevo, la fidelidad de esta especie a la zona del actual parque eólico. En febrero de 2001 uno de estos ejemplares marcados (Verde/Blanco) murió en el parque de Guerinda.

Durante la realización del estudio del uso espacial de la avifauna, se ha comprobado el empleo de los parques eólicos por numerosas especies de aves migradoras, que durante los meses de marzo, abril y mayo se han dirigido desde sus zonas de invernada a sus colonias de cría situadas al norte de la Península Ibérica. Entre las especies más abundantes hay que destacar las siguientes: Cormorán Grande, Anzar Común, Cigüeña Blanca, Grulla Común, Abejero Europeo, Milano Negro, Milano Real y varias especies de paseriformes (Paloma Torcaz, Zorzal Charlo, Zorzal Real, Zorzal Alirrojo, Curruca Capirotada, Verdecillo, Jilguero, Pardillo Común y Pinzón Vulgar). Esto quiere indicar que todos los parques eólicos situados en Navarra se localizan en zonas importantes para la migración de especies protegidas por la legislación Europea (Directiva 79/409/CEE, sobre conservación de aves silvestres). Los seis parques eólicos incluidos en este estudio forman parte del corredor migratorio del Pirineo Occidental donde se ha observado intensos flujos migratorios, principalmente durante la migración postnupcial. Como consecuencia de estos desplazamientos y, sobre todo, en el mes de octubre se ha comprobado una alta mortalidad en paseriformes.

Durante el período de migración postnupcial (agosto-noviembre) se ha vuelto a comprobar como la mayor parte de las especies han empleado las mismas rutas migratorias. Entre las especies que se han observado mayoritariamente hay que destacar las siguientes: Anzar Común, Grulla, Abejero Europeo, Milano Negro y Milano Real, Alondra, Calandria, Vencejo, Zorzal Real, Zorzal Común, Zorzal Alirrojo, Zorzal Charlo, Pinzón Vulgar, Verdecillo, Jilguero y Pardillo.

Durante el período de estudio se ha constatado un importante flujo migratorio en todos los parques estudiados hasta este momento (Izco-Aibar, Salajones, Guerninda, Alaiz-Echague, Leitza y El Perdón) Además, en el Milano Negro y en el Cormorán Grande (ver figuras 1 y 3, del uso espacial de la avifauna en el parque eólico de Salajones) se ha constatado varias situaciones de rehusé de paso y situaciones de riesgo real de colisión en el parque de Salajones, durante la migración primaveral y con los aerogeneradores en movimiento

Durante la migración postnupcial se han comprobado varios rehuses de paso por parte de otras especies, principalmente Milano Real (Leitza, El Perdón, Salajones e Izco) y Paloma Torcaz (mapa 19 del Perdón y mapa 7 de Leitza) En todos los casos se trataba de ejemplares migradores que ante la presencia de los aerogeneradores tenían que desplazarse hacia las zonas situadas en los laterales del parque Este tipo de situación probablemente afecte al estado fisiológico del ave que migra, que debe realizar un esfuerzo extra en su desplazamiento hacia las zonas de cría Además, la presencia de aerogeneradores a lo largo de las sierras estaría impidiendo su total aprovechamiento por parte de las aves, lo que estaría creando un "efecto de vacío" como se encontró en el mar de Wadden en Dinamarca (PEDERSEN & POULSEN 1991a, b) WINKELMAN (1992d) encontró que los efectos negativos de las molestias de los aerogeneradores originaron una disminución de las aves que realizaban la migración, una vez que el parque eólico de Oosterbierum (Holanda) se puso en marcha

Actualmente existen pocos datos sobre la mortalidad de las aves que se produce durante la noche (WINKELMAN 1985), con condiciones meteorológicas adversas (fuertes vientos y/o mala visibilidad, WINKELMAN 1992a) y que afecta principalmente a las especies migradoras (WINKELMAN 1992a, b) Según esta autora un 27,5% de las aves que cruzaron cerca de los aerogeneradores durante la noche chocaron con ellos Probablemente, la mayor parte de las aves pequeñas que se han localizado muertas (currucas, petirrojos) eran

ejemplares migradores que colisionaron por la noche o a primeras horas de la mañana. Las altas tasas de depredación encontradas en todos los parques inducen a pensar que su tiempo de permanencia en las cercanías de los aerogeneradores que les causaron la muerte son muy bajas.

Según WINKELMAN (1992c) durante un estudio sobre el comportamiento de las aves realizado en Holanda y durante la fotofase, se comprobó que las aves sólo mostraron reacciones de pánico cuando cruzaban los molinos. Este tipo de reacción ya fue estudiado en Tarifa por SEO/BIRDLIFE (1995), obteniendo datos similares. En Navarra, y según los datos analizados en este trabajo, las aves han mostrado las mismas reacciones ante la presencia cercana de los aerogeneradores, aunque también se ha comprobado como los buitres cuando pasan entre dos molinos en funcionamiento están mirando a ambos lados de su trayectoria, lo que también coincide con lo observado en Tarifa (SEO/BIRDLIFE 1995). También hay que decir, que algunas aves han mostrado reacciones de rehusar de paso y cambios bruscos de trayectorias a distancias muy alejadas de los parques, lo que puede ser debido a condiciones locales de los vientos. Aunque también este tipo de reacción podría ser debida a que las aves detectarían el movimiento y/o el brillo de los aerogeneradores y rehusarían pasar por la zona de los parques a cierta distancia.

Según WINKELMAN (1995) y ALONSO & ALONSO (1999b) las aves que viven en las cercanías de un parque eólico podrían entrar en un proceso de aprendizaje de que dicha instalación es potencialmente peligrosa. Sin embargo, se desconoce el tiempo que esto puede llevar. Por ahora, las aves de los entornos de los parques eólicos continúan empleando mayoritariamente estas zonas como seguramente lo harían antes de su ubicación, manteniendo una fidelidad a sus vías de desplazamiento tanto diarias como migratorias. Por el momento, y teniendo en cuenta la mortalidad que se ha detectado en los seis parques eólicos estudiados esto no debe estar ocurriendo.

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

Entre los datos que se han recogido durante el estudio del uso del espacio, hay que destacar los desplazamientos realizados por varias especies de rapaces por las zonas libres de aerogeneradores existentes en el parque eólico del Perdón (Buitre Leonado, Culebrera Europea, Milano Negro y Aguililla Calzada), en la sierra de Guerinda (Buitre Leonado, Milano Negro y Cernícalo Vulgar) y en Alaiz (Buitre Leonado) Aunque hay que decir que actualmente este tipo de vuelos ha sido minoritario (ver mapas de uso del espacio de cada especie en los distintos parques)

Las rapaces diurnas constituyen el grupo de aves que mas situaciones de riesgo ha sufrido Este grupo de especies se encuentra mayoritariamente protegido por la legislación europea (Directiva 79/409/CEE), nacional (Real Decreto 439/90) y foral (Decreto Foral 563/1995) Además, muchas de las especies que se han detectado en el estudio del uso del espacio y en las situaciones de riesgo están incluidas en varios documentos actuales que han revisado el estado de conservación de las especies amenazadas de aves en el ámbito internacional y nacional (BLANCO & GONZALEZ 1992, TUCKER & HEATH 1994)

Al menos, en cuatro ocasiones se ha comprobado la pérdida de efectivos en pequeños bandos de fringíidos (pardillos comunes y verdecillos, principalmente) a su paso por la zona de batida de los aerogeneradores, aunque no se ha podido constatar su muerte Sin embargo, se ha podido comprobar la muerte de un Avion Común en el parque de Guerinda por colisión El cadáver fue lanzado a mas de 60 metros de distancia y cayó entre vegetación natural muy densa, lo que impidió localizar y recoger el cadáver También se ha comprobado una colisión de un buitre, cuando los aerogeneradores estaban iniciando su movimiento Según WINKELMAN (1995) parte de las incidencias que se observaron en un parque de Holanda se debieron al arrastre de las aves por las palas de los aerogeneradores en su giro Este tipo de accidentes pueden estar pasando desapercibido a las observaciones de los técnicos, ya que este tipo de incidencia alejaría mucho

los cadáveres muertos por colisión. En el parque eólico de Salajones se han encontrado dos buitres leonados muertos a 130 y 200 metros de la línea de aerogeneradores. Este dato da una idea de que no todas las colisiones de grandes aves se localizan en las cercanías de los aerogeneradores, ya que pueden darse golpes o producirse heridas no mortales que posteriormente causen la muerte del ave (SEO/BIRLIFE 1995, NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE 1999, NATIONAL AVIAN-WIND POWER PLANNING MEETING III 2000)

Durante el período de estudio se ha analizado la presencia de depredadores oportunistas en los parques eólicos. Se ha constatado que el zorro es la principal especie, seguido por la garduña. En el caso de la primera especie, su presencia más abundante en algunos parques coincide con las zonas donde mayor mortandad se ha detectado (zona oriental del parque de Salajones y zona occidental del parque del Perdón), lo que podría considerarse como un indicador de la mortalidad real de los parques donde esta especie aparece. Además, se ha comprobado que existen sendas muy frecuentadas por esta especie en varios de los parques estudiados. Esto podría estar indicando una cierta fidelidad de búsqueda por parte de los depredadores oportunistas en los entornos de los parques eólicos. Hay que destacar la abundancia de especies domésticas como el perro y el gato en los parques eólicos. En varias ocasiones se ha comprobado la presencia de perros de caza que por el aspecto que presentaban estaban abandonados y famélicos, buscando activamente comida entre los aerogeneradores.

Los ensayos de permanencia de cadáveres realizados durante el estudio muestran unos resultados acordes a esta abundancia de depredadores. Se tiene constancia, al menos, de que un zorro ha retirado del parque de Salajones el cuerpo de un buitre decapitado, otro buitre fue arrastrado más de 30 metros y escondido entre la vegetación, y el cuerpo del Búho Real no fue encontrado, sólo se localizó el ala derecha.

Según SEO/BIRDLIFE (1995) en los parques de Tarifa se comprobó durante los trabajos previos al ajuste del método de estudio que se producía una rápida desaparición de señuelos, debido posiblemente y a juzgar por las señales dejadas a la acción de los depredadores. En nuestro caso, los resultados indican que la desaparición de los restos de aves de pequeño tamaño es muy rápida (2-3 días), lo que coincide con lo encontrado en el estudio realizado en los parques eólicos de Tarifa.

La construcción de parques eólicos para la producción de energía eléctrica es una actividad industrial bastante reciente en España, con un primer estudio sobre la incidencia de este tipo de actividad realizado en Tarifa (SEO/BIRDLIFE 1995). En Europa se comenzaron a tener los primeros resultados sobre el posible impacto de los parques eólicos sobre la avifauna a principios de los años 80 (PEDERSEN & POULSEN 1991, MEEK *ET AL* 1993, WINKELMAN 1995). Sin embargo, a pesar de este desarrollo no existe una metodología contrastada que se pueda aplicar a los estudios sobre la incidencia en las aves, lo que dificulta la comparación de resultados (SEO/BIRDLIFE 1995, 1998, LIZARRAGA & SAENZ 1998, LIZARRAGA & SÁENZ 1999a-f, LIZARRAGA & SAENZ 2000a-f, BEVANGER 1999, NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE 1999).

En los Estados Unidos, donde existe una mayor tradición en este tipo de estudios (ROGERS *ET AL* 1976, ROGERS 1977, MCCRARY *ET AL* 1984, 1986, 1987, ORLOFF & CHESLAK 1987, MCCAULL 1994, MONTANA STATE UNIVERSITY 1994, PEARSON 1994) y en Altamont Pass (California) se comprobó que en un estudio de dos años de duración se encontraron 182 aves muertas, de las que un 65% eran aves rapaces (ORLOFF & FLANNERY 1992). Datos similares se han encontrado durante la realización de este trabajo. Según la COMISION DE CALIFORNIA PARA LA ENERGIA (1989) el hecho de detectar una elevada mortalidad de aves rapaces en sus estudios, fue considerado de especial relevancia ya que se trataba de especies protegidas por la legislación nacional y estatal. En

nuestro caso se ha comprobado la muerte por colisión de un macho de Águila Real y de un Búho Real

Existen varios casos en la bibliografía consultada en la que después de haberse realizado estudios sobre la incidencia de los parques eólicos sobre la avifauna, se ha llegado a la conclusión de que para evitar las incidencias negativas sobre las aves es necesario que previamente se ha realizado una meticulosa selección de los emplazamientos. La futura instalación sólo se ubicara en aquellas zonas donde los técnicos hayan indicado su idoneidad, después de analizar los estudios del uso espacial con detalle (HOWELL & DIDONATO 1988a, 1988b y 1988c, 1989, RAND & CLARKE 1990, CROCKFORD 1992, HOWELL & NOONE 1992, WINKELMAN 1992d, MEEK *ET AL* 1993, GAUTHREAU 1994a, 1994 b, COLSON & ASSOCIATES 1995, LGL 1995, NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE 1999)

En los últimos informes revisados también se propone que la instalación de los futuros parques eólicos debería realizarse fuera de los "hábitats críticos" para las aves y los murciélagos, como son las zonas de reproducción, concentración (alimentación, muda, posaderos, dormideros) y rutas migratorias (NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE 1999, NATIONAL AVIAN-WIND POWER PLANNING MEETING III 2000)

En el caso de Navarra, el parque eólico de Salajones y el de Izco-Aibar se localizan en las cercanías de una de las zonas más importantes para las aves rupícolas de Navarra (foces de Lumbier, Arbayún, Peña Izaga, cortados de La Piedra y Lumbier y sierra de Leyre). Según el Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra estas zonas están incluidas en dos ZEPAS (zonas de especial protección para las aves, Directiva 79/409/CEE ZEPAS-4 (Sierra de Leyre-Foz de Arbayún) y ZEPAS-6 (Peña Izaga). Además, hay que indicar que hay tres Reservas Naturales cercanas (RN-16 foz de Arbayún, RN-24 Acantilados de La Piedra y

San Adrián y RN-25 foz de Lumbier) y una APFS (Áreas de Protección de la Fauna Silvestre, Decreto Foral 86/1995, APFS-3 Peña Izaga)

En el parque eólico de Salajones se ha comprobado la presencia del Quebrantahuesos durante la realización del estudio y también hay datos de la presencia de otro ejemplar marcado (bandas alares amarillas con círculo negro) que fue observado en 1998 por la zona (LEKUONA 2000a). La presencia de esta especie en las cercanías del parque está indicando que la zona se encuentra dentro de la zona de campeo de alguna de las parejas que están asentadas en la zona y, por lo tanto, el entorno del parque y/o sus cercanías es susceptible de volver a acoger a algún ejemplar en sus desplazamientos diarios. En febrero de 2001 se ha comprobado una situación de riesgo en esta especie, que afectó a un ejemplar subadulto.

Uno de los problemas que se ha encontrado al realizar la revisión bibliográfica es que hay estudios basados en parques eólicos de pequeño tamaño e incluso con aerogeneradores solitarios (BYRNE 1983, ESTEP 1989, WINKELMAN 1995), cuyos datos no son comparables con los obtenidos en este estudio.

Otro hecho es que no existe una información suficiente obtenida en la realización de experimentos para tratar de disminuir la mortalidad en un parque eólico (HOWELL *ET AL* 1991a, b). Esta circunstancia sería fundamental a la hora de poder compatibilizar la conservación de las especies y la instalación de futuros parques eólicos. Sin embargo, en algunos países se ha experimentado diversas medidas para reducir la mortalidad de las aves en los parques eólicos (ORLOFF 1992, KENETECH 1993, 1994, COLSON & ASSOCIATES 1995). Entre estas medidas hay que destacar las siguientes:

- Pintar las aspas de los aerogeneradores para hacerlas más visibles a la avifauna tanto residente como migradora, aunque no existen resultados concluyentes (HOWELL ET AL 1991a, b)
- En el caso de las rapaces carroñeras, reducir las fuentes de alimento cercanas, vallando amplias zonas alrededor de las líneas de aerogeneradores que eviten la presencia del ganado. Si se encuentra algún cadáver cerca de los aerogeneradores debe ser retirado inmediatamente para evitar la llegada de los carroñeros
- Empleo de cámaras de vídeo para grabar los accidentes que se produzcan en aquellos aerogeneradores que se hayan detectado previamente colisiones, con el objetivo de obtener información que permita aplicar nuevas medidas correctoras
- Modificar la velocidad de arranque de los aerogeneradores, aumentando la velocidad mínima del viento para que se produzca la entrada en funcionamiento del aerogenerador (SEO/BIRDLIFE 1995)
- Los aerogeneradores que produzcan una mortalidad elevada (LARRY SEEMAN ASOCIATES 1986) y en el caso de que otras medidas correctoras (como la modificación de la velocidad de arranque de los aerogeneradores) no resultaran eficaces, se deberían desmontar y, en su caso, reubicarlos en otros emplazamientos que provoquen un menor riesgo (BEYEA 1994)

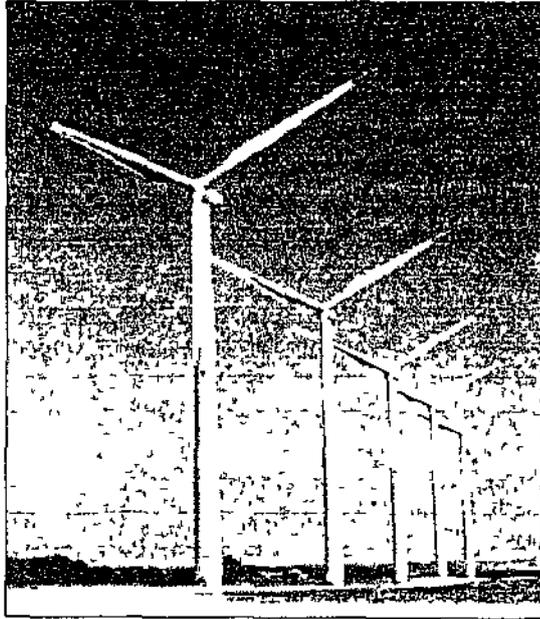
Muchas de estas medidas correctoras se han aplicado o se han propuesto en zonas donde las aves planeadoras son abundantes. En nuestro caso, varias de las especies de rapaces que han experimentado situaciones de riesgo emplean este tipo de vuelo para realizar sus desplazamientos laterales o ganar altura (milanos, ratoneros, buitres, alimoches, calzadas)

El elevado peso de los buitres leonados les hace depender de corrientes de aire ascendentes para ganar altura. Este tipo de corrientes puede ser térmicas o vientos de ladera, principalmente. Sin embargo, en los días fríos los

buitres tienden a emplear los vientos de ladera para realizar sus desplazamientos por sus áreas de campeo, ya que bajo esas condiciones ambientales no se forman térmicas. En este caso, los buitres ganan altura acercándose a la ladera, ciclando para aprovechar al máximo la componente ascendente de este tipo de vientos. Conforme van aumentando altura se van acercando a la vertical de la cumbre y allí siguen remontando hasta alcanzar una mayor altura, para después iniciar sus desplazamientos por otras zonas.

Si las condiciones del viento son favorables (vientos moderados o fuertes) los buitres ascienden sin problemas y superan a los aerogeneradores con facilidad, sin que se produzcan riesgos de colisión. Pero cuando la intensidad del viento es baja, los buitres remontan con más dificultad y se sitúan entre los aerogeneradores, pudiendo aparecer entonces situaciones de riesgo real. Estas situaciones se han observado con cierta frecuencia en los parques eólicos de Salajones y el Perdón, principalmente, aunque su importancia en las situaciones de riesgo para la especie es muy baja.

Serán necesarios más datos para poder interpretar de forma más adecuada: 1) el uso espacial del entorno de los parques eólicos por parte de la avifauna, 2) la mortalidad de las distintas especies, 3) las tasas de riesgo individualizado para cada especie, 4) el efecto de los factores abióticos en los desplazamientos de las aves por los parques y 5) continuar con la revisión y recopilación bibliográfica sobre el tema. Además, es necesario realizar un plan de trabajo orientado al estudio del uso del espacio por parte de los murciélagos en las cercanías de los parques eólicos que trate de explicar la mortalidad real detectada y la estimada a través de la fórmula de WINKELMAN.



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones de este informe técnico

- 1 Durante el período de estudio se han realizado 14 939 observaciones que han englobado a 95 234 aves, pertenecientes a 108 especies
- 2 Un 26,4% de las especies detectadas durante la realización del seguimiento están incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Navarra (Decreto Foral 563/1995, de 27 de noviembre)
- 3 Un 25,0% de las especies censadas en las inmediaciones de los parques eólicos están incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves (79/409/CEE)
- 4 Las especies más abundantes a lo largo de todo el período de estudio han sido el Pinzón Vulgar, la Paloma Torcaz, el Pardillo Común, el Buitre Leonado, el Jilguero, el Avión Común, la Grulla, la Calandria y el Vencejo Común
- 5 Se han encontrado diferencias muy notables en las tasas de vuelo y riesgo para la avifauna entre los distintos parques eólicos estudiados y entre cada uno de los puntos de control situados a lo largo de cada uno de los parques
- 6 Existen variaciones temporales muy importantes en las tasas de vuelo y de riesgo detectadas en cada uno de los parques y en cada uno de los puntos de control situados a lo largo de las alineaciones de aerogeneradores

- 7 Todos los parques eólicos estudiados (Leitza-Beruete, El Perdón, Alaiz-Echague, Guerinda, Izco-Aibar y Salajones) se localizan dentro del corredor migratorio del Pirineo Occidental. Esta privilegiada situación geográfica origina altas tasas de vuelo durante los períodos migratorios (pre- y postnupciales) y altas tasas de riesgo para la avifauna. Entre las especies que han empleado este corredor hay que destacar a las siguientes: Cormorán Grande, Anzar Común, Grulla Común, Abejero Europeo, Milano Negro, Milano Real, Paloma Torcaz, Vencejo Común, Calandria, Alondra Común, Golondrina Común, Petirrojo, Zorzal Real, Zorzal Común, Zorzal Alirrojo, Zorzal Charlo, Pinzón Vulgar, Verdecillo, Jilguero y Pardillo Común.
- 8 El parque eólico de Salajones ha presentado a lo largo de todo el período de estudio altas tasas de vuelo y de riesgo para la avifauna. Los valores de estas tasas han superado significativamente los valores obtenidos en el resto de los parques eólicos estudiados.
- 9 Se ha encontrado una correlación positiva y significativa entre la tasa de vuelos y la tasa de riesgos para la avifauna.
- 10 Las condiciones atmosféricas, la intensidad del viento y el grado de actividad de los aerogeneradores influyen notablemente en las tasas de vuelo y de riesgo para las aves. La presencia de nieblas en las cercanías de los parques eólicos ha estado asociada a bajas tasas de vuelo y de riesgo. Las tasas de vuelo son más altas cuando los aerogeneradores están parados.
- 11 Se han observado 1 589 situaciones de riesgo para las aves (1,5% respecto al total de aves detectadas).
- 12 Se han comprobado dos situaciones de riesgo que han afectado a un Quebrantahuesos y a un Aguila-Azor Perdicera, dos especies

Uso del espacio y mortalidad en los parques eólicos de Navarra

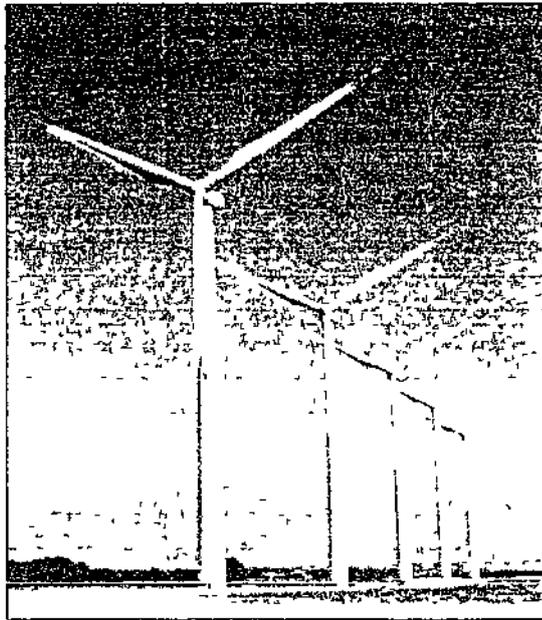
catalogadas como en Peligro de Extinción en Navarra. Los dos casos se han observado en el parque eólico de Salajones

- 13 Ante la presencia cercana de los aerogeneradores en las situaciones de riesgo, las aves han reaccionado mayoritariamente con rehusos de paso y con cambios bruscos en sus trayectorias de vuelo
- 14 Un 31,5% de los 400 aerogeneradores estudiados han presentado, al menos, una situación de riesgo para la avifauna
- 15 Se ha comprobado que existe una relación entre los aerogeneradores que acumulan un mayor número de situaciones de riesgo para las aves y la mortalidad real que se produce en los aerogeneradores situados en sus cercanías
- 16 Se ha encontrado una correlación entre la tasa máxima de riesgos detectada en cada uno de los parques y el número de aves que mueren por colisión
- 17 Se ha comprobado la muerte por colisión de 138 aves y 3 murciélagos. Un 66,0% de las aves eran rapaces, siendo el Buitre Leonado la especie más abundante (62,4%)
- 18 Hay que destacar la muerte por colisión de un macho de Águila Real en el parque de Izco-Aibar y de un Búho Real en el parque de Salajones
- 19 El parque eólico de Salajones ha provocado 58 de las 141 colisiones detectadas durante todo el estudio (41,1%). En el parque eólico de la Sierra del Perdón se ha comprobado una alta mortalidad de paseriformes. 21 de los 23 cadáveres localizados en este parque

- 20 Se ha detectado una mortalidad de 0,03 aves/aerogenerador/mes en el conjunto de todos los parques eólicos estudiados
- 21 Según la fórmula de WINKELMAN (1992a), las tasas de mortalidad (ejemplares/aerogenerador/año) estimadas para aves de pequeño tamaño variarían entre 2,94 aves/aerogenerador/año en el parque eólico de Alaiz-Echague y las 63,9 aves/aerogenerador/año del parque eólico del Perdón
- 22 Según la fórmula de WINKELMAN, las tasas de mortalidad estimadas para murciélagos variarían entre 3,09 ejemplares/aerogenerador/año del parque de Izco y los 13,36 ejemplares/aerogenerador/año del parque de Salajones
- 23 Según WINKELMAN (1992a), las tasas de mortalidad estimadas para el Buitre Leonado variarían entre 8,17 ejemplares/aerogenerador/año en el parque de Salajones y 0,18 ejemplares/aerogenerador/año en el parque eólico de la sierra de Guerinda
- 24 La mayor parte de las aves pequeñas (paseriformes) que han muerto por colisión se han localizado entre agosto y octubre. Probablemente fueran ejemplares migradores
- 25 Se ha comprobado el efecto negativo de los parques eólicos de Leiza-Beruete y El Perdón sobre la migración postnupcial de la Paloma Torcaz. Durante el mes de octubre se han observado rehusos de paso de grandes bandos (>800 ejemplares) ante la presencia de los aerogeneradores en movimiento. El efecto sobre los bandos de palomas ha sido su ruptura en grupos menores, la presencia en las cercanías de los parques de aves desorientadas e incapaces de seguir su trayectoria de vuelo original y en algunos

casos situaciones de riesgo de colisión para los bandos más pequeños

- 26 Durante la migración prenupcial y postnupcial se han observado rehusos de paso por los parques eólicos de otras especies migradoras como el Cormorán Grande, el Milano Negro, el Milano Real, Grulla Común, Calandria, Alondra Común, Zorzal Charlo, Zorzal Alirrojo, Lavandera Blanca, Pinzón Vulgar, Jilguero y Pardillo Común. Este hecho, probablemente, debe suponer un incremento en los gastos energéticos de estos ejemplares, ya que deben realizar desplazamientos laterales de su trayectoria de vuelo para evitar las líneas de aerogeneradores o aumentar la altura de vuelo para superar los parques eólicos. Se ha detectado la presencia de numerosos depredadores oportunistas en las cercanías de los aerogeneradores (zorros, garduñas, turones, perros y gatos, principalmente)
- 27 Esta abundancia de depredadores ha originado una alta tasa de depredación de los cadáveres encontrados durante todo el estudio, un 71% de los buitres aparecieron depredados cuando fueron localizados
- 28 La presencia de depredadores oportunistas ha ocasionado una baja tasa de permanencia de los cadáveres de aves pequeñas empleados en los ensayos, un 62% de los ejemplares desaparecieron a las 24 horas de su colocación, alcanzando el 75% a las 48 horas



RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

A la vista de los resultados obtenidos en este estudio sobre el uso del espacio y la mortalidad de la avifauna en los parques eólicos, se pueden presentar las siguientes recomendaciones con el objetivo de a) disminuir la mortalidad real de la avifauna y las numerosas situaciones de riesgo que se han detectado durante todo el periodo de estudio y b) plantear un protocolo de trabajo que afecte a las nuevas instalaciones eólicas que se vayan a instalar en la Comunidad Foral de Navarra

- 1 Es necesario realizar antes de la construcción de un nuevo parque eólico o en su defecto antes de una nueva ampliación, un estudio riguroso sobre el uso del espacio de la avifauna y de los murciélagos de forma que se obtengan datos sobre las poblaciones sedentarias y las migradoras (desplazamientos pre- y postnupciales) o en paso y o dispersión. La duración de este seguimiento no debería ser inferior a un año
- 2 Para evitar incidencias negativas sobre la avifauna y/o sobre las poblaciones de murciélagos es necesario realizar una selección rigurosa de los emplazamientos de los nuevos parques eólicos y, en todo caso, su ubicación deberá estar alejada de zonas vitales para las aves como áreas de cría (colonias o parejas aisladas), dormideros, zonas de concentración (descanso, muda, dispersión) o vías de migración conocidas
- 3 Debería aumentarse la distancia entre aerogeneradores para disminuir las situaciones de riesgo para la avifauna que tiende a cruzar las líneas de aerogeneradores durante sus desplazamientos diarios

- 4 En los actuales parques eólicos existen aerogeneradores que en el corto período de estudio ya han acumulado un número elevado de situaciones reales de riesgo para la avifauna y también han acumulado una mortalidad de aves. Estos elementos deberían ser reubicados o eliminados de los parques eólicos, como respuesta a la situación de riesgo real para la avifauna que se desplaza por las inmediaciones del parque eólico, principalmente rapaces diurnas. Este grupo de especies se encuentra mayoritariamente protegido por la legislación europea (Directiva 79/409/CEE), nacional (Real Decreto 439/90) y foral (Decreto Foral 563/1995).
- 5 En los parques eólicos donde se sigan detectando altas tasas de riesgo y mortalidad para la avifauna, deberían comenzar a plantearse medidas correctoras que tiendan a disminuir dichas tasas (eliminación de aerogeneradores problemáticos, reubicación, creación de zonas libres para el paso de la avifauna, paradas técnicas de los aerogeneradores en situaciones de desplazamientos importantes de aves (sedentarias, migradoras e invernantes), aumento de la velocidad mínima de arranque).
- 6 En los parques eólicos de Salajones e Izco-Aibar se ha detectado una señalización del tendido eléctrico poco adecuada (ya señalada en el informe parcial realizado en junio, pero que no se ha modificado, LEKUONA 2000c). Es muy conveniente realizar una buena señalización ya que las zonas por donde discurren estos dos tendidos son zonas de paso frecuente de rapaces. Concretamente, el tendido eléctrico del parque eólico de Izco-Aibar está situado en una vaguada y en una zona de paso frecuente de la pareja de Águila Real que cría en la ladera norte de la sierra.