norvento®
enerxía

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

TOMO III

ANEXOS V a XV

Ayuntamiento de A Pastoriza
(Lugo)

Ref: I1095-05

Septiembre 2011

TOMOS DEL PROYECTO

TOMO I

MEMORIA

PLANOS

TOMO II

PLANOS DEL PROYECTO

ANEXOS

ANEXO Nº 1	RESPUESTA A INFORMES RESULTADO DE LAS CONSULTAS REALIZADAS A DIVERSOS ORGANISMOS
ANEXO Nº 2	ESTUDIO DE IMPACTO SOBRE BIENES CULTURALES
ANEXO Nº 3	PLAN DE RESTAURACIÓN EN FASE DE OBRA
ANEXO Nº 4	PLAN DE RESTAURACIÓN EN FASE DE ABANDONO

TOMO III

ANEXOS

ANEXO Nº 5	ESTUDIO DE IMPACTO PAISAJÍSTICO E INCIDENCIA VISUAL
ANEXO Nº 6	PLAN DE SEGUIMIENTO SOBRE LA AVIFAUNA
ANEXO Nº 7	PLAN DE SEGUIMIENTO SOBRE LOS QUIRÓPTEROS
ANEXO Nº 8	MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO SOBRE HERPETOFAUNA Y MAMÍFEROS
ANEXO Nº 9	PLAN DE SEGUIMIENTO DEL NIVEL DE RUIDOS
ANEXO Nº 10	PLAN DE SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE LAS AGUAS
ANEXO Nº 11	SISTEMAS DE DRENAJE Y DEPURACIÓN
ANEXO Nº 12	PLAN DE CONTROL DE LOS DISPOSITIVOS DE DRENAJE
ANEXO Nº 13	REPORTAJE FOTOGRÁFICO
ANEXO Nº 14	ESTUDIO DE EFECTOS ACUMULATIVOS
ANEXO Nº 15	APÉNDICE BIBLIOGRÁFICO

ANEXOS

ANEXO V. ESTUDIO DE IMPACTO PAISAJÍSTICO E INCIDENCIA VISUAL

INDICE DE DOCUMENTOS

MEMORIA

PLANOS

ANEXO

MEMORIA

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 CONVENIO EUROPEO DEL PAISAJE 1

1.2 DEFINICIÓN DE PAISAJE 2

1.3 MARCO LEGISLATIVO 2

1.4 ESTUDIO DEL PAISAJE. METODOLOGÍA 3

1.4.1 UNIDADES DE PAISAJE 5

1.4.2 CALIDAD Y FRAGILIDAD PAISAJÍSTICA 6

1.4.3 INCIDENCIA VISUAL: VISIBILIDAD. 7

2 OBJETO Y CONTENIDOS 11

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 12

3.1 VIALES 13

3.2 CIMENTACIÓN DE AEROGENERADORES Y PLATAFORMAS 13

3.3 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS 14

3.4 SUBESTACIÓN Y CENTRO DE CONTROL 14

4 ESTADO ACTUAL DEL PAISAJE 16

4.1 AREA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO 16

4.2 PRINCIPALES COMPONENTES 17

4.2.1 ELEMENTOS DE ORIGEN NATURAL 17

4.2.1.1 Unidades basadas en la geomorfología 18

4.2.1.2 Unidades basadas en la vegetación y usos del suelo 20

4.2.1.3 Unidades basadas en la hidrología 22

4.2.2 ELEMENTOS DE ORIGEN ANTRÓPICO 23

4.2.3 ELEMENTOS DE ORIGEN TURÍSTICO Y PATRIMONIAL 25

4.3 UNIDADES DE PAISAJE 25

4.3.1 ATLAS DE LOS PAISAJES DE ESPAÑA 25

4.3.2 UNIDADES PAISAJÍSTICAS DEL PLAN DE ORDENACIÓN DEL LITORAL .. 28

4.3.3 UNIDADES DE PAISAJE LOCALES 29

4.4 CALIDAD Y FRAGILIDAD DE LAS UNIDADES DE PAISAJE 31

5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 34

5.1 ANÁLISIS DE CONDICIONANTES AMBIENTALES 34

5.2 SELECCIÓN DEL DISEÑO 35

5.3 ANÁLISIS COMPARATIVO 36

5.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA 41

6 EVALUACIÓN DE IMPACTO VISUAL Y PAISAJÍSTICO 43

6.1 ANÁLISIS DE VISIBILIDAD 44

6.1.1 CUENCAS VISUALES 46

6.1.2 LÍNEAS DE VISIÓN, SUSCEPTIBILIDAD Y FRECUENCIA DE OBSERVACIÓN50

6.1.3 SIMULACIÓN VISUAL: SIMULACIÓN GRÁFICA EN 3D CON ARCGIS 55

6.2 INTERVISIBILIDAD (PARQUE EÓLICO CARRACEDO & PARQUE EÓLICO FARRAPA & PARQUE EÓLICO A PASTORIZA) 56

6.3 ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD VISUAL 57

6.3.1 ÁREA DE ESTUDIO 57

6.3.2 FACTORES CONSIDERADOS 57

6.3.2.1 Fragilidad visual intrínseca y adquirida 57

6.3.3 RESULTADOS 63

7 MEDIDAS DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA 65

7.1 MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN EN FASE DE DISEÑO DEL PARQUE 65

7.1.1 SOBRE EL EMPLAZAMIENTO: 65

7.1.2 SOBRE EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES: 66

7.2 MEDIDAS DE INTEGRACIÓN EN FASE DE EJECUCIÓN DEL PARQUE..... 67

7.2.1 SOBRE LA SUBESTACIÓN Y EL EDIFICIO DE CONTROL 67

7.2.2 SOBRE LOS VIALES..... 69

7.2.3 SOBRE LAS PLATAFORMAS 71

7.2.4 SOBRE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE 72

7.2.5 SOBRE LOS AEROGENERADORES 73

7.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN VISUAL 75

8 CONCLUSIONES 76

9 REFERENCIAS 78

9.1 ÍNDICE DE TABLAS 78

9.2 ÍNDICE DE FIGURAS 78

1 INTRODUCCIÓN

1.1 CONVENIO EUROPEO DEL PAISAJE

La Convención Europea del Paisaje (Consejo de Europa, 2000), celebrada en Florencia en el año 2000, destaca la importancia del paisaje desde el punto de vista medioambiental, cultural, social, y como recurso favorable a la actividad económica, así como subraya la necesidad de la planificación paisajística, para la protección y gestión de sus valores naturales y culturales.

España ha ratificado el citado Convenio el 26 de noviembre de 2007 (BOE de 05/02/2008), y está en vigor en nuestro país desde el 1º de marzo de 2008.

En el año 2010, Galicia se ha incorporado a la Red Europea de Entidades Locales y Regionales para el Desarrollo del Convenio Europeo del Paisaje (Red RECEP). Los principales objetivos de esta red son favorecer el conocimiento y la difusión del concepto de paisaje a nivel local y regional y fomentar el intercambio de experiencias y conocimientos entre sus miembros en cuestiones relativas a la protección del paisaje.

Junto a la realización de esta convención, el año Internacional de las Montañas (2002) supuso la aparición del borrador de la **Carta Española de las Montañas**; declaración de principios e intenciones que impulsa a sus pobladores y a las instituciones y organizaciones que trabajan en las montañas o utilizando las montañas como soporte o como recurso, a ser conscientes de sus singularidades, de sus inmensos valores, para adquirir un compromiso consigo mismos y con la sociedad en su conjunto, que permita la preservación de esas singularidades y valores, potenciándolos en el ejercicio de un desarrollo sostenible.

La importancia del paisaje desde un punto de vista medioambiental ha sido puesta de manifiesto asimismo a través de la Estrategia Europea de Diversidad Ecológica y Paisajística (Consejo de Europa, 1995), y aparece implícita en la Estrategia Territorial Europea (Comisión Europea, 1999). La Directiva Hábitat (92/43/CEE) toma en consideración el carácter espacial del paisaje y sus elementos como base para el desarrollo de estrategias generales de conservación del medio ambiente a través de la Red Natura 2000.

La Convención de Patrimonio Mundial de la UNESCO destaca así mismo la dimensión cultural del paisaje, entendida ésta como un reflejo de la evolución de las sociedades, influidas por los imperativos materiales y las posibilidades que ofrece el entorno natural.

1.2 DEFINICIÓN DE PAISAJE

El Paisaje, según ha sido definido por el Consejo de Europa, es cualquier parte del territorio tal como la percibe la población y cuyo carácter es el resultado de la interacción de factores naturales o/y humanos.

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje es un nivel de organización superior al ecosistema, que se caracteriza esencialmente por su heterogeneidad y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas.

El paisaje constituye una preocupación creciente en las sociedades avanzadas y es considerado un elemento importante para la calidad de la vida y la conservación del patrimonio natural y cultural que es necesario preservar.

1.3 MARCO LEGISLATIVO

La *Ley 7/2008, de 7 de julio, de protección del paisaje de Galicia*, aprobada por la Xunta de Galicia el 18 de julio de 2008, establece que todos los proyectos que deban someterse al procedimiento de Declaración de Impacto Ambiental deberán incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental, un Estudio de Impacto e Integración Paisajística.

Galicia trabaja actualmente en la delimitación y caracterización de las grandes áreas paisajísticas de la comunidad a través de instrumentos específicos como catálogos, planes y directrices de paisaje, según corresponde al desarrollo de la *Ley 7/2008, de 7 de julio, de protección del paisaje de Galicia,* aprobada por el Parlamento gallego en el año 2008.

Como primer avance, se presentó el documento de inicio de los Catálogos de Paisaje del Litoral, que se deriva del **Plan de Ordenación del Litoral**. Este plan territorial integrado ha sido aprobado definitivamente según *Decreto 20/2011, de 10 de febrero* (D.O.G.A. 23 febrero 2011), de conformidad con la ley 10/1995, de 23 de noviembre, de ordenación del territorio de Galicia.

Según resolución de 7 de diciembre de 2010, de la Dirección General de Sostenibilidad y Paisaje, se da publicidad a la orden de 3 de diciembre de 2010 por la que se aprueban provisionalmente las **Directrices de Ordenación del Territorio**, incluyendo su memoria ambiental.

Mediante el *Decreto 19/2011, de 10 de febrero* (D.O.G.A., 22 febrero, 2011), el Consejo del Gobierno gallego da la aprobación definitiva a las Directrices de Ordenación del Territorio, de conformidad con la ley 10/19955, de ordenación del territorio,

Las directrices de ordenación del territorio constituyen el primer instrumento de ordenación del territorio en la comunidad de Galicia que establece las reglas para la implantación de usos y actividades (servicios, dotaciones, actividades productivas, etc.) en coherencia con las necesidades sociales, económicas, culturales y ambientales.

Según el artículo 8.5 del *Decreto 19/2011, de 10 de febrero, por el que se aprueban definitivamente las Directrices de Ordenación del Territorio*, en ausencia de los catálogos y directrices de paisaje, los instrumentos de ordenación del territorio y del planeamiento urbanístico considerarán la perspectiva global e integral del paisaje y seguirán las definiciones y criterios generales recogidos en el apartado correspondiente de la memoria de estas directrices.

1.4 ESTUDIO DEL PAISAJE. METODOLOGÍA

Un diagnóstico previo del estado actual del paisaje permite reconocer las característicos visuales del lugar así como los valores naturales dentro de un contexto paisajístico, garantizando una planificación adecuada y de integración.

La Evaluación de Impacto Visual y Paisajístico (EIVP) es un proceso estándar para examinar el paisaje y sus componentes así como los potenciales impactos visuales derivados de la ejecución de una actividad.

La metodología de evaluación se puede consultar en varías guías europeas, entre las que destacan; "*Guidelines for Landscape and Visual Assessment (GLVIA)*" del Instituto del Paisaje, "*Landscape Integration and Harmonization Assessemnt Guide*" de la Dirección General de la gestión del territorio público del gobierno de Québec (Canadá), "*Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*" del Ministerio de Ecología, Energía y Desarrollo Sostenible y del Mar del gobierno de Francia y "*Visual Representation of WindFarms Good Practice Guidance*" de diferentes organismos de Escocia.

Generalmente los métodos desarrollados para valorar los aspectos visuales del paisaje y analizar los componentes del mismo se basan en estudios de calidad y fragilidad paisajística, por considerar que son los que mejor determinan la necesidad de proteger o conservar un paisaje.

Otros métodos para predecir los impactos negativos y residuales sobre el paisaje y el recurso visual son; cuencas visuales, perfiles de visibilidad, intervisibilidad y simulaciones gráficas, como fotomontajes o representaciones en 3D. Los análisis de intervisibilidad permiten evaluar los efectos acumulativos de dos o más actuaciones.

El estudio del impacto que la acción humana puede producir sobre el paisaje o, mejor, la valoración del posible impacto visual y paisajístico de un proyecto, se puede enfocar según tres líneas que se complementan y permiten acotar esa realidad tan compleja que es el paisaje.

1. Delimitación de las **unidades del paisaje** afectadas por el proyecto, y análisis de sus componentes. Un apoyo importante en el estudio del paisaje es la división del territorio en unidades ambientales, que se consideran homogéneas en su valor y en su respuesta ante posibles actuaciones.

2. Estudio de la **calidad y fragilidad paisajística** de cada unidad de paisaje.

3. **Incidencia visual: visibilidad**. Determinar la magnitud del área desde la que se ve la actuación y grado de visibilidad. La magnitud del efecto visual se puede ponderar en función de uno o más factores: distancia de observación, número potencial de observadores, etc.

Este tipo de estudio de Evaluación del Impacto Visual y Paisajístico es una labor compleja que no está exenta de un cierto grado de subjetividad. Para intentar solventar estos problemas se ha recurrido a **métodos directos** donde la valoración estética, en parte subjetiva, se realiza a través del análisis de los componentes del paisaje, y **métodos indirectos** de valoración a través de tecnología SIG.

Ambos métodos tienen sus ventajas e inconvenientes. La elección de uno u otro viene condicionada por una serie de factores como son los rasgos definitorios del territorio, la disponibilidad de tiempo y los medios técnicos, entre otros.

Los más recientes Sistemas de Información Geográfica y métodos asistidos por ordenador aportan innumerables posibilidades, tanto para el análisis de los impactos como para la representación de la integración paisajística de los elementos (representaciones en tres dimensiones, modelos visuales, etc.).

1.4.1 UNIDADES DE PAISAJE

Una unidad paisajística es una unidad espacial que, a una escala dada, tiene un funcionamiento común, resultado de las interacciones entre los diferentes factores que componen el espacio geográfico.

Se puede dividir a su vez en estructuras y elementos paisajísticos. Así, dentro de un mismo contexto territorial se puede diferenciar entre:

- Unidades paisajísticas: conjunto de componentes espaciales, de percepciones sociales y de dinámicas que conforman una misma unidad territorial.

- Componentes estructurales del paisaje: sistemas territoriales formados por objetos o elementos que configuran las características del paisaje (relieve, masas de vegetación, et.), y permiten la identificación y caracterización de un paisaje.

El proceso de delimitación de unidades de paisaje se basa en la escala empleada, la cartografía disponible y el trabajo de campo realizado, combinando de manera jerárquica los elementos del paisaje en diferentes niveles tipológicos y funcionales.

Para la definición y caracterización de las unidades de paisaje se han establecido dos áreas de estudio:

- A nivel territorial, donde se analizan las unidades de paisaje y se evalúa su calidad y fragilidad visual.

- A nivel de proyecto; se estudian los aspectos ambientales y se analiza la estructura del paisaje de la unidad o unidades en las que se llevará a cabo la actuación propuesta.

La caracterización de cada unidad incluye una descripción de sus componentes naturales (relieve, hidrografía, vegetación, etc.) y antrópicos (tejido urbano, red viaria, etc.), analizando aspectos visuales y ecológicos como la textura, el cromatismo o la matriz paisajística (fragmentación, conectividad, etc.).

1.4.2 CALIDAD Y FRAGILIDAD PAISAJÍSTICA

1. Calidad

El valor del paisaje que se puede expresar por el término **calidad**, responde a su grado de excelencia, o méritos para no ser alterado, para que su esencia o estructura actual se conserve.

Para una unidad de paisaje ha de considerarse tanto su **calidad intrínseca** como la calidad y extensión de las vistas que desde ella se divisan **(potencial de visualización).**

Un problema clásico planteado con la belleza o calidad paisajística es su valoración objetiva o subjetiva. Para el estudio de la calidad paisajística se ha recurrido a métodos indirectos o de análisis de componentes, pero basado en criterios de aplicación subjetiva. Estos métodos pueden suministrar una valoración general de la calidad del paisaje mediante el análisis y descripción de sus componentes naturales y ecológicos (relieve, vegetación, etc.)

Estos métodos están basados en inventarios descriptivos según modelos ambientales o ecológicos según componentes del paisaje de carácter ambiental (relieve, vegetación, agua, et.).

La aplicación de estos métodos suele realizarse en las siguientes fases: identificación de los componentes, medición de cada unidad, establecimiento de coeficientes de ponderación de la contribución de cada elemento a la calidad y obtención de un valor de calidad visual global de la unidad.

Los modelos ambientales o ecológicos tienen como principales rasgos relevantes de la calidad del paisaje, los biológicos y ecológicos. El paisaje se caracteriza en términos de especies de plantas y animales presentes, zonas ecológicas, estado serial u otros indicadores de los procesos ecológicos, distinguiendo preferentemente entre ambientes antropizados y naturales.

2. **Fragilidad**

También ha de conocerse la capacidad de respuesta de esas unidades frente a la actuación que se pretende implantar. En este sentido se determinará la **fragilidad** de cada unidad de paisaje, o **vulnerabilidad visual**, que es el capacidad potencial del paisaje para absorber o ser visualmente perturbado por una actuación.

Para calificar la fragilidad del paisaje se seleccionan las siguientes variables (Aguiló, 1981):

- Factores biofísicos: son los que componen las características básicas del paisaje y que ayudan a amortiguar o realzar las alteraciones visuales. Las variables del medio que intervienen en este factor son principalmente la vegetación y usos del suelo y las características geomorfológicas. A partir del análisis de estos factores se determina la **fragilidad visual intrínseca**.

- Factores de visibilidad: son los que hacen referencia a la accesibilidad visual del territorio, en función de su visibilidad intrínseca y adquirida (número potencial de observadores). A partir del análisis de estos factores se determina la **fragilidad visual adquirida.**

-Fragilidad visual del punto (factores biofísicos): suelo y cubierta vegetal (densidad de vegetación, contraste cromático suelo-vegetación, altura de la vegetación, contraste cromático dentro de la vegetación, estacionalidad de la vegetación), pendiente y orientación.

-Fragilidad visual del entorno del punto (factores morfológicos de visualización): tamaño de la cuenca visual, compacidad de la cuenca visual, forma de la cuenca visual, altura relativa del punto respecto a su cuenca visual.

-Fragilidad derivada de las características histórico-culturales del territorio: existencia de, y proximidad a, puntos y zonas singulares (unicidad, valor tradicional, interés histórico).

-Accesibilidad de la observación: distancia a carreteras y pueblos, accesibilidad visual desde carreteras y pueblos.

1.4.3 INCIDENCIA VISUAL: VISIBILIDAD.

Se trata de determinar la zona visualmente afectada, cuenca visual, por la posible actuación y conocer de qué forma se afecta, cuánto y cómo.

La **cuenca visual** será aquella porción del territorio visible desde un punto y, dada la reciprocidad del hecho visual, la cuenca engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la actuación será visible. Por tanto, calculando la cuenca visual de los aerogeneradores de un parque eólico se puede conocer desde que zonas del territorio son visibles.

La **exposición visual** hace referencia a la frecuencia de elementos visibles, es decir, el número de veces que cada punto es visto.

La magnitud del efecto visual se puede ponderar en función de uno o más factores: distancia de observación, partes visibles del aerogenerador, número potencial de observadores, etc. La ponderación hace referencia al peso que se asigna a los factores considerados (distancia, aerogenerador, etc.) en el análisis, y que reflejan la importancia relativa de cada criterio.

Otro parámetro que conviene conocer es la **susceptibilidad**. Con independencia de las áreas vistas y de su cualificación, interesa introducir al sujeto activo de la contemplación.

El interés o relación del observador con el paisaje se considera a través de dos parámetros:

- El número de observadores
- La actitud o reacción de los observadores

El primero queda reflejado por la frecuencia de uso de un área determinada. Como zonas receptoras de observación se consideran los núcleos de población, las carreteras y las zonas de uso interno que movilizan gran cantidad de gente. Se pueden cuantificar los niveles de observadores por medio de las cifras de población, la intensidad media diaria de tráfico y la densidad de ocupación por hectárea.

La reacción de los observadores responde al mayor o menor interés que el observador muestra por el paisaje. Es un parámetro difícil de evaluar y debe ser considerado solo en sentido positivo, como un nivel de precaución más para dar cabida a posibles espectadores interesados en el paisaje en razón a sus peculiaridades. Tiene especial significación en zonas y recorridos con potencial turístico. Hay que partir del supuesto de que mayor interés por el paisaje se espera de la gente que conduce por una carretera rural o forestal en su tiempo de ocio, o que utiliza una zona de potencial recreativo, que de aquellos que viajan cotidianamente por el lugar o trabajan en él.

El relieve es un factor indispensable a la hora de calcular la visibilidad de cualquier elemento del paisaje. Para realizar los estudios de cuenca visual se suele partir de una cartografía del terreno con datos de elevación que, en la mayoría de los casos, se integra dentro de un software SIG con capacidad de análisis.

La mejor manera de representar un terreno es mediante una modelización o MDT (Modelo Digital del Terreno) creada a partir de una interpolación de puntos con valores de cota.

Para realizar los estudios de impacto e integración paisajística, Norvento dispone en la actualidad de cartografía del SITGA en formato raster o malla reticular, a diferentes escalas de trabajo y resolución.

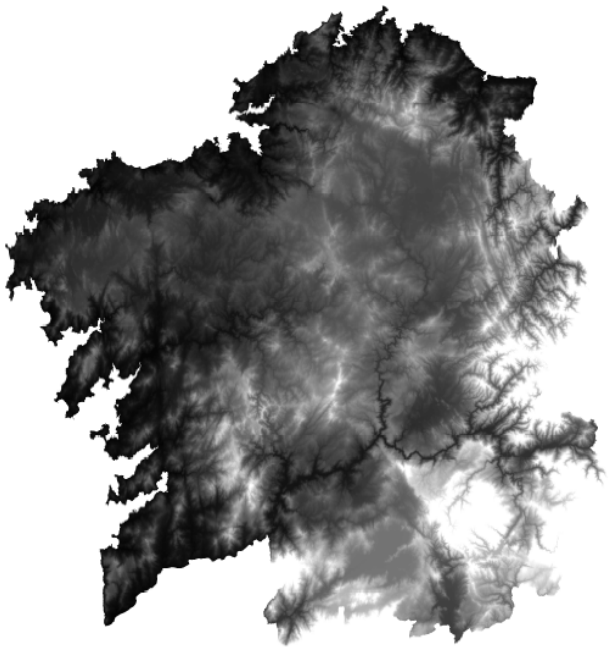


Figura 1 – Modelo Digital del Terreno de Galicia

Para analizar la visibilidad de un proyecto eólico se utilizan otros métodos complementarios, los **perfiles o líneas de visión**. Para ello, primero se seleccionan una serie de puntos estratégicos (núcleos, zonas turísticas, etc.) y desde estos puntos se lanzan visuales (a modo de perfiles longitudinales) a las instalaciones de un proyecto eólico (normalmente los aerogeneradores), con el objetivo de valorar su impacto visual.

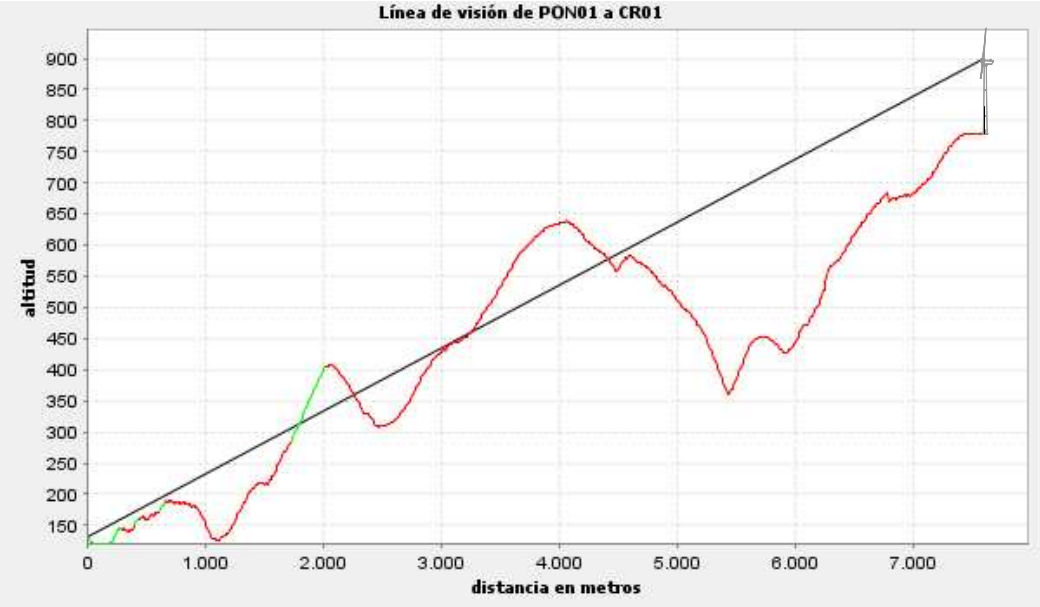


Figura 2 – Perfil de visibilidad

Si se observa el gráfico de perfil de visibilidad creado, la línea continua de color negro nos muestra la línea de visión entre el punto de observación (núcleo de población) y el objeto observado (aerogenerador), indicando que éste quedaría oculto a la vista de los habitantes del pueblo. La línea irregular nos muestra también información acerca de la visibilidad o invisibilidad de cualquier punto que se encuentre en la línea de visión que se ha definido. Mediante color verde se nos muestran aquellas zonas que quedarán visibles a nuestra observación en función de la altura del observador y del relieve de la zona mientras que, en color rojo, aparecen representadas aquellas porciones del territorio que quedan ocultas a nuestra visión (Vicens Franquesa, Ll. & Orduña Aznar, F., 2004).

2 OBJETO Y CONTENIDOS

Mediante el presente documento se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 11 de la Ley 7/2008, de 7 de julio de protección del paisaje de Galicia en el cual se establece que todos los proyectos que deban someterse al procedimiento de Declaración de Impacto Ambiental deberán incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental un Estudio de Impacto e Integración Paisajística, documento específico en el que se evaluarán los efectos e impactos que el proyecto pueda provocar en el paisaje y las medidas de integración paisajística propuestas.

Según el citado artículo, los estudios de impacto e integración paisajística deberán contener:

a) *Un diagnóstico del estado actual del paisaje: principales componentes, valores paisajísticos, visibilidad y fragilidad del paisaje.*

b) *Las características principales del proyecto.*

c) *El impacto previsto del proyecto sobre los elementos que configuran el paisaje.*

d) *La justificación de cómo se incorporan al proyecto los objetivos de calidad paisajística y las determinaciones de las directrices del paisaje establecidas para la unidad del paisaje en la que se pretende ejecutar la actuación. El contenido de este apartado será preceptivo una vez que sean aprobadas las directrices del paisaje*

e) *Los criterios y las medidas que se deben adoptar para conseguir la integración paisajística del proyecto.*

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Parque Eólico objeto de este anteproyecto consta de 3 aerogeneradores con una potencia unitaria de 3 MW, y por lo tanto con una potencia global instalada de 9 MW.

Cada molino dispondrá de su propio transformador que entregará la potencia generada a la red de interconexión de media tensión (20 kV). Una subestación colectora se encargará de interconectar dicha red con la red general.

Resumimos a continuación las principales características técnicas de la obra civil e infraestructura eléctrica de transformación e interconexión:

- Obra civil consistente en caminos de acceso a aerogeneradores, torres anemométricas, subestación, edificio de control, cimentaciones y plataformas de aerogeneradores.

- 3 aerogeneradores tipo Vestas V112 de 3.000 kW, de 119 m de altura de buje y 112 m de diámetro de rotor.

- 3 centros de transformación de 3.450 kVA de potencia unitaria y relación de transformación 20/0,65 kV, instalados unitariamente en interior de la góndola

- 3 torres de aerogenerador con su correspondiente aparamenta de seccionamiento, maniobra y protección.

- Líneas de media tensión subterráneas para evacuación de energía a 20 kV, de interconexión entre centros de transformación 0,65/20 kV y subestación transformadora 20/132 kV.

- Subestación transformadora 20/132 kV para evacuación de energía producida en el parque eólico, compuesta por un transformador principal 20/132 kV de 37,5/50 MVA ONAN/ONAF de potencia nominal y un transformador para servicios auxiliares 20/0,4 kV de 100 KVA de potencia nominal con los correspondientes equipos de control, seccionamiento, maniobra, medida y protección.

- 1 torre anemométrica autoportante de 119 m de altura, equipada con anemómetros, veletas, medidor de temperatura, medidor de presión y logger registrador.

La posición de los aerogeneradores en coordenadas UTM es la siguiente:

POSICIONES AEROGENERADORES							
Nº	COORDENADAS UTM ED50 HUSO 29		POTENCIA (MW)	Modelo	Altura buje (m)	Diámetro rotor (m)	Concello
	X	Y					
CR01	635.854	4.803.054	3	Vestas V112-3MW	Hasta 119	112	A Pastoriza
CR02	636.131	4.803.013	3	Vestas V112-3MW	Hasta 119	112	A Pastoriza
CR03	636.452	4.802.965	3	Vestas V112-3MW	Hasta 119	112	A Pastoriza

La posición de la antena meteorológica en coordenadas UTM es la siguiente:

ANTENAS METEOROLÓGICAS		
COORDENADAS UTM	X	Y
TM_CR1	636.710	4.802.855

3.1 VIALES

Se ha tratado de aprovechar en la medida de lo posible el trazado de los caminos existentes, evitando la construcción de nuevas pistas y tratando de modificar aquellas el mínimo imprescindible.

Así, los nuevos viales ejecutados tendrán una longitud de 2.447m, un ancho de calzada mínimo de 5 m, con taludes mínimos de 3H:2V en terraplén y de 1H:1V en desmonte y con cunetas de anchura variable y profundidad variable, en función del cálculo hidráulico y de las pendientes del vial.

3.2 CIMENTACIÓN DE AEROGENERADORES Y PLATAFORMAS

La cimentación de los aerogeneradores está constituida por una zapata en hormigón armado con las siguientes características:

- Diámetro de la cimentación: 18.5 m.
- Profundidad de la excavación: 2,5 m.
- Canto de la zapata: h1=1,00m

Para la instalación del aerogenerador es necesaria la ejecución de una plataforma. En dicha plataforma se acopiarán las piezas (góndola, palas, fuste) y se estacionarán las grúas encargadas del izado de todos los componentes del aerogenerador.

Las dimensiones de la plataforma de estacionamiento son establecidas por el fabricante del aerogenerador y dependen de las características (dimensiones, potencia, etc.) de la máquina instalada. En este caso las dimensiones mínimas son 35 metros de largo y 30 metros de ancho, no obstante dónde sea posible se ejecutarán de 45 metros x 30 metros.

3.3 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los conductores de conexión entre aerogeneradores y la subestación se sitúan en trazado subterráneo bajo zanja, siendo su trazado en su totalidad común al de los viales existentes, evitando de esta forma afecciones nuevas sobre el terreno.

3.4 SUBESTACIÓN Y CENTRO DE CONTROL

El edificio de control del parque se proyecta como una deformación del terreno, una pequeña protuberancia modelada por los vientos dominantes con una cubierta unificadora y aerodinámica. La cubierta se encuentra adaptada a las funciones que cobija para concentrar toda la actividad en un interior en contacto con el entorno a través de las fachadas laterales, desde las que se vigilan las instalaciones del parque.

Al tratarse de un edificio que va a ser insertado en un entorno extremo, el impacto de la superficie construida ha de ser el menor posible. El taller-almacén, que contiene un puente grúa, necesita un espacio de altura considerable por lo que la envolvente del edificio, trata de adaptarse al espacio del programa. Es por ello que surge la necesidad de integrar parte de este programa en una segunda planta, aprovechando esa altura del taller y compactando aún más el edificio.

Utilizando el viento como elemento de modelado, la cubierta se adapta al programa y se desliza por los volúmenes integrando dos de sus alzados en la envolvente de chapa y minimizando el impacto visual del edificio en el entorno. Las dos fachadas resultantes del movimiento de dicha cubierta se convierten en paramentos de chapa metálica industrial que se agujerean en aquellos puntos en los que es necesario.

En el exterior del edificio se ubica la subestación a intemperie, un área de acceso de vehículos para carga y descarga y un aparcamiento. La parte del edificio cubierta contiene las instalaciones necesarias para la subestación y el control del parque eólico, la sala de celdas, así como una zona de oficinas y vestuario de personal.

Desde la plaza exterior, además del acceso rodado al taller-almacén, existe un acceso directo a la sala de celdas y al Grupo Electrógeno para facilitar la retirada de la maquinaria en el caso de fallo.

En el exterior del recinto se plantea un área plana de tierra para aparcamiento de unos 6 vehículos y para ubicación de una grúa si fuera necesaria. Esta zona comunica con el nuevo camino que conecta con el existente.

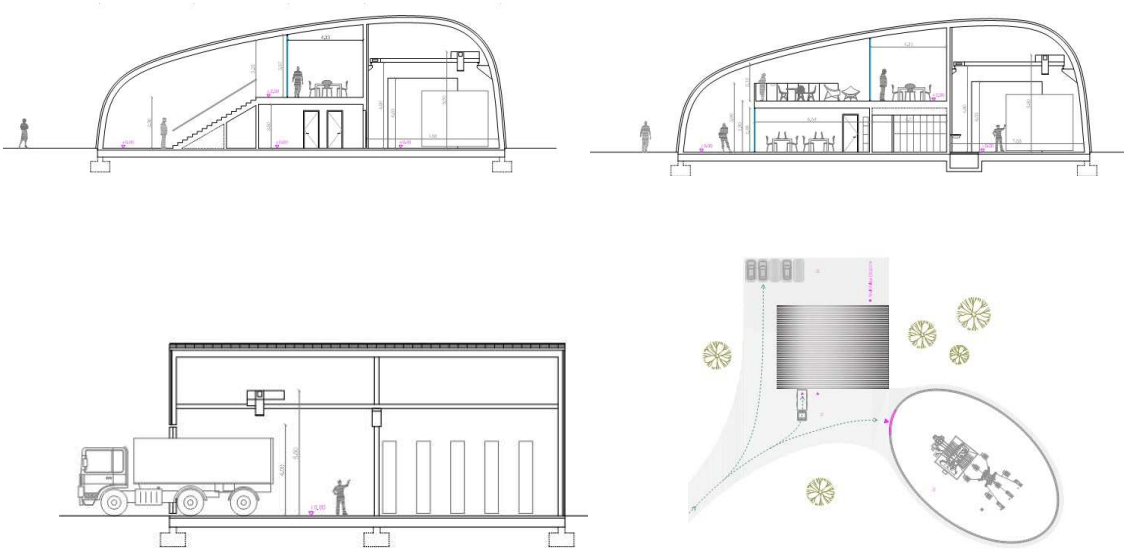


Figura 3 – Edifício de control y subestación.

4 ESTADO ACTUAL DEL PAISAJE

4.1 AREA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

Las instalaciones del Parque Eólico Carracedo se encuentran situadas dentro de la parroquia de Santa María de Bretoña, en el municipio de A Pastoriza (provincia de Lugo). En cuanto al entorno del parque, éste se caracteriza por sus formas suavemente onduladas con laderas de pendiente moderada que caen hacia los valles fluviales del Turia y del Baus. El Monte de Carracedo, donde se emplaza el parque, forma parte de la Sierra de Lourenzá, alineación montañosa de dirección oeste-este que culmina en los picos de Carracedo, con 830 m y Pico Becerreira, con 772 m.

Los altos en los que se emplazan las infraestructuras del proyecto hacen de divisoria entre las cuencas hidrográficas del río Masma, del Miño y del Eo. Los arroyos, riachuelos y ríos son muy abundantes en el entorno, favorecidos por una pluviosidad elevada y los materiales impermeables. Los cursos de agua más próximos al entorno del Parque eólico son el río de Portela y los arroyos de Turia, Carracedo y de Carballiño.

Con frecuencia los terrenos en cotas más bajas y en laderas, están dedicados al uso forestal, distinguiéndose repoblaciones de pino y eucalipto y a la explotación agro-ganadera, con pastos de matorral y prados cultivados. En lugares concretos se aprecian afloramientos rocosos de granito. Otras formaciones arbóreas presentes son castañares, robledales y alisedas.

Figura 4 – Vista de la zona de ubicación del parque. Imagen tomada desde la carretera LU-125.

4.2 PRINCIPALES COMPONENTES

Para el estudio y valoración del paisaje se distinguen varios aspectos del espacio geográfico que son perceptibles a simple vista y que lo configuran, los cuales se pueden agrupar en tres grandes grupos:

1. Elementos abióticos: formas del relieve, cursos de agua, etc.

2. Elementos bióticos: vegetación y fauna

3. Elementos antrópicos: diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales.

4.2.1 ELEMENTOS DE ORIGEN NATURAL

Se han seleccionado como elementos que contribuyen con más fuerza a la definición del paisaje: la geomorfología, la hidrología y la vegetación.

Otros componentes analizados han sido: los hábitats y los usos del suelo.

Para el análisis de componentes se ha considerado una escala de trabajo de 1:10.000.

4.2.1.1 Unidades basadas en la geomorfología

La división de la zona de estudio en base a su geomorfología se ha realizado atendiendo a criterios fisiográficos; en concreto, la altitud sobre el nivel del mar y la pendiente en cada punto (ver planos I1095-05-PL 07 ALTITUDES y I1095-05-PL 08 PENDIENTES).

De forma general, se pueden distinguir dos unidades atendiendo a la geomorfología:

- Montaña: es la unidad predominante en el parque, ya que la infraestructura se ubica sobre el monte de Carracedo con relieves redondeados por su formación antigua. La vegetación predominante es matorral-pastizal.

- Valles y laderas: se distinguen valles en V al norte y este del parque. En las zonas de media ladera y en fondos de valle es donde se asientan pequeños núcleos rurales como "A Abelleira", "A Pena do Couso" y "A Braña". La vegetación predominante son matorral, prados, masas de repoblaciones forestales y bosques autóctonos (robledales y castañares).

Desde el punto de vista geomorfológico hay que mencionar la existencia en el entorno de varios montes como los de Carracedo, Farrapa, Arrañedo y Bidueiras que alternan con valles de relieve más suave y laderas de pendientes fuertes o moderadas.

La altitud media del entorno paisajístico es de 775 metros, con un mínimo de 650 metros y un máximo de 900 metros.

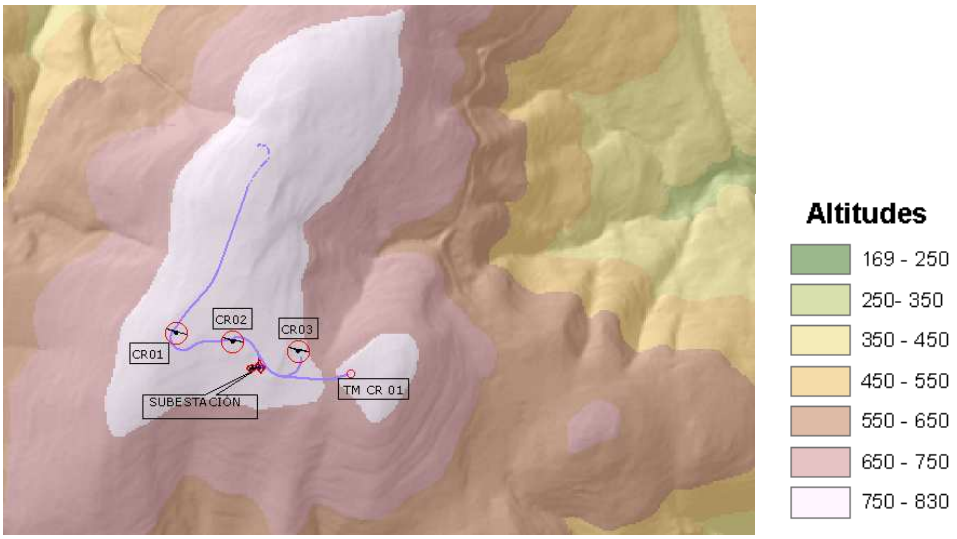


Figura 5 – Altitudes

Las zonas de mayor altitud corresponden con altos y cumbres montañosas, concretamente el Alto de Carracedo (830 m) y de Pico Becerreira (772 metros). En dirección suroeste y sureste a estos altos descienden bruscamente laderas de fuerte pendiente que acaban tornando hacia zonas de menor cota donde se asientan algunos núcleos rurales. Hacia el oeste se encuentra el valle del río Baus, y hacia el este se encuentra el valle del río Turia.

Los porcentajes de pendientes de la zona varían entre 0 y 15% en terrenos llanos hasta porcentajes superiores al 60% en terrenos y laderas más escarpadas.

Las infraestructuras ligadas al parque eólico se sitúan sobre terrenos con pendientes medias o pequeñas, de entre el 5 y el 15%, puesto que se proyectan sobre las partes altas de los montes donde el incremento de la pendientes se ve muy reducido.

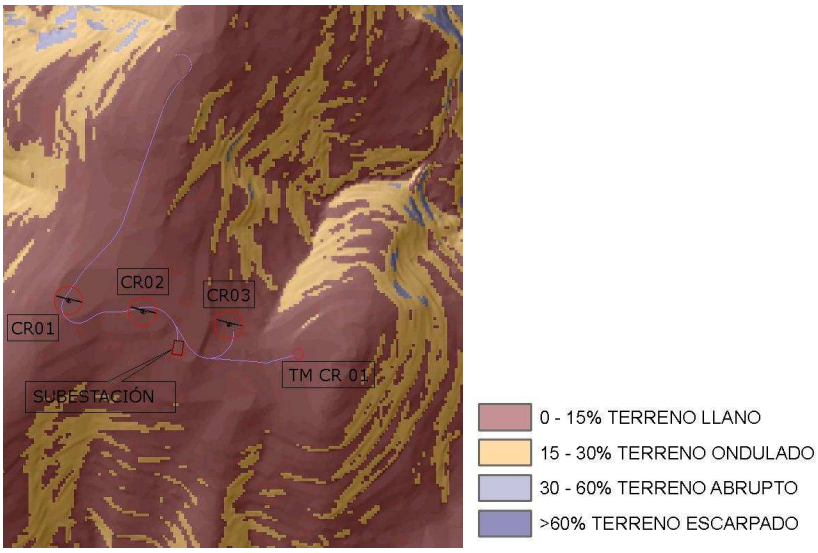


Figura 6 – Pendientes

4.2.1.2 Unidades basadas en la vegetación y usos del suelo

La división se realiza en base a los distintos tipos de vegetación y usos del suelo existentes en la zona de ubicación del Parque Eólico Carracedo, información obtenida a partir del estudio de campo realizado.

En la zona de ubicación del parque existen tres unidades principales de vegetación: matorral y pastizal.

- Vegetación existente

1. Brezal/Pastizal

En la mayor parte de los terrenos afectados por el P.E. Carracedo se observa la presencia de un brezal húmedo con un elevado estado de degradación y que se corresponde con el tipo *Gentiano pneumonanthe-Ericetum mackaianae.* En general estos brezales se caracterizan por la presencia de *Erica mackaiana*, acompañada por *Ulex minor, Ulex europaeus, Calluna vulgaris,* y *Erica cinérea*.

A medida que se asciende en altitud y el terreno pierde pendiente, coincidiendo con las zonas más presionadas por el ganado en libertad que se encuentra en la zona, la cobertura de especies leñosas en el brezal va disminuyendo, de modo que en los altos del monte de Carracedo, donde se emplazan la mayor parte de las infraestructuras, el brezal desaparece dando lugar a un pastizal de carácter natural, caracterizado por las especies *Agrostis capillaris, Avenula sulcata, Anthoxanthum odoratum*.

2. Tojal/Brezal

Parte de los terrenos afectados por el Parque Eólico Carracedo están ocupados por tojales densos como etapa de sustitución de los bosques clímax. Su presencia se debe al abandono de los usos agrícolas tradicionales, de forma que lo que debieron ser terrenos dedicados al pastoreo han experimentado una sucesión hacia matorrales de mayor porte. Se corresponden con la asociación *Ulici europaei-Ericetum cinereae*.

3. Vegetación de Turberas

En el área de afección del Parque Eólico Carracedo se localizan varias turberas minerotróficas, las cuales se forman por procesos de terrestrización de cuerpos someros de agua. La vegetación presente en estos enclaves está constituida por especies formadoras de la turba, tratándose de plantas adaptadas a situaciones de exceso de agua, acidez y, frecuentemente, déficit de nutrientes.

En varios puntos del área de ubicación del Parque Eólico Carracedo pueden aparecer de forma puntual especies vegetales típicas de turberas, no obstante, estas formaciones van a presentar un elevado grado de perturbación atribuible al pastoreo extensivo, de manera que las comunidades turbófilas mejor conservadas y con mayor interés florístico son las asociadas a las turberas minerotróficas.

4. Vegetación asociada a afloramientos rocosos

La naturaleza granítica del sustrato aflora en algunos puntos del área de estudio, concretamente en las proximidades de la Subestación y al oeste del vial principal del parque, permitiendo la instalación de especies rupícolas, como las del género *Sedum*. A modo de orla aparecen especies herbáceas y, sobretodo, arbustivas, entre las que predominan el tojo y el brezo.

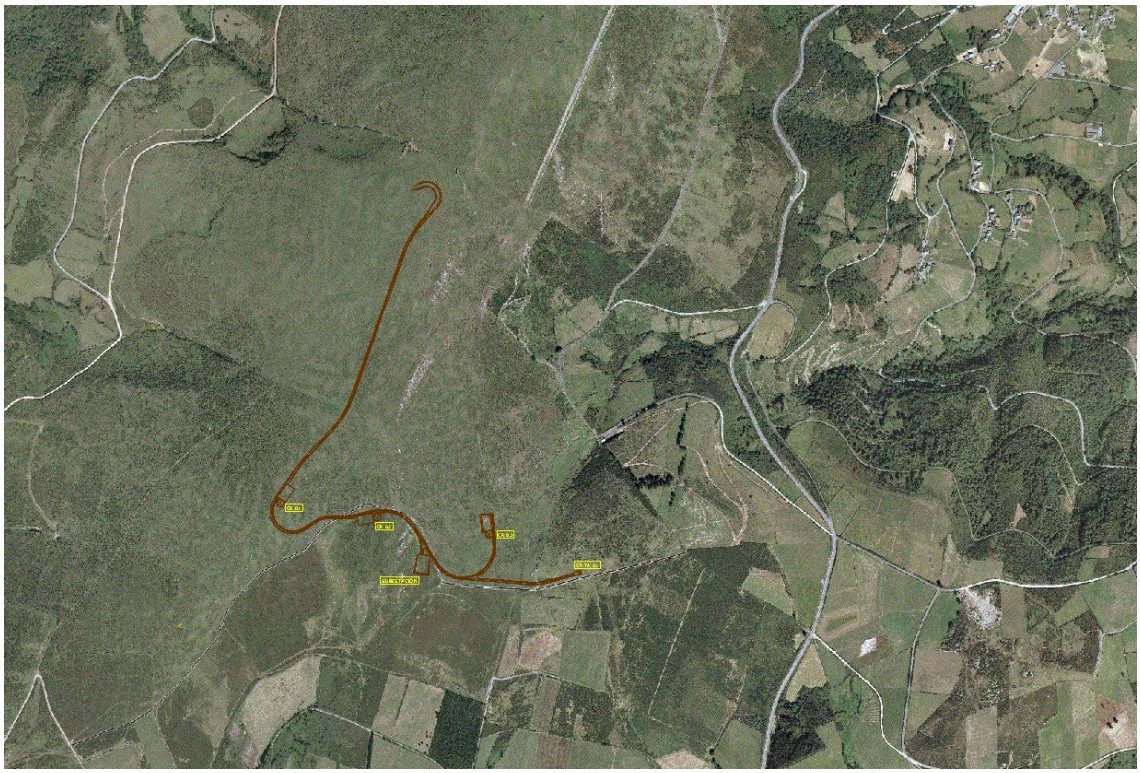


Figura 7 – Fotografía aérea del entorno paisajístico

4.2.1.3 Unidades basadas en la hidrología

La red hidrográfica del área es amplia como consecuencia de las precipitaciones elevadas y la litología. El monte en donde se ubica el parque eólico separa por el sur las cuencas del río Miño y por el norte la cuenca del Masma y del Eo.

En la configuración del paisaje y la formación de valles, hay que tener en cuenta los cursos de los ríos. Entre estos hay que destacar como más importantes los siguientes: río de Baus, río de A Brañas, río de A Manguela, rego de Turia y arroyos como el Machín.

Las cuencas hidrográficas del entorno del parque aparecen representadas en la siguiente imagen:

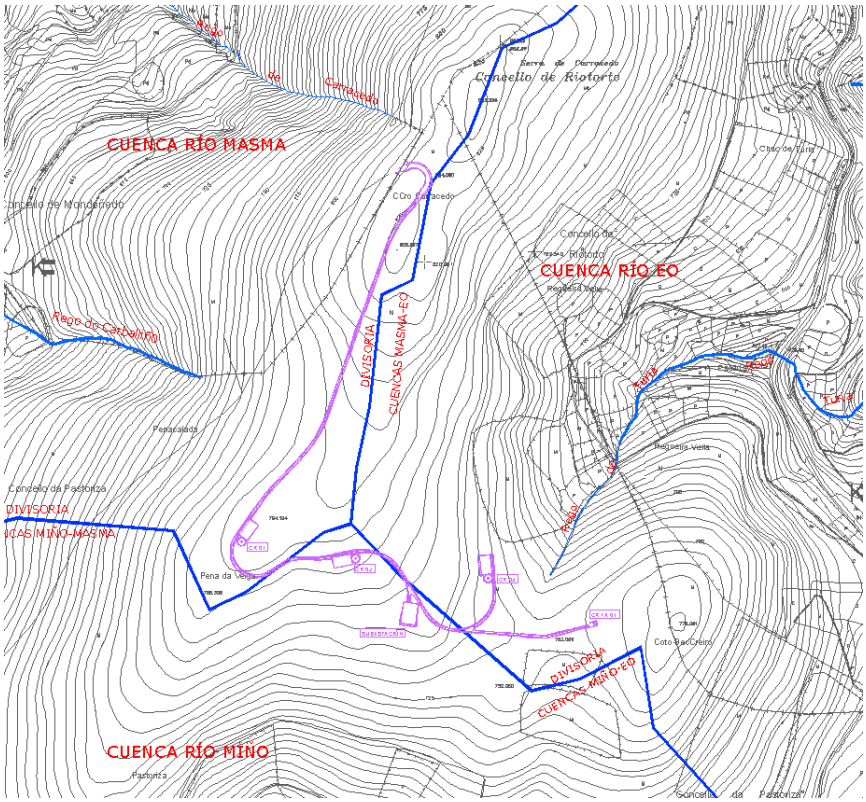


Figura 8 – Cuencas y red hidrográfica en la zona de estudio

A pesar de la abundancia de cursos de agua en el área, el parque eólico no llega a afectar a la red hidrológica en gran medida.

4.2.2 ELEMENTOS DE ORIGEN ANTRÓPICO

Las instalaciones del Parque Eólico Carracedo se encuentran emplazadas en el término municipal de A Pastoriza.

En la zona de afección del proyecto no se encuentran poblaciones, sino que éstas se sitúan a cotas mucho más bajas. Los núcleos más cercanos se sitúan a distancias superiores a 1 km, como es el caso de Abelleira, Os Albites y Os Currás. Se trata de núcleos con un reducido número de casas dedicados principalmente a la explotación forestal y agrícola, generalmente de tipología antigua.

Las mayores poblaciones se localizan hacia el sureste y se sitúan a distancias siempre superiores a los 2,5 km, siendo la más reseñable Santa María de Bretoña.

En el entorno próximo al área del proyecto existen actualmente diversidad de infraestructuras de origen antrópico: líneas eléctricas, antenas de telefonía y construcciones asociadas, carreteras y pistas, parques eólicos, etc.

Los elementos lineales se han agrupado, según su dirección dominante, para su estudio, según se muestra a continuación.

Horizontal: En esta dirección las estructuras más relevantes son las viarias y eléctricas.

Los principales componentes horizontales en la zona son las carreteras existentes en el entorno y las pistas forestales creadas para la explotación agroforestal. Una de las más destacados es la Autovía del Cantabrico A8 situada a 5.6 km de la zona de ubicación del proyecto. Otras carreteras presentes en el entorno son la LU-122, LU-124 y la LU-125.

En cuanto a las líneas eléctricas, en la zona existe la red de línea de alta tensión L.A.T. 132 kV Sub. Mondoñedo – Meira.

Es de destacar también la presencia de varias canteras de pizarra en activo en el entorno del proyecto, alguna de ellas muy próxima al mismo.

Vertical: Esta dirección imprime gran fuerza a las estructuras que las poseen. Se trata de los apoyos de las líneas que surcan la zona y los aerogeneradores de los parques eólicos próximos, tal como el parque eólico Farrapa.

Otros elementos verticales en la zona son una caseta y antena de telefonía, así como los apoyos de líneas eléctricas de baja tensión.

Figura 9 – Elementos verticales y horizontales presentes en el entorno de ubicación del parque eólico Carracedo.

4.2.3 ELEMENTOS DE ORIGEN TURÍSTICO Y PATRIMONIAL

Los ayuntamientos que rodean al parque eólico Carracedo, caso de A Pastoriza, Mondoñedo, y Riotorto, albergan varios elementos de interés turístico, tales como áreas recreativas, rutas, etc., además de otras que por su potencial turístico o patrimonial son merecedoras de su inclusión. En este caso se han tomado en consideración por su singular valor turístico o patrimonial los siguientes elementos:

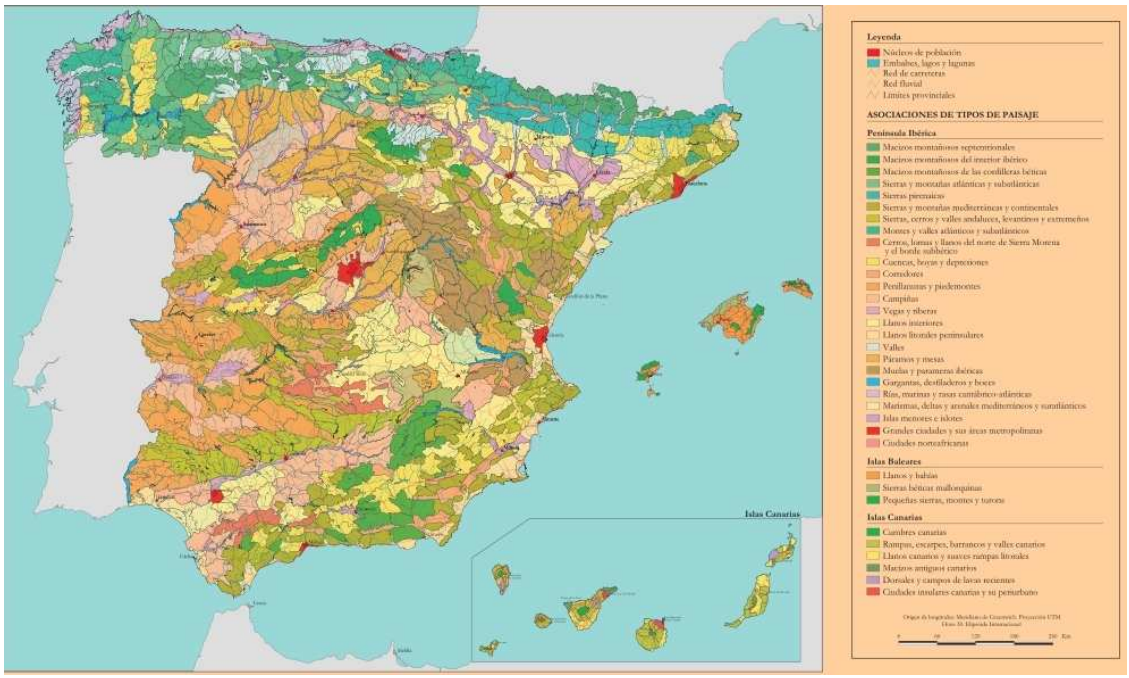
- ✓ El Camino Norte a Santiago de Compostela a su paso por el municipio de Mondoñedo.
- ✓ El Cruceiro Cristo del Fiouco y el Campo da Oso (municipio de A Pastoriza), donde anualmente se celebra la fiesta de la "Rapa das bestas de Campo da Oso".
- ✓ Áreas recreativas de Acebreiro y O Mazo (municipio de A Pastoriza).
- ✓ Cova do Rei Cintolo (municipio de Mondoñedo), actualmente la cueva más grande de Galicia con sus más de 7,5 km de galerías exploradas.
- ✓ Humedales pertenecientes al inventario de Humedales de Galicia.

4.3 UNIDADES DE PAISAJE

4.3.1 ATLAS DE LOS PAISAJES DE ESPAÑA

El *Atlas de los paisajes de España* es una obra cartográfica de referencia cuyo objetivo principal es la identificación y caracterización de los paisajes de todo el territorio español. Fue elaborado por el departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid, mediante un convenio con el Ministerio de Medio Ambiente.

La escala de trabajo utilizada en la tarea de identificación y delimitación sistemática de los paisajes peninsulares ha sido 1:200.00.



El método de trabajo desarrollado ha permitido llegar a una tipología jerarquizada compuesta por tres niveles según la escala empleada; *unidades de paisaje*, *tipos de paisajes*, y *asociaciones de paisaje*. A nivel básico, se han identificado y caracterizado un total de 1.263 unidades de paisaje. El segundo nivel es el que se ha llamado Tipo de Paisaje, de los que se han identificado, cartografiado y descrito un total de 116. Cada tipo resulta de la agrupación de unidades cuyas estructuras se repiten en el territorio. En el nivel más elevado se han definido las Asociaciones de tipo; agrupaciones que integran tipos próximos por su configuración topográfica, por sus características bioclimáticas y por semejanzas en los grandes rasgos de organización de los usos del suelo. En total se han distinguido 34 asociaciones, tanto peninsulares como insulares.

Según la cartografía del Atlas de los Paisajes de España, el Parque Eólico Carracedo se localiza dentro de la Asociación de paisaje *Sierras y Montañas Atlánticas y subatlánticas*, y tipo de paisaje denominado *Sierras gallegas y de la divisoria Astur-Leonesa*.

Sierras y Montañas Atlánticas y Subatlánticas

Forman parte de esta asociación un conjunto de alineaciones montañosas extendidas por Galicia, el oeste zamorano, el noroeste y norte de León y las regiones cantábricas hasta los montes vascos y navarros. Todos estos tipos de serranos tienen en común su posición norteña, lo que les otorga condiciones bioclimáticas atlánticas o subatlánticas, que se reflejan en la naturaleza de la cubierta vegetal y de los usos del suelo, así como altitudes moderas, no alcanzando sus cumbres los 2.000 m, abundando las máximas elevaciones entre los 1.200 m y los 1.600 m.

En las sierras gallegas, dependiendo de la naturaleza del roquedo y de las estructuras tectónicas, el paisaje serrano presenta tanto formas suaves y cumbres planas sobre litología cristalina, como perfiles aserrados sobre materiales cuarcíticos y pizarrosos. Las tierras altas y sierras galaico-zamorano-leonesas se caracterizan por la masividad de los relieves de cimas aplanadas, incididos por valles.

La altitud inferior es causa de un menor desarrollo de los pisos de vegetación y del escalonamiento de los usos. Las morfologías glaciares y periglaciares se reducen superficialmente, apareciendo las primeras sólo locamente en las cumbres más elevadas. No obstante, la abundancia y regularidad de las precipitaciones, en forme de nieve, durante el invierno, aunque no de manera permanente, permiten el desarrollo de formaciones vegetales boscosas higrófilas en las vertientes de orientación atlántica, con diferencia presencia de robledales y hayedos según las condiciones ecológicas.

El paisaje forestal boscoso de las cumbres y altas vertientes, que en ocasiones, como en algunas sierras gallegas aparece raso, contrasta con los praderíos, pastos, matorrales y tierras de cultivo que suelen ocupar el fondo de los valles y trepar por las laderas. Un sistema de asentamientos de carácter plenamente montano articula los terrazgos, los pastos y el uso de los montes arbolados, sobre la base de pequeños núcleos aldeanos, con cabeceras locales o comarcales más crecidas en el fondo de los valles más amplios.

La dinámica reciente de estos paisajes de sierras y montañas norteñas conoce simultáneamente dos procesos contrapuestos. Por una parte el abandono del uso y de la gestión de los recursos del monte pastoril y agrícola, con avance de la vegetación natural y de algunas repoblaciones forestales y, por otra, en las zonas más bajas y mejor comunicadas de las sierras y valles procesos más o menos desarrollados de industrialización y urbanización, que transforman radicalmente el paisaje.

Sierras gallegas y de la divisoria Astur-Leonesa

Las sierras gallegas proceden de la fracturación y desplazamiento de un zócalo paleozoico que corresponde a las raíces de una antigua cordillera de la era Primaria -Cordillera Hercínica-. Este zócalo fue intensamente deformado por la tectónica Alpina de la edad terciaria que, activando fracturas anteriores, produjo el levantamiento de algunos bloques y el hundimiento relativo de otros. Desde el punto de vista bioclimático las sierras se sitúan en la provincia Atlántica de la región Eurosiberiana, predominando en ellas las Carballeiras, bosques de *Quercus robur*, muy transformados y reducidos secularmente por el hombre, junto a los abedulares, reboleiras-bosques de *Quercus pyrenaica*-,etc. También cubren sus vertientes las castiñeiras (*Castanea sativa*), probablemente introducidas en el pasado, y las masas de pinares y eucaliptales de más reciente implantación, que sustituyen actualmente en gran medida a las formaciones boscosas naturales de las laderas. Éstas se cubren también, en amplias zonas, de extensos matorrales (tojales o *toxais*, brezales o *urces* y retamares o *xesteiras*), que han colonizado antiguos pastizales abandonados, al dejar de estar sometidos a la acción reiterada del fuego. Son paisajes poco poblados en su interior aunque lo están algo más en sus bordes. Los caminos medievales que confluyen en Santiago las atraviesan por diversos sectores.

4.3.2 UNIDADES PAISAJÍSTICAS DEL PLAN DE ORDENACIÓN DEL LITORAL

El Plan de Ordenación del Litoral de Galicia (POL), aprobado mediante el *Decreto 20/2011, de 10 de febrero, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Ordenación del Litoral*, tiene por objeto establecer los criterios, principios y normas generales para la ordenación urbanística de la zona litoral basada en criterios de perdurabilidad y sostenibilidad, así como la normativa necesaria para garantizar la conservación, protección y puesta en valor de las zonas costeras.

Según la documentación gráfica y cartográfica del POL, se han definido y caracterizado un total de 642 unidades de paisaje, 428 de tipo litoral y 214 prelitorales, en función de las características topográficas y fisiográficas de la costa. Para cartografiar las diferentes unidades de paisaje se ha utilizado una escala 1:5.000.

Del total de unidades paisajísticas, 441 unidades están incluidas dentro del ámbito de aplicación del POL, ámbito delimitado a partir del estudio de las cuencas vertientes de la zona litoral.

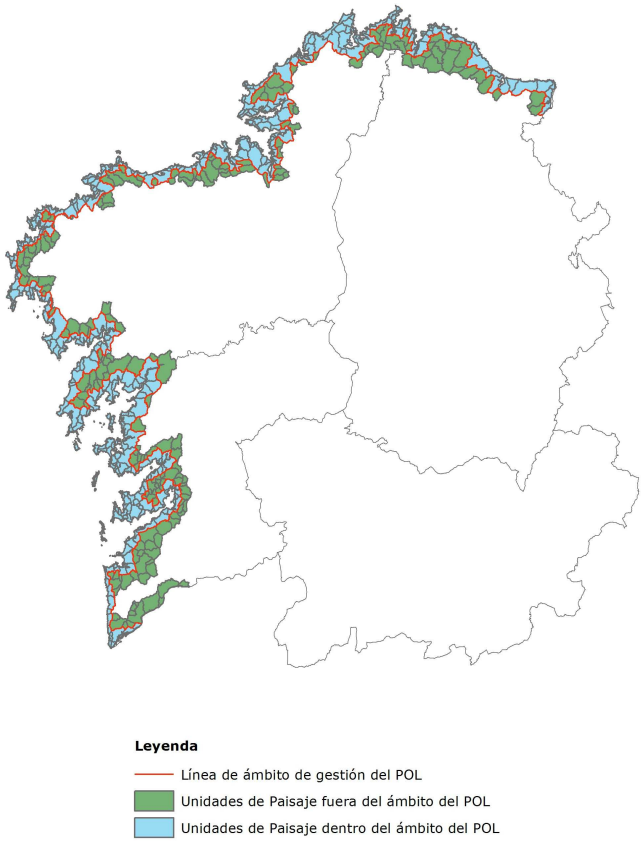


Figura 10 – Unidades de paisaje del POL

Una vez comprobada la cartografía del POL, es de señalar que el Parque Eólico Carracedo no se localiza dentro de ninguna unidad de paisaje definida en el Plan de Ordenación del litoral.

4.3.3 UNIDADES DE PAISAJE LOCALES

La división espacial de un territorio en unidades de paisaje, cuya respuesta visual y ecológica sea homogénea, permite obtener una mayor información sobre sus características y facilitar por tanto su tratamiento, además de suponer un importante punto de partida para cualquier evaluación.

Para el estudio a nivel local se ha escogido una escala de representación de 1:15.000 que permite apreciar la inserción del parque en el lugar y los componentes básicos que lo rodean, resultado del análisis de los elementos paisajísticos de su entorno (ver plano I1095-05-AN-05-PL 01: Componentes del Paisaje).

A nivel territorial, para la delimitación de las principales unidades de paisaje, se ha optado por usar criterios principalmente fisiográficos e hidrográficos pues son un elemento diferenciador y caracterizador de este territorio, si bien se han tenido también otros elementos tales como vegetación y usos del suelo (ver plano I1095-05-AN-05-PL 02 Unidades de paisaje).

Así, se distinguen tres **unidades del paisaje** que presentan características diferentes tanto en lo que respecta a los elementos del paisaje analizados (geomorfología, vegetación y elementos antrópicos) como en lo referente al potencial de visualización y a la exposición de la actuación.

1. Altos del Monte de Carracedo

Es la unidad en donde se sitúan las infraestructuras del parque, ya que la totalidad de las mismas se emplazan en la cumbre del Monte de Carracedo, zona muy redondeada, prácticamente llana, por su formación antigua. La vegetación predominante es matorral-pastizal; esta formación sirve de sustento a la amplia cabaña ganadera que, en régimen de cría extensivo, vaga por la zona. Las pendientes asumen valores moderados casi nulos en laS zonas de cumbre, y se incremente ligeramente en el borde de la unidad.

2. Laderas y Montes

En esta subunidad se incluyen las zonas de cota intermedia entre las cumbres del Monte Carracedo y los valles que lo rodean. Aquí se engloban las laderas del Monte de Carracedo y los Altos de As Brañas, Xemil y Chao de Muria. Las laderas y los altos citados, de pendientes de moderadas a fuertes, están cubiertas de repoblaciones forestales en alternancia con prados, masas de frondosas y matorrales densos. En cuanto a la componente antrópica, hay que señalar en esta subunidad la presencia de varias canteras en explotación en la actualidad y de un parque eólico en tramitación (P.E. A Pastoriza) que se localizará en el alto Chaos de Murias.

3. Valles del Baus y del Turia

Esta subunidad está definida por los valles en V del río Baus y del rego de Turia. Aquí se asientan pequeños núcleos rurales como "A Abelleira", "A Pena do Couso" e "A Braña", siendo la vegetación predominante matorral, prados, masas de repoblaciones forestales, si bien hay que destacar la presencia de bosques autóctonos tales como robledales y castañares así como comunidades arbóreas ligadas a las ribera de los cauces.

4.4 CALIDAD Y FRAGILIDAD DE LAS UNIDADES DE PAISAJE

1. Monte de Carracedo

El cordal montañoso de Carracedo destaca por su potencialidad de visualización (las vistas son amplias e impactantes) así como por sus características intrínsecas (brezales en cuya matriz pueden encontrarse embebidos pequeños afloramientos rocosos, muestras de formaciones turfófilas y pequeñas charcas temporales); su calidad puede considerarse como alta.

Cabe calificar a la fragilidad de esta unidad como media- alta, atendiendo a que existe un tipo de vegetación de porte bajo (matorrales, prados, etc.) con poca capacidad de absorción visual y a la accesibilidad visual de esta unidad que puede considerarse como media, con tramos de carretera que dan acceso al parque, numerosas carreteras desde las que se divisa la zona y varios pueblos próximos. que dan uso a las vías de comunicación existentes.

4. Laderas y Montes

La cuenca visual de esta unidad es relativamente amplia si bien la calidad intrínseca del paisaje, en general, puede considerarse media, con vegetación muy variada y presencia de actuaciones humanas entre las que destacan las canteras existentes, bastante agresivas visualmente. La calidad visual puede calificarse como media.

La fragilidad visual intrínseca de esta unidad puede considerarse media debido al tipo de vegetación, la cual posee cierta capacidad de absorción visual; la accesibilidad visual, en este caso es media-alta, con tramos de carretera de exposición alta como es la Autovía del Cantábrico (A8). La fragilidad visual adquirida puede calificarse como media-alta.

5. Valles del Baus y del Turia

La topografía de la zona da lugar a una cuenca visual relativamente pequeña, si bien la calidad intrínseca del paisaje es alta, con robledales y vegetación de ribera, que aportan un interés natural al entorno.

La fragilidad del paisaje se considera media-baja: vegetación predominante de alto porte que reduce la susceptibilidad del entorno y la accesibilidad visual media con presencia de núcleos habitados próximos al parque (A Abelleira, A Pena do Couso, etc.) y carreteras bastante frecuentadas (LU-122).

Resumen

Unidad de Paisaje	Subunidad de paisaje	Calidad	Fragilidad
Cuencas del Batán, Miño y Eo	Monte de Carracedo	Alta	Alta
	Laderas y montes	Media	Media-Alta
	Valles del Baus y del Turia	Alta	Medio-Baja

Tabla 1 –Calidad y fragilidad visual de las unidades y subunidades de paisaje locales

Figura 11 – Panorámica tomada desde la zona de ubicación del parque en dirección oeste.

En la imagen puede verse la futura autovia del Cantábrico y del parque eólico Farrapa, situado en el Alto do Rego Seco.

Figura 12 – Panorámica de la parroquia de Bretoña tomada desde la ubicación de la máquina CR02

Figura 13 – Vista de la zona de ubicación del parque eólico, tomada desde "Os Curras"

5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

5.1 ANÁLISIS DE CONDICIONANTES AMBIENTALES

Para el diseño y emplazamiento del parque eólico Carracedo se ha llevado a cabo un estudio de alternativas a diferentes escalas espacio-temporales, donde se han tenido en cuenta criterios tanto técnicos como ambientales, socioculturales y económicos, y que se describe con detalle en el estudio de impacto ambiental.

Como parte del análisis de alternativas realizado se contempla el impacto visual y paisajístico para cada alternativa, esbozado en el apartado correspondiente del EIA y desarrollado aquí de forma completa, evaluando desde el punto de vista paisajístico la incidencia visual sobre el entorno y los puntos de observación del paisaje. Se indican a continuación los criterios y factores paisajísticos que se han definido para analizar las alternativas de diseño:

CRITERIOS DE DISEÑO		
Factores intrínsecos (paisaje)	Relieve	Mínima afección sobre la topografía y el suelo
	Vegetación	Mínima afección, especialmente a hábitats protegidos.
	Hidrología	Mínima afección
Visibilidad	Cuencas visuales	Menor incidencia visual
Accesibilidad visual	Mínima posible	
Viales de nueva construcción	Menor afección posible al medio	
Plataformas de montaje y aerogeneradores	Menor afección posible al medio	

Tabla 2 – Criterios de diseño

5.2 SELECCIÓN DEL DISEÑO

De cara al diseño final del parque, se ha procedido a delimitar el emplazamiento idóneo del mismo en el ADE elegido, en atención tanto a criterios técnicos como ambientales, tal como se muestra en el punto Análisis de Alternativas del EIA.

Las restricciones expuestas de cara al diseño implican que la generación de posibles alternativas se haya visto muy reducida. El hecho de que el ADE Carrecedo cuente con una superficie muy reducida ha limitado también considerablemente la posibilidad de estudio de diferentes diseños. Así, de cara a la toma de decisión final se han generado únicamente dos alternativas viables.

En el primer caso estudiado el parque eólico estaría compuesto por tres máquinas de potencia unitaria de 3MW; en el segundo caso también se consideraron tres máquinas de 3 potencia unitaria de 3 MW, pero con disposición diferente.

Las características y diferencias de las dos alternativas estudiadas se resumen a continuación:

CONCEPTO	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA III
Modelo aerogenerador	Vestas V112	Vestas V112
Potencia unitaria aerogenerador	3 MW	3 MW
Altura de buje	119 m	119 m
Diámetro del rotor	112 m	112 m
Altura total	175 m	175 m
Nº Máquinas	3	3
Superficie de ocupación	17.092	16.757

Tabla 3 – Características de las dos alternativas.

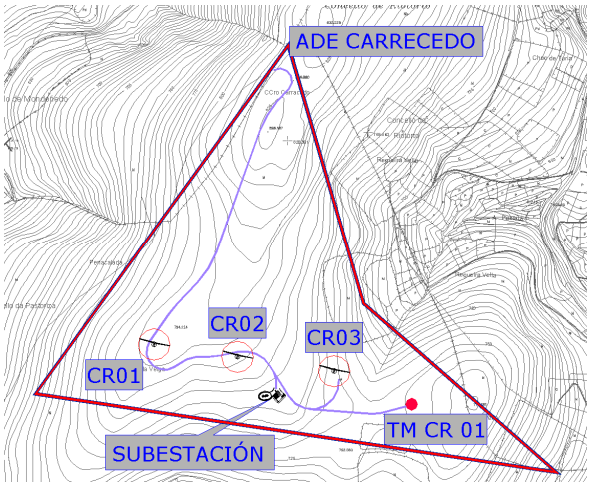


Figura 14 – Esquema general de la planta de la alternativa I.

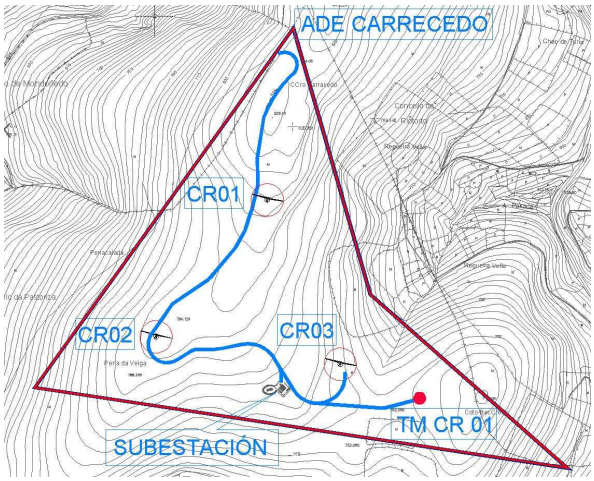


Figura 15 – Esquema general de la planta de la alternativa II.

5.3 ANÁLISIS COMPARATIVO

La existencia de los aerogeneradores es, con mucho, el factor que produce mayor impacto estético de todas las construcciones de un parque eólico. El efecto visual que producen depende, entre otros factores, de la apariencia del aerogenerador (modelo), de su disposición geométrica en el terreno (simple o alineada, número de máquinas, etc.) y de la distancia al punto de observación.

Para comparar la incidencia visual entre las dos alternativas, se ha analizado la visibilidad teórica a partir de sus cuencas visuales, en un radio de influencia de 10 km, utilizando para ello un Modelo Digital del Terreno (MDT) de resolución 10 metros, la posición y características de cada tipo de máquina (altura de buje) y una altura de observación de 1,75 m.

Como zona de influencia visual (radio de 10 km) se ha considerado el entorno cercano al parque con representatividad suficiente como para valorar cuál de las alternativas es la mejor. Además, se cuenta con información más precisa y detallada para esta escala de trabajo.

Tal y como ya se comentó, para este estudio no se considera ningún apantallamiento que no fuera el propio relieve de la zona, es decir, se excluyen los escudos arbóreos, edificaciones y los posibles efectos meteorológicos atenuantes (niebla, bruma, incidencia de la luz solar, etc.), y suponiendo en todos los casos el mejor fondo escénico.

Las cuencas visuales no permiten evaluar en sí mismas el impacto visual potencial de un parque eólico, sin embargo sí que son una herramienta muy útil para comparar la visibilidad de diferentes escenarios y diseños de un parque.

Las zonas teóricas visuales indican las áreas desde donde el parque puede ser visto y ayudan a determinar la naturaleza o magnitud del impacto visual.

En la imagen siguiente se puede apreciar el análisis comparativo de visibilidad realizado para cada una de las alternativas:

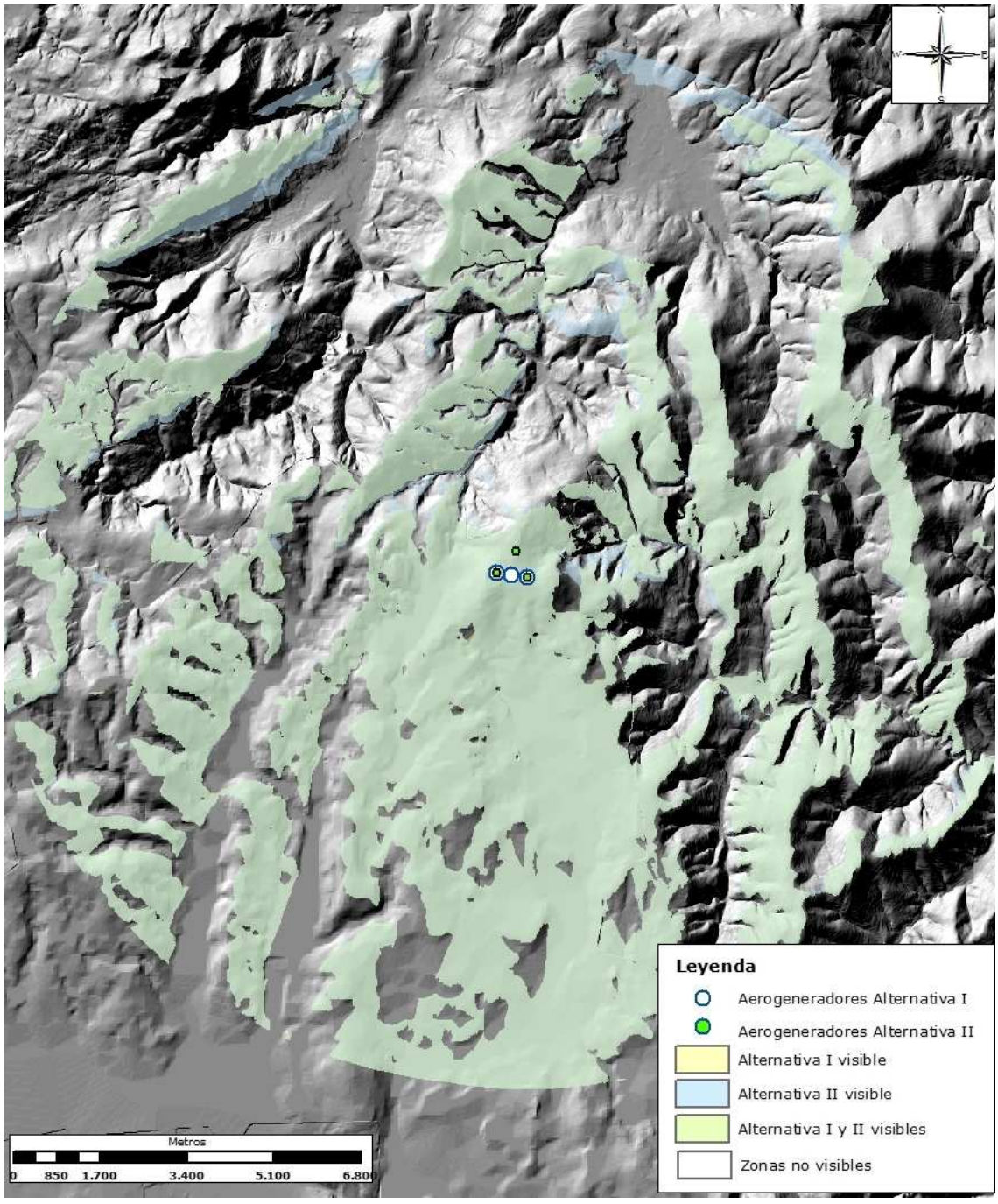
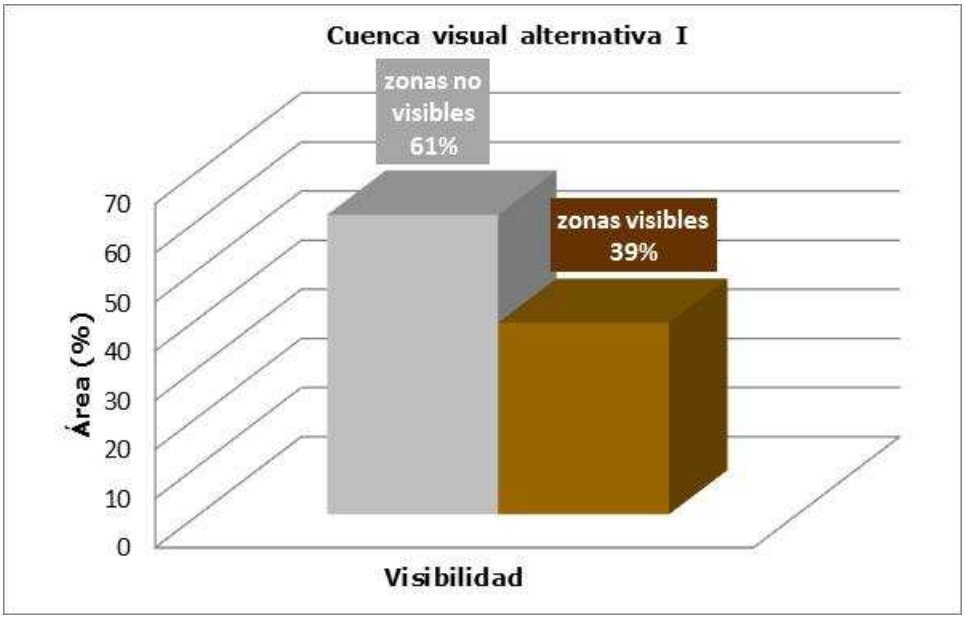


Figura 16 – Cuenca visual de las alternativas estudiadas

Al analizar la cuenca visual, se puede calcular el porcentaje de superficie afectada (zonas visibles) y no afectada (zonas no visibles) por las dos alternativas, escogiendo como óptima aquella que implique una menor afección visual sobre el medio y sobre los puntos de observación del paisaje.



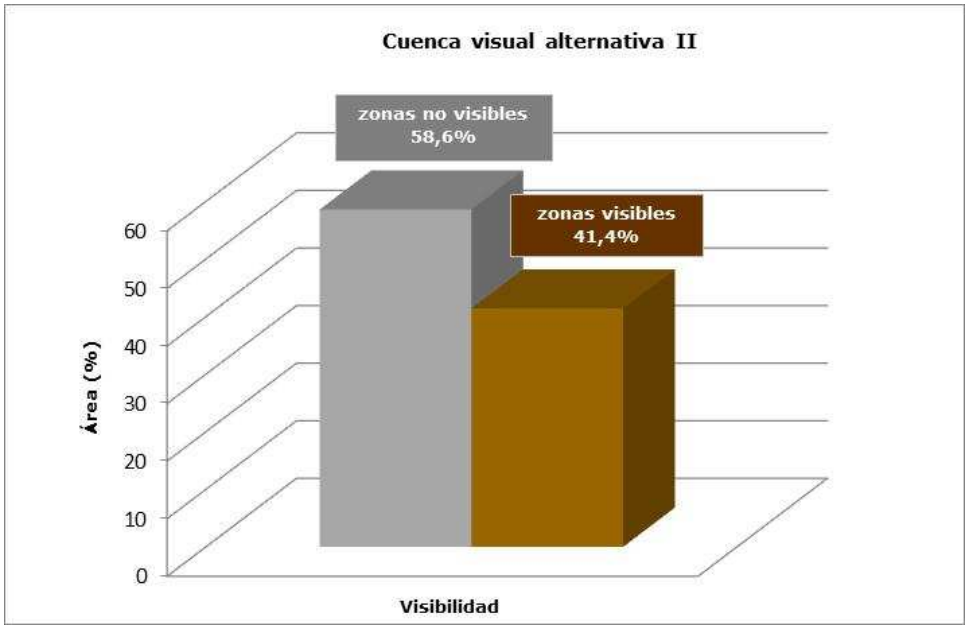


Figura 17 – Porcentajes de visibilidad para cada alternativa

Teniendo en cuenta que los aerogeneradores implican una intrusión visual en el paisaje, y que su incidencia visual depende no solo de la superficie visible sino también del número potencial de observadores y de la percepción e interés del observador, se ha analizado la accesibilidad visual para cada alternativa desde diferentes puntos de observación (elementos de interés turístico o patrimonial, núcleos de población, itinerarios paisajísticos, carreteras, miradores, etc.).

En la tabla siguiente se resume el porcentaje de visibilidad y la accesibilidad visual para cada alternativa atendiendo tanto al conjunto de puntos de observación seleccionados, como a aquellos que se consideran más susceptibles por su interés turístico o por la concentración de observadores (véase punto 6.1.2). Así, para la comparación de las dos alternativas se han seleccionado un total de 28 puntos de observación elegidos entre núcleos urbanos con mayor número de habitantes, carreteras principales y puntos de mayor interés turístico/natural/cultural. El parámetro de accesibilidad visual tiene en cuenta bien los puntos visibles en relación con el número total de puntos de observación considerados, bien los puntos de mayor interés visibles, atribuyendo un peso mayor a estos últimos. El valor de Accesibilidad Visual se calcula a través de la aplicación de la fórmula:

$$AV = [2 * (PIV/POV)] + (POV/POT)$$

Con:

AV: Accesibilidad visual

PIV: Nº puntos de interés visibles

POV: Nº puntos de observación visibles

POT: Nº puntos de observación totales

El valor de la Accesibilidad visual se reparte según la clasificación:

Accesibilidad Alta: $AV > 1,6$

Accesibilidad Media: $0,8 < AV < 1,6$

Accesibilidad Baja: $AV < 0,8$

Parámetro	Alternativa I	Alternativa II
Porcentaje visibilidad	39 %	41,4%
Nº puntos observación visibles	11	12
Puntos de observación de particular interés visibles	7	8
Accesibilidad visual	1,7	1,8

Tabla 4 – Comparación parámetros de análisis de la visibilidad en las tres alternativas.

Analizados en detalle los condicionantes y factores paisajísticos, se puede concluir:

- Que la alternativa I afecta en mayor proporción a la vegetación y a la topografía del entorno al afectar a una mayor superficie con la construcción de plataformas de montaje y viales, si bien la diferencia de ocupación entre ambas alternativas no es muy significativa.

- Que la alternativa II presenta un accesibilidad visual ligeramente superior a la I, además presenta un porcentaje de visibilidad significativamente mayor que la primera y resulta visible desde un mayor número de puntos de observación y de especial interés.

- Que la distribución lineal de los aerogeneradores de la alternativa I genera menor distorsión que la disposición triangular de la alternativa II, que puede causar cierta impresión de ordenación caótica.

5.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Para el diseño del parque se ha considerado como uno de los criterios prioritarios minimizar la afección visual sobre el entorno paisajístico. El emplazamiento de los aerogeneradores con sus instalaciones asociadas (subestación, viales, etc.) se plantea en todo su diseño por terrenos de carácter natural, agropecuario o forestal aprovechando al máximo posible las vías existentes y reduciendo en la medida de lo posible la superficie de afección sobre la vegetación, el suelo y la hidrología.

La opción más favorable es la representada por la alternativa I, constituida por un diseño simple y ordenado con un número total de 3 aerogeneradores.

Esta alternativa, resulta más compatible con la preservación de los valores paisajísticos del entorno, lo cual se justifica por lo siguiente:

- Presenta un diseño que reduce la accesibilidad visual del parque
- Minimiza la superficie de afección visual sobre el entorno paisajístico
- Su diseño y emplazamiento reduce la afección paisajística de la instalación.

Por todo ello se entiende que la Alternativa I representa la solución más favorable para resolver la construcción e instalación del parque eólico Carracedo dentro del Área de Desarrollo Eólico (ADE) denominada Carrecedo.

6 EVALUACIÓN DE IMPACTO VISUAL Y PAISAJÍSTICO

En primer lugar, conviene diferenciar entre lo que significan los impactos paisajísticos (cambios físicos en la estructura y características del paisaje existente), y los impactos visuales (modificaciones de la calidad estética del escenario paisajístico).

Respecto al impacto visual, no hace falta reseñar la dificultad de evaluación del mismo, ya que si bien es verdad que cualquier estructura vertical con partes móviles destaca en el paisaje y atrae la atención del observador, no es menos verdad que esta reacción es subjetiva y difícil de cuantificar, ya sea positiva o negativamente.

Los aerogeneradores son elementos extraños en un paisaje natural y modifican su contemplación y disfrute. Por consiguiente, la instalación de un parque eólico supone una modificación de la calidad estética del escenario paisajístico, también conocida por impacto visual, cuyo efecto es necesario analizar tanto si los lugares de instalación tienen protección legal como si carecen de ella.

En relación a los impactos paisajísticos derivados de la ejecución del parque, éstos van a depender fundamentalmente de la calidad y fragilidad intrínseca del paisaje, así como del tipo de actuación llevada a cabo.

En cuanto a la plataforma, debido a su considerable tamaño y a su posición, supone cierta alteración del relieve de la zona, pues su ejecución conlleva en algunos casos la modificación del perfil del terreno en el que se asienta. Sin embargo, debido a sus posiciones en la en las zonas de menos pendiente del monte de Carracedo, no supondrá modificaciones significativas del perfil original del terreno. Asimismo, la zona está ocupada por un matorral-pastizal degradado con un índice de naturalidad bajo.

En cuanto a los viales, para acceder a la zona de instalación se aprovechan los ya existentes (impacto nulo), proyectándose unos 2.447 m de vial nuevo.

Como en cualquier otro tipo de instalación, conviene separar los efectos sobre el paisaje en la fase de obras y en la de funcionamiento, debido a su distinta duración.

Durante la **fase de obra** de un parque eólico tienen lugar modificaciones temporales de las características estéticas del paisaje, que se pueden resumir en un aumento de los componentes derivados de acciones humanas, temporal y de corta duración, al estar limitadas a la fase de obra, y por las características de los elementos que se introducen (grúas, camiones de gran tonelaje, etc.).

Es interesante resaltar que la ejecución del parque, al tratarse de tan solo 3 aerogeneradores, será de duración corta y de carácter temporal, además, los aerogeneradores VESTAS presentan un sistema compacto de montaje que permite ahorrar tiempo.

En la **fase de funcionamiento** se consideran los elementos que perduran a lo largo de la vida del parque. La vida útil actual de este tipo de aerogeneradores, así como su protección especial contra la corrosión permiten reducir también las labores de mantenimiento, y por consiguiente, las actividades humanas en la zona.

En cuanto a los **viales**, para acceder a la zona de instalación se aprovechan en parte viales ya existentes (impacto nulo), pero además es necesaria la apertura de nuevas pistas. Se producirá distinto grado de impacto visual dependiendo tanto de la topografía de la zona por la que se proyectan (en concreto la pendiente), como de la característica del color del material geológico utilizado para la construcción de la capa de rodadura. Cuanto más claro y luminoso sea el color de los viales, mayor será el grado de incidencia visual de la obra en el entorno debido al contraste de color con la vegetación. Los materiales empleados, preferentemente zahorra oscura, y los trabajos posteriores de restauración vegetal permitirán integrar los viales con su entorno.

En este caso la zona de afección de los viales correspondería con un matorral-pastizal disperso, con un índice de naturalidad medio-bajo.

El impacto del proyecto sobre el paisaje es de tipo continuo, bastante puntual por el reducido tamaño del proyecto y de su afección, y reversible cuando finalice su vida útil y se desmantele la infraestructura. En todo caso es un impacto de percepción subjetiva que puede tener connotaciones positivas o negativas para cada observador.

6.1 ANÁLISIS DE VISIBILIDAD

Tres han sido los análisis básicos que se han desarrollado para evaluar el impacto visual que puede conllevar la implantación del parque eólico Carracedo: **cuencas visuales**, **líneas de visión** y **simulación visual**.

Al analizar la visibilidad se tienen en cuenta los siguientes factores:

1. Distancia del área estudiada. La percepción varía mucho en función de la distancia: a medida que el observador se aleje de las instalaciones proyectadas, sus detalles dejarán de percibirse, hasta un lugar en que el objeto completo deja de ser perceptible. La calidad de la percepción visual disminuye, por tanto, con la distancia.

2. Puntos de observación: carreteras existentes, núcleos de población, miradores, playas, etc.

3. Topografía. En función de la geomorfología del terreno se identifican unas zonas de sombra o no visibles, y las zonas visibles.

4. Pantallas visuales. Existen una serie de elementos en el paisaje, fundamentalmente vegetales pero también topográficos, que producen apantallamiento visual.

5. Diseño del parque: instalaciones como la subestación, los aerogeneradores, viales, etc.

Para este análisis no se considera ningún apantallamiento que no fuera el propio relieve de la zona, es decir, se excluyen los escudos arbóreos, edificaciones y los posibles efectos meteorológicos atenuantes (niebla, bruma, incidencia de la luz solar, etc.), y suponiendo en todos los casos el mejor fondo escénico.

Para realizar el análisis de visibilidad se van a tener en cuenta los siguientes criterios:

- Incidencia visual alta; cuando el porcentaje de visibilidad del parque sea superior al 65%.

- Incidencia visual media; cuando el porcentaje de visibilidad del parque esté comprendido entre 35 y el 65%.

- Incidencia visual baja; cuando el porcentaje visible del parque sea inferior al 35%.

6.1.1 CUENCAS VISUALES

La visibilidad y el impacto visual de un parque eólico están relacionados con la distancia de observación, así como otros aspectos como el clima, el relieve y el diseño del parque.

La existencia de los **aerogeneradores** es, con mucho, el factor que produce mayor impacto estético de todas las construcciones de un parque eólico, independientemente de su grado de aceptación. El efecto visual que producen es permanente a lo largo de la vida del parque y debido a la altitud de las zonas en que se ubican, el área de visibilidad es muy amplia

Las categorías de visibilidad e impacto visual en relación a estos criterios son muy diversas, aunque aquí se sugieren las siguientes:

- En paisajes abiertos a distancias hasta los 3 km, la máquina se percibe como un objeto prominente. Es la zona de implantación de las instalaciones y el entorno inmediato al parque.

- Entre 3 y 10 km, solo será percibido claramente en buenas condiciones de visibilidad, y como parte integrante de un paisaje más amplio. Es la zona de influencia del proyecto y corresponde a la zona de composición paisajística. Esta área es útil para definir la configuración del parque eólico así como para el estudio de los potenciales impactos paisajísticos.

- Entre 10 y 20 km, solo será visto en muy buenas condiciones de visibilidad y como parte integrante de un paisaje más amplio. Es la zona que engloba todos los impactos potenciales del proyecto y engloba el entorno más lejano del parque.

- Por encima de 20 km, solo será visto en muy buenas condiciones de visibilidad y como un elemento menor del paisaje.

Para el análisis de las cuencas visuales se han considerado los aerogeneradores ya que, de todas las instalaciones del parque, representan el elemento de mayor impacto visual, bien por sus altitud y localización en las cotas más altas (y consiguientemente más visibles), bien por sus características intrínsecas de color y movimiento que atraen la atención del observador.

Para este caso, se ha analizado la visibilidad de la instalación prevista en un radio máximo de 10 km, tomando como punto de origen la ubicación del parque eólico. Para ello se ha calculado la cuenca visual de cada aerogenerador tomando como referencia la altura del buje (119 m) propuesta en el proyecto del Parque Eólico Carracedo, la altura de observación (1,75 m) y un Modelo Digital del Terreno (MDT) de resolución 50 metros (SITGA).

Para completar el análisis, se han realizado varios perfiles visuales entre los aerogeneradores del parque y varios puntos de observación seleccionados a partir del análisis de componentes del paisaje (elementos de interés turístico o patrimonial, zonas de alta accesibilidad visual como núcleos y carreteras etc.). Este punto se trata en el siguiente apartado.

Para evaluar el grado de incidencia visual del parque sobre el paisaje y los elementos del mismo, se establece un gradiente en función del número de aerogeneradores vistos. Para este caso, se consideran los siguientes intervalos de visibilidad:

CLASES	NÚMERO DE AEROGENERADORES VISTOS
Zonas no visibles	0
Exposición baja	1
Exposición media	2
Exposición alta	3

Tabla 5 – Grados de exposición visual

En el plano I1095-05-AN-05-PL 03 CUENCAS VISUALES se puede ver el resultado del análisis de cuenca visual realizado.

Para un análisis en profundidad de la visibilidad del parque se ha considerado como ámbito de estudio un radio de 10 km. alrededor del parque. Una vez obtenida la exposición visual del parque se han calculado los porcentajes de superficie que ocupan cada una de las clases de visibilidad en un radio de 1, 3, 5, y 10 km. La delimitación de estas zonas de radio responde a criterios de impacto visual, considerándose el primer radio como de incidencia visual muy alta, el segundo de incidencia alta, el tercero de incidencia visual media y el cuarto de incidencia baja.

CLASES	SUP. (km²)	%	Nº DE CELDAS
Zonas no visibles	198,9	61	1989166
Exposición baja	9,8	3	97670
Exposición media	16,8	5,1	168506
Exposición alta	100,7	30,9	1007149

Tabla 6 – Valores calculados a una distancia máxima de 10 km.

CLASES	SUP. (km²)	%	Nº DE CELDAS
Zonas no visibles	38,9	45,9	388600
Exposición baja	4	4,7	40005
Exposición media	7,2	8,6	72545
Exposición alta	34,5	40,8	344680

Tabla 7 – Valores calculados a una distancia máxima de 5 km.

CLASES	SUP. (km²)	%	Nº DE CELDAS
Zonas no visibles	11	34,6	110528
Exposición baja	2,3	7,3	23198
Exposición media	4,3	13,5	43021
Exposición alta	14,2	44,6	142262

Tabla 8 – Valores calculados a una distancia máxima de 3 km.

CLASES	SUP. (km²)	%	Nº DE CELDAS
Zonas no visibles	0,5	12,5	5441
Exposición baja	0,6	14	6096
Exposición media	0,8	17,6	7641
Exposición alta	2,4	55,9	24290

Tabla 9 – Valores calculados a una distancia máxima de 1 km.

El gráfico siguiente resume los porcentajes de las clases de visibilidad consideradas en función de la distancia.

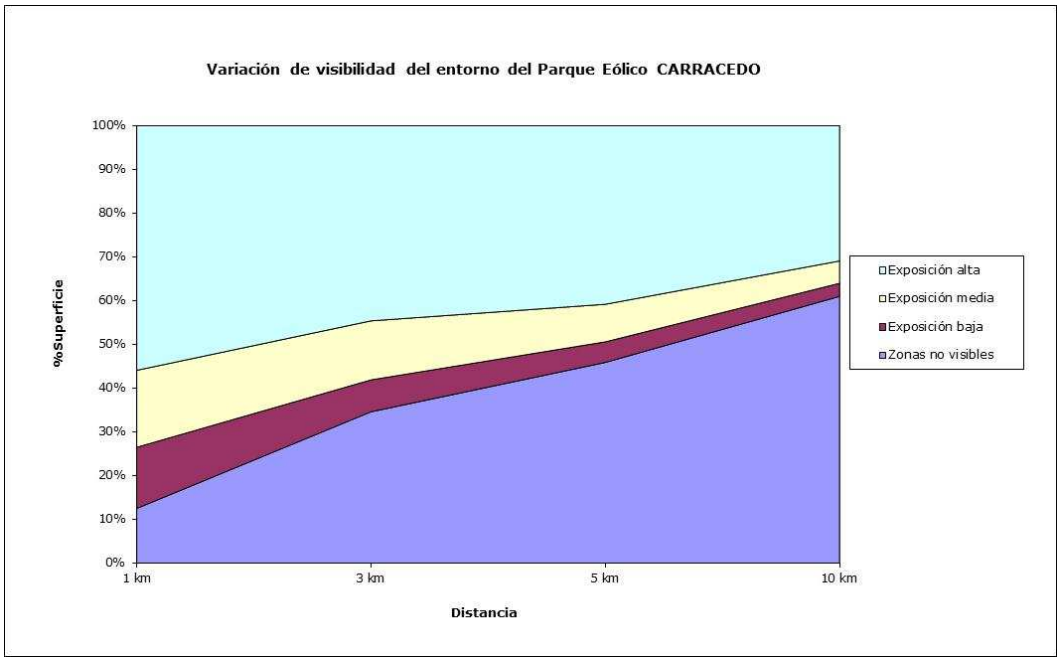


Figura 18 – Gráfico de variación de la visibilidad del entorno del parque eólico Carracedo

Del análisis realizado se pueden extraer la siguiente conclusión:

La superficie con visibilidad nula, es decir, aquella desde la que no se vería el parque, considerando un radio de 10 km, presenta un porcentaje del 61%. En cambio a un radio de 1 km, la proporción de superficie en la que la instalación no se ve se reduce a 12,5%. Si se observa el gráfico, se aprecia claramente que a medida que aumenta la distancia aumenta el porcentaje de zonas no visibles, concentrándose éstas en la cara oeste y este del parque, donde el relieve es más accidentado (ver plano I1095-05-AN-05 PL 03 CUENCAS VISUALES).

6.1.2 LÍNEAS DE VISIÓN, SUSCEPTIBILIDAD Y FRECUENCIA DE OBSERVACIÓN

La extensión del impacto visual del PE Carracedo se asociará con el área de visibilidad del mismo en relación con los elementos de valor paisajístico y la frecuencia de observación (núcleos, carreteras, miradores, espacios de interés, etc.).

Para analizar con mayor detalle el impacto visual de los aerogeneradores se ha realizado un estudio de visibilidad a partir de perfiles o líneas de visión. Para ello se seleccionaron varios puntos de observación y desde esos puntos se lanzaron visuales (a modo de perfiles longitudinales) a los aerogeneradores.

Se han elaborado un total de 56 diagramas de intervisibilidad resultado de haber seleccionado los 2 elementos del Parque Eólico Carracedo con posiciones más representativas (aerogeneradores nº 1 y 2, pues su situación es la más central y además ocupan las zonas de mayor altitud) y de haber considerado 28 puntos significativos desde los que podrían ser visibles los distintos elementos del parque eólico.

Como puntos de observación se han escogido:

- Núcleos presentes en un radio de 3 km con población igual o mayor de 100 habitantes: Bretoña.

- Núcleos presentes en un radio de 10 km con población igual o mayor de 1000 habitantes: Mondoñedo.

- A mayores se han incluidos varios núcleos de población próximos al parque: Albites, Outeiro y A Abelleira; también se ha incluido el núcleo de población de A Pastoriza.

- Como carreteras más frecuentadas: la N-634, la LU122, LU-124, LU-125. También se ha incluido un punto de la Autovía del Cantábrico (A-8), en construcción actualmente.

- Como elementos de interés turístico: Campo do Oso y Cruceiro Cristo del Fiouco, el Camino Norte de Santiago (situado a una distancia superior a los 7,5 km), área recreativas, espacios protegidos como el LIC Serra do Xistral y el LIC Ría de Foz-Masma (en éste último caso como punto de observación se ha escogido el humedal Ameneiral de Mondoñedo incluido en dicho LIC), Cova do Rei Cintolo y otros humedales incluidos en el inventario de humedales de Galicia.

En la siguiente tabla se especifican los distintos puntos de observación considerados, así como los aerogeneradores avistados; en la figura sucesiva, su localización en el mapa.

PERFIL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	X-UTM Punto observación	Y-UTM Punto observación	VISIBLE	PUNTO DEL PARQUE CONSIDERADO
1A	PON01*	Núcleo de población de Mondoñedo	632696	4809949	NO	Aerogenerador nº 1
1B					NO	Aerogenerador nº 2
2A	PON02*	Núcleo de población de Bretoña	636521	4800002	SI	Aerogenerador nº 1
2B					SI	Aerogenerador nº 2
3B	PON03	Núcleo de población de Albites	636829	4801547	SI	Aerogenerador nº 1
3B					SI	Aerogenerador nº 2
4A	PON04	Núcleo de población de Outeiro	635916	4801185	SI	Aerogenerador nº 1
4B					SI	Aerogenerador nº 2
5A	PON05	Núcleo de población de A Abelleira	637701	4803735	NO	Aerogenerador nº 1
5B					NO	Aerogenerador nº 2
6A	PON06*	Núcleo de población de A Pastoriza	633869	4795664	NO	Aerogenerador nº 1
6B					NO	Aerogenerador nº 2
7A	POC01*	Camino de Santiago	636115	4813051	NO	Aerogenerador nº 1
7B					NO	Aerogenerador nº 2
8A	POC02*	Camino de Santiago	628632	4807850	NO	Aerogenerador nº 1
8B					NO	Aerogenerador nº 2
9A	POI01*	Área recreativa Acebreiro	635098	4795873	SI	Aerogenerador nº 1
9B					SI	Aerogenerador nº 2
10A	POI02*	Humedal Quende	627186	4804389	NO	Aerogenerador nº 1
10B					NO	Aerogenerador nº 2
11A	POI03*	Humedal Chao da Lagoa	628606	4809520	NO	Aerogenerador nº 1
11B					NO	Aerogenerador nº 2
12A	POI04*	Humedal Cova do Rei Cintolo	632310	4806320	NO	Aerogenerador nº 1
12B					NO	Aerogenerador nº 2
13A	POI05*	Humedal Ameneiral de Mondoñedo	633226	4811639	NO	Aerogenerador nº 1
13B					NO	Aerogenerador nº 2
14A	POI06*	Área recreativa O Mazo	640035	4794499	NO	Aerogenerador nº 1

PERFIL	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	X-UTM Punto observación	Y-UTM Punto observación	VISIBLE	PUNTO DEL PARQUE CONSIDERADO
14B					NO	Aerogenerador nº 2
15A	POI07*	LIC Serra do Xistral	632867	4812531	NO	Aerogenerador nº 1
15B					SI	Aerogenerador nº 2
16A	POI08*	Cruceiro Cristo del Fiouco	632407	4805124	NO	Aerogenerador nº 1
16B					NO	Aerogenerador nº 2
17A	POI09*	Campo da Oso	634908	4803599	SI	Aerogenerador nº 1
17B					SI	Aerogenerador nº 2
18A	POE01	A-8	634552	4808177	NO	Aerogenerador nº 1
18B					NO	Aerogenerador nº 2
19A	POE02*	N-634	629636	4806320	NO	Aerogenerador nº 1
19B					NO	Aerogenerador nº 2
20A	POE03	N-634	631985	4809157	NO	Aerogenerador nº 1
20B					NO	Aerogenerador nº 2
21A	POE04	LU-122	638560	4812740	NO	Aerogenerador nº 1
21B					NO	Aerogenerador nº 2
22A	POE05*	LU-122	637247	4808842	SI	Aerogenerador nº 1
22B					NO	Aerogenerador nº 2
23A	POE06	LU-122	638258	4806042	NO	Aerogenerador nº 1
23B					SI	Aerogenerador nº 2
24A	POE07	LU-125	634285	4804705	NO	Aerogenerador nº 1
24B					NO	Aerogenerador nº 2
25A	POE08	LU-124	646010	4800024	NO	Aerogenerador nº 1
25B					NO	Aerogenerador nº 2
26A	POE09*	LU-124	642126	4800463	SI	Aerogenerador nº 1
26B					SI	Aerogenerador nº 2
27A	POE10	LU-124	639975	4803482	SI	Aerogenerador nº 1
27B					SI	Aerogenerador nº 2
28A	POE11	LU-124	636119	4808016	NO	Aerogenerador nº 1
28B					NO	Aerogenerador nº 2

*Puntos de especial interés

Tabla 10 – Puntos de observación.

En el anexo I PERFILES DE VISIBILIDAD se incluye la representación gráfica de alguno de los puntos de observación considerados, a modo de diagramas de intervisibilidad . Teniendo en cuenta el gran número de perfiles a representar, para dicho anexo se han escogido como puntos representativos de observación los siguientes: un punto del Camino de Santiago, el área recreativa O Acebreiro, el área recreativa O Mazo, el humedal Quende, la Cova do Rei Cintolo, el Humedal Chao de Lagoa, el Humedal Ameneiral de Mondoñedo, un punto en el LIC Serra do Xistral, el Cruceiro Cristo del Fiouco, el Campo do Oso, un punto de las carreteras N-634, LU-122 y LU-124, Mondoñedo, Bretoña y A Pastoriza.

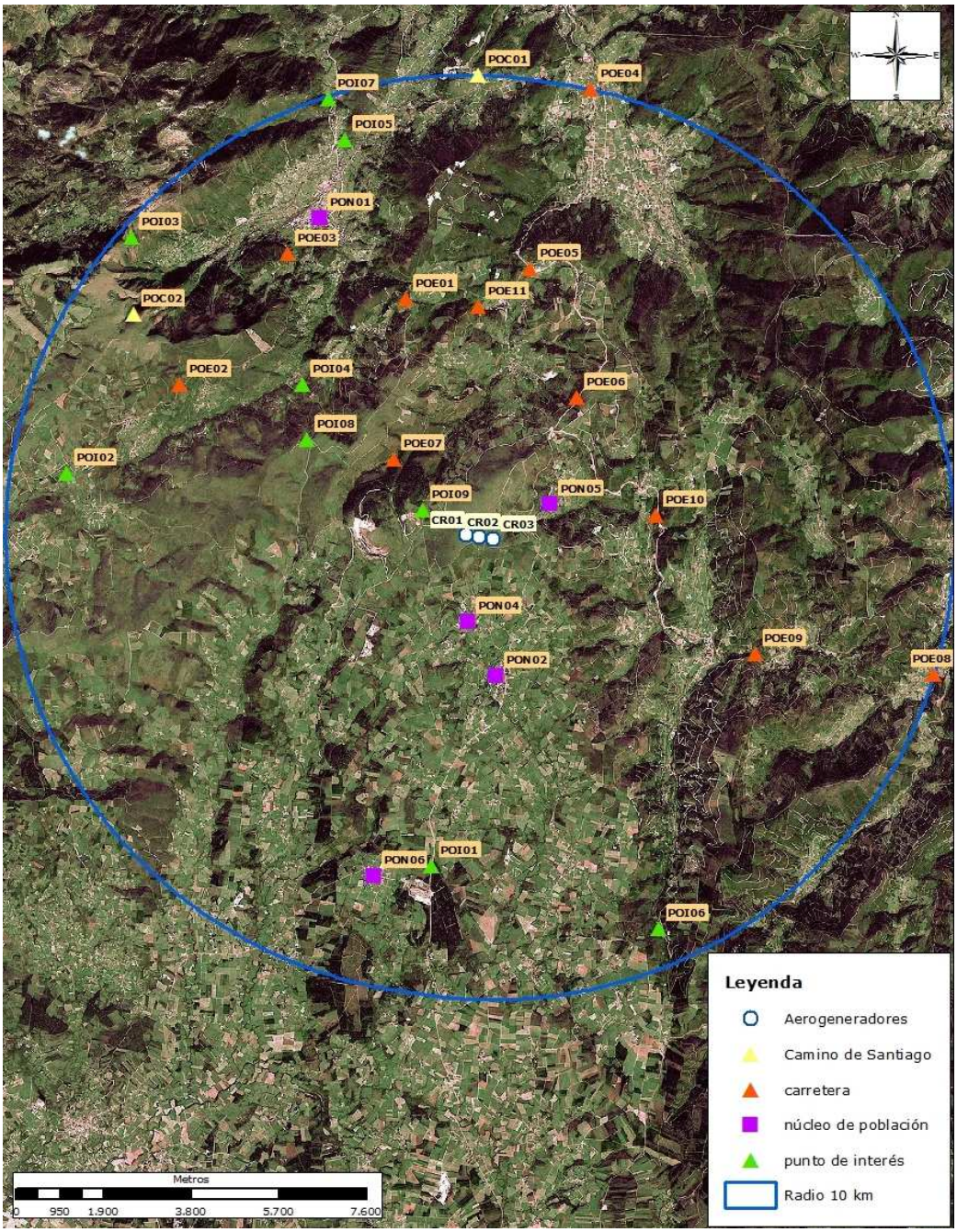


Figura 19 –Puntos de observación.

6.1.3 SIMULACIÓN VISUAL: SIMULACIÓN GRÁFICA EN 3D CON ARCGIS

Las simulaciones gráficas son herramientas útiles para evaluar el impacto visual producido por la instalación de parques eólicos. Entre los diferentes métodos que se pueden aplicar se diferencian los fotomontajes o infografías y las simulaciones en 3D. Ambos son empleados habitualmente para el estudio del impacto paisajístico.

Con la simulación en tres dimensiones se pueden realizar vuelos a vista de pájaro por el área de estudio, los cuales pueden ser grabados en formato de vídeo o de imagen. Pero además, permite que un usuario pueda recrear virtualmente el paisaje que podría observar desde el punto que elija sin necesidad de realizar ningún tipo de análisis y simulando determinadas condiciones meteorológicas o atmosféricas.

Como parte principal de este estudio, se generó una simulación gráfica del impacto visual del futuro Parque Eólico de Carracedo. Para ello se utilizó el módulo ArcScene de ArcGIS 9.3 que permite realizar este tipo de simulaciones. La modelización virtual de un elemento o infraestructura ayuda a valorar de forma sencilla y didáctica cual será el impacto futuro de este elemento sobre el territorio.

Para la construcción de las simulaciones gráficas se ha utilizado la siguiente información:

- Un Modelo Digital de Elevaciones de resolución 10 m ó, en su defecto, 50 metros.

- Ortofotografía aérea del Centro Nacional de Información Geográfica.

- Mapas topográficos 1:50.000 del Centro Nacional de Información Geográfica.

Para recrear las vistas en tres dimensiones se escogieron varios puntos de observación alrededor del parque eólico, seleccionando núcleos de población, infraestructuras o elementos de interés a partir de los cuales representar visualmente la instalación del futuro parque eólico y sus aerogeneradores.

En los planos I1095-05-AN-05-PL 06.01 y I1095-05-PL 06.02 se pueden ver los resultados obtenidos de esta simulación.

6.2 INTERVISIBILIDAD (PARQUE EÓLICO CARRACEDO & PARQUE EÓLICO FARRAPA I & PARQUE EÓLICO A PASTORIZA)

El P.E. Carracedo se encuentra en un área en la que la presencia de aerogeneradores es algo habitual ya que en sus proximidades se encuentra el P.E. Farrapa I (Fases I y II), actualmente en funcionamiento. Además en la zona se tramita un nuevo parque eólico, el P.E. A Pastoriza.

Para evaluar el aporte del PE Carracedo en términos de visibilidad, es imprescindible efectuar un atento análisis de la covisibilidad de los tres parques eólicos evaluando primero la visibilidad del parque existente y del que está actualmente en tramitación y luego la visibilidad del conjunto global y analizando la afección a los puntos de observación elegidos.

El análisis y resultado final se desarrolla en el *Anexo 14. Estudio de efectos acumulativos*, y se presenta resumido a continuación:

Considerando una cuenca de 10 km desde los parques objeto de estudio, se obtiene que del total de 588,5 km² analizados, solamente unos 2,2 km² se verían afectados a mayores por la instalación del PE, lo que representa un 0,4% del total del área paisajística de la zona de estudio.

Parques Eólicos	**Farrapa I (fases I y II) + A Pastoriza**	**Carracedo**	**Conjunto global (existentes/en tramitación + proyectado)**
% superficie afectada visualmente (considerando un radio de 10 km)	**51,6**	**31,5**	**52**
% superficie no afectada (considerando un radio de 10 km)	**48,4**	**68,5**	**48**
Nº de puntos significativos de visibilidad (radio 10 km)	**21**	**11**	**11**

Tabla 11 –Comparativa de afección paisajística entre situación previa y con nuevo parque eólico.

Como se puede observar, la instalación de los 3 aerogeneradores del PE Carracedo no supone un aumento relevante del impacto visual causado por los parques eólicos ya existentes o proyectados, tanto atendiendo al análisis de las relativas cuencas visuales, como al análisis de los puntos de observación desde los que sería visible el parque o parques. Como conclusión se puede extraer que el aumento del impacto visual sobre el paisaje derivado de la construcción del parque eólico Carracedo se puede considerar muy bajo.

6.3 ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD VISUAL

6.3.1 ÁREA DE ESTUDIO

Para realizar el análisis de la fragilidad visual se ha establecido un área intermedia de 10 km de radio alrededor de la zona de instalación del parque. Este ámbito de estudio se considera óptimo para evaluar el impacto visual y paisajístico de un parque eólico.

6.3.2 FACTORES CONSIDERADOS

6.3.2.1 Fragilidad visual intrínseca y adquirida

En el presente estudio se ha desarrollado una metodología para el tratamiento e integración de las distintas variables que intervienen en un **Modelo de Fragilidad Visual del Paisaje**.

El Modelo ha sido aplicado en el territorio incluido dentro del radio de 10 km del parque, a partir de datos tomados de la documentación gráfica del SITGA (usos del suelo, unidades de paisaje, etc.).

El análisis de la fragilidad puede llegar a constituir un proceso complejo, por la multitud de factores que se pueden tener en cuenta en el mismo. Sin embargo, en este caso consideraremos únicamente siete factores, de los cuales cuatro hacen referencia a la vegetación (fundamentalmente factores con carácter estructural), dos están relacionados con la geomorfología del terreno y uno con la frecuencia de observación:

- Densidad de la vegetación: una mayor densidad en la masa vegetal la hace más estable frente a posibles perturbaciones, aumentando por un lado su resistencia a las mismas, y disminuyendo por otro la posibilidad de percepción de posibles cambios que tengan lugar.

- Estratificación de la vegetación: la diversidad de estratos se tiene en cuenta en el análisis de fragilidad. La presencia de un mayor número de estratos disminuirá la fragilidad visual de la masa.

- Área: el área de cada unidad de paisaje resulta un factor clave en el análisis de fragilidad. Su efecto es patente, dado que cuanto mayor sea el área de una unidad de paisaje, más estable será esta y mayor dificultad para modificar sus características (menor fragilidad).

- Relación perímetro²/área: es un factor relacionado con la vegetación que nos permitirá evaluar la cantidad de efecto borde que tiene una unidad de vegetación.

- Pendiente: a mayores pendientes mayor fragilidad visual. Además su influencia se relaciona en realidad de forma más cercana con la vegetación que con el tipo de terreno. Eso tiene un doble motivo, ya que por un lado al aumentar la pendiente aumenta la susceptibilidad de la vegetación frente a determinadas actuaciones e incrementa la sensación que puede provocar un mismo cambio de cara a los observadores.

- Altitud: las zonas de cumbre se consideran áreas de mayor fragilidad con respecto a este tipo de actuaciones.

- Accesibilidad visual: la frecuencia de observación está relacionada con la afluencia de visitantes u observadores potenciales. Cuanto mayor sea la accesibilidad visual de una zona mayor fragilidad visual adquirida presenta.

La **Fragilidad Visual Intrínseca**(FVI) es el resultado de la combinación de las variables relacionadas con cada punto del territorio (geomorfología, vegetación y usos del suelo) y los caracteres de visibilidad del entorno (Fragilidad visual del entorno); finalmente, de la interacción de la Fragilidad Visual Intrínseca con la accesibilidad se obtiene como resultado la **Fragilidad Visual Adquirida** (FVA).

Los datos en formato digital que han sido utilizados en este análisis de fragilidad son:

- Un Modelo Digital de Elevaciones de resolución 10 m ó, en su defecto, 50 m.

- Mapa de Coberturas y usos del suelo del Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA)

- Cartografía base de núcleos de población, carreteras, puntos de interés, etc. del EIEL de la diputación de la Coruña.

Todos estos factores se van a considerar en el mismo grado de importancia en la valoración de la fragilidad de paisaje. Dado que la fragilidad del paisaje se va a evaluar en una escala de 0-84, cada uno de los siete factores de fragilidad tendrán una escala de valoración de 0-12 (sumados proporcionarían la escala de fragilidad completa).

Las tablas con las escalas de valoración que se han seguido para este análisis son las siguientes:

ESTRUCTURA VERTICAL: ESTRATIFICACIÓN	
12	Ninguna estrato vegetal presente
8	Un estrato (estrato herbáceo)
4	Dos estratos (estrato herbáceo+ estrato arbustivo o estrato leñoso)
0	Tres estratos (estrato herbáceo + estrato arbustivo+ estrato leñoso)

ESTRUCTURA HORIZONTAL: DENSIDAD	
12	Nula ocupación del terreno (FCC = 0)
6	Bajos valores de ocupación (FCC < 40%)
0	Altos valores de ocupación (FCC > 40%)

PENDIENTE	
0	Terreno llano (0-15%)
4	Terreno ondulado (15-30%)
8	Terreno abrupto (30 - 60%)
12	Terreno escarpado (<60%)

INTERVALO ALTITUD(metros)	
0	69-260
4	260-450
8	450-640
12	640-830

ACCESIBILIDAD VISUAL	
12	Cuenca visual desde puntos de observación (6-9)
8	Cuenca visual desde puntos de observación (3-6)
4	Cuenca visual desde puntos de observación (1-3)
0	Zonas no visibles desde puntos de observación

INTERVISIBILIDAD	
12	Exposición visual alta
8	Exposición visual media
4	Exposición baja
0	Zonas no visibles

ÁREA		RELACIÓN PERIMETRO²/ÁREA
1	CLASE 1 (mayor superficie)	CLASE 1 (mayor relación)
2	CLASE 2	CLASE 2
3	CLASE 3	CLASE 3
4	CLASE 4	CLASE 4
.....	.....	.....
12	CLASE 12 (menor superficie)	CLASE 12 (menor relación)

Tabla 12 – Tablas con escalas de valoración de la fragilidad visual

(0-1: mínima fragilidad, 12: máxima fragilidad)

La conversión de los factores Área y relación perimetro²/Area a una escala de valoración 0 - 12, se llevó a cabo reclasificando la superficie y la relación perimetro²/Area de cada unidad en 12 intervalos iguales asignando un valor en función de su mayor o menor fragilidad visual.

En el caso del factor de accesibilidad visual, se calcularon las cuencas visuales del total de puntos de observación escogidos (núcleos de población, puntos de interés, etc.) y posteriormente se aplicó la misma escala de valoración de 0-12, reclasificando la visibilidad en intervalos iguales, y asignado el valor máximo de fragilidad cuando la intervisibilidad era máxima (9 puntos de observación en este caso) y nula o mínima cuando la intervisibilidad era nula o baja.

Las densidades de arbolado más bajas son las que precisamente dan valores más altos de fragilidad, ya que son las estructuras más fáciles de modificar y que mayor impacto reciben en esas modificaciones. Pongamos, por ejemplo, la corta de ciertos ejemplares en una masa arbolada. Es evidente que cuanto más densa sea la masa más difícil será percibir el efecto de esta acción.

Las pendientes más altas, las orientaciones solanas y las zonas de cumbres dan lugar a valores mayores de fragilidad.

En cuanto a los factores que están relacionados con la geometría de las distintas unidades de vegetación (área y relación perímetro-área de las mismas). Cualquier impacto que se produzca será menos apreciable en la medida en que se incrementa la superficie de una determinada unidad. Por tanto, mayores áreas van a dar lugar a una menor fragilidad de las unidades analizadas. La relación perímetro-área se va a medir a través del índice Perímetro²/Área. Cuanto menor sea ésta relación, o lo que es lo mismo, cuanto mayor sea el perímetro en comparación con el área de las unidades, mayor fragilidad paisajística obtendremos.

La accesibilidad visual es un factor que introduce la mayor o menor frecuencia de observación con respecto al territorio. Carreteras, núcleos de población, rutas de senderismo etc., se consideran zonas de mayor afluencia de visitantes por lo que su fragilidad visual será mayor. La fragilidad visual adquirida es el resultado de incluir la accesibilidad visual en el conjunto final del análisis.

6.3.3 RESULTADOS

Para evaluar el impacto visual y paisajístico a partir del análisis de fragilidad se representaron los datos obtenidos a partir de este análisis en un mapa de fragilidad visual intrínseca y otro de fragilidad visual adquirida, que se pueden consultar en I1105-05-AN-05-PL 04 FRAGILIDAD VISUAL INTRÍNSECA y I1105-05-AN-05-PL 05 FRAGILIDAD VISUAL ADQUIRIDA.

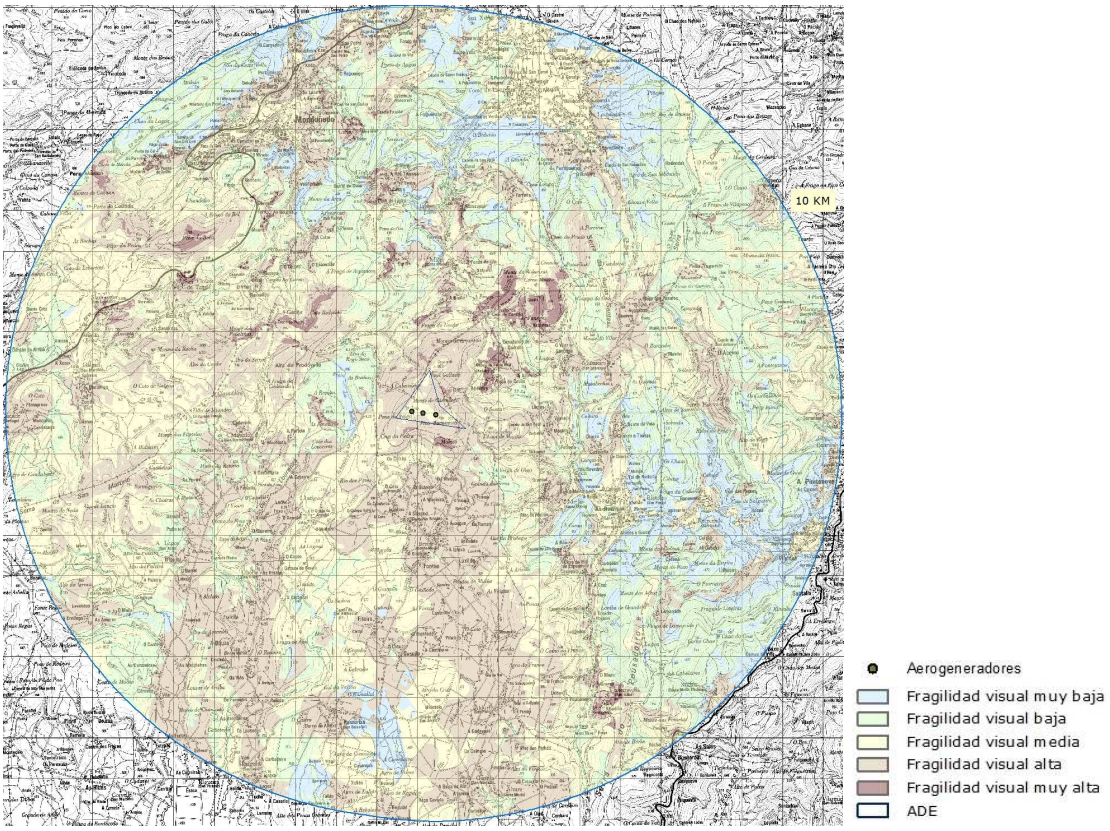


Figura 20 – Fragilidad visual adquirida en la zona de estudio con respecto al A.D.E. y al P.E. Carracedo

Tras procesar y analizar dichos datos, se han establecido Clases de Fragilidad, correspondiendo la mayor Fragilidad a la clase de mayor numeración. El rango de valores va desde un mínimo de 7 hasta un máximo de 60. Por lo tanto, si se divide este rango en clases de intervalos iguales se obtienen las siguientes clases de fragilidad:

FRAGILIDAD VISUAL ADQUIRIDA	CLASES VALORACIÓN FRAGILIDAD	Nº CELDAS	Porcentaje (%)
Fragilidad muy baja	7-17,6	290829	8,9
Fragilidad baja	17,6-28,2	798810	24,5
Fragilidad media	28,2-38,8	1077107	33
Fragilidad alta	38,8-49,4	1043664	32
Fragilidad muy alta	49,4-60	52059	1,6

Tabla 13 – Porcentajes de clases de fragilidad visual en el área de estudio

El nº de celdas hace referencia a un raster de malla o grid de 10x10 metros

Las zonas de máxima fragilidad se sitúan en el Monte de Bidueiras y en el Monte das Pineliñas, y en general en las cumbres de la Serra de Lourenzá a sur del área de actuación del proyecto, mientras las zonas de menor fragilidad visual se sitúan al norte y oeste, debido a vegetación forestal bastante homogénea y altitud moderada, a excepción de algunas áreas donde se hace algo más pronunciada.

En relación al ADE donde se proyecta la instalación del P.E. Carracedo y según el mapa de fragilidad visual adquirida generado, la mayoría de las infraestructuras del PE se localizan dentro área paisajística de fragilidad media, evitando las zonas de máxima fragilidad visual.

7 MEDIDAS DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

La implantación de parques eólicos en el paisaje de Galicia durante los últimos 10 años ha supuesto la creación de nuevos paisajes con mayores o menores repercusiones sobre el medio natural.

Las medidas correctoras para conseguir reducir el impacto paisajístico parten fundamentalmente de la fase de diseño de proyecto y están destinadas a reducir los efectos visuales.

Como se puede comprobar en el análisis de alternativas realizado, se ha buscado minimizar en lo posible el impacto visual y paisajístico, comparando diferentes modelos de aerogenerador y buscando el mejor emplazamiento desde el punto de vista económico y ambiental.

Uno de los factores que se han tenido en cuenta en el proceso de selección de la alternativa definitiva, ha sido la visibilidad que mostraban las infraestructuras, tanto desde núcleos de población, zonas de especial interés y desde las carreteras más frecuentadas.

La conservación del paisaje es uno de los objetivos que deben perseguirse de forma prioritaria en el marco de la ejecución de un parque eólico, de manera que es necesario adoptar un conjunto de acciones y medidas dirigidas a integrar las nuevas infraestructuras en su entorno. En este sentido, se proponen a continuación, los siguientes criterios y medidas de minimización del impacto paisajístico y la incidencia visual.

7.1 MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN EN FASE DE DISEÑO DEL PARQUE

7.1.1 SOBRE EL EMPLAZAMIENTO:

A la hora de seleccionar un emplazamiento óptimo se han tenido en cuenta, en la medida de lo posible, los siguientes criterios generales de carácter paisajístico:

- Los aerogeneradores se dispondrán, en la medida de lo posible, en terrenos llanos pero ondulados pues así se reduce el impacto con respecto al que produce la disposición de los aerogeneradores en los cordales de las montañas.

- Los aerogeneradores se dispondrán, siempre que sea posible, en zonas protegidas por el propio relieve, que limiten la incidencia visual del parque.

- En función de la complejidad del paisaje, el impacto será mayor en zonas monótonas que en las zonas más complejas donde el impacto se difumina entre diferentes cromatismos y unidades fisiográficas.

- En un territorio con un alto grado natural, turístico o cultural el impacto será mucho mayor que en un paisaje muy antropizado.

7.1.2 SOBRE EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES:

- Los aerogeneradores a emplear se han ajustado, en la medida de lo posible, con la escala del paisaje, creando puntos focales simples y en relación directa con el fondo escénico. En el caso del Parque Eólico Carracedo, y atendiendo a la escala del paisaje con elementos montañosas y antrópicos altos, el empleo de un número reducido de aerogenerador como únicos punto focales se considera más adecuado que utilizar mayor número de máquinas con dimensiones menores.

- Para el proyecto eólico de Carracedo, se ha escogido un modelo Vestas V112 con altura de buje de 119 metros y diámetro de rotor de 112 metros. La elección de este modelo, de grandes dimensiones y con una potencia unitaria elevada, reduce el número de máquinas necesario para optimizar la producción, lo que implica, a priori, una menor afección visual y paisajística sobre el entorno y sus principales núcleos de población.

- Las máquinas de mayores dimensiones tienen movimientos de rotación de palas más lentos que las de menor tamaño, lo que crea menor distorsión en la calidad del fondo y menor atención del observador.

- La disposición en el territorio de las máquinas se ha intentado que resulte la más simple y lineal posible pues causa menor impacto que las dispuestas en varias líneas que desde diferentes puntos de vista pueden causar impresión de ordenación caótica.

- El modelo de aerogenerador elegido se caracteriza por incorporar diseños nuevos e innovadores que buscan mejorar su integración paisajística. Incorpora un sistema para ahorrar energía y reducir los niveles acústicos en régimen de funcionamiento óptimo.

7.2 MEDIDAS DE INTEGRACIÓN EN FASE DE EJECUCIÓN DEL PARQUE

7.2.1 SOBRE LA SUBESTACIÓN Y EL EDIFICIO DE CONTROL

Las subestaciones eléctricas y las nuevas construcciones tienen esencialmente los mismos impactos ambientales de tipo visual-paisajístico y de ocupación del territorio (en líneas generales, la ocupación es limitada, ya que no son instalaciones que requieran grandes espacios), pero mientras que la subestación únicamente permite reducir su impacto visual atendiendo a su localización y a factores técnicos y no estéticos (subestación GIS, equipos PASS, etc) el diseño del edificio de control puede mitigar dicho impacto al introducir materiales, formas y colores acorde con las características cromáticas y de relieve del entorno. Es por eso, que las medidas de integración propuestas se centran principalmente en el edificio de control.

Entre los atributos considerados para la correcta integración de las nuevas construcciones se han considerado:

a) La ubicación y el relieve de la zona

b) Diseño del edificio

c) Textura y color de los materiales empleados

d) El uso de la vegetación para disminuir la visibilidad del elemento impactante.

Además, para la construcción del edificio de control se han implementado o se implementarán las siguientes medidas:

a) Estudio previo del paisaje de la zona de actuación, de los espacios rurales y sus construcciones singulares.

b) Empleo de la mínima superficie necesaria sin alterar las condiciones naturales de la parcela, evitando la introducción de elementos discordantes con el entorno.

c) Las dimensiones de las nuevas construcciones (planta, altura de cornisa, etc.) son análogas, en la medida de lo posible, a las de las construcciones existentes, atendiendo en todo caso a lo dispuesto en el planeamiento municipal y en la legislación vigente en la materia.

d) Se respetará en todo momento los setos y la vegetación arbórea asociada a los cerramientos de las fincas.

e) El entorno inmediato de la edificación, que podría verse afectado como consecuencia de las actuaciones de construcción de la misma, se revegetará mediante el empleo de las especies vegetales presentes en la zona.

f) Una vez definido el emplazamiento del edificio de control se evaluará la necesidad de apantallar visualmente la edificación. La pantalla será en todos los casos de tipo vegetal, recurriendo, en lo posible, a la plantación de especies arbustivas y arbóreas autóctonas.

El compromiso y sensibilidad de Norvento para con el Medio Ambiente en general y con el paisaje en particular queda patente en la tipología y cuidado en los acabados de las instalaciones que actualmente tiene en funcionamiento. Se muestran a continuación alguna de las mismas.

Figura 21 – Edificio de control del Parque Eólico de Montouto (Lugo).

Concordante con la tipología de las viviendas tradicionales de la zona

Figura 22 – Edificio de Central Hidroeléctrica Ramallal (Pontevedra).

Adaptada a la rasante de la ladera y perfectamente integrada en el entorno

7.2.2 SOBRE LOS VIALES

Las actuaciones destinadas a reducir el impacto visual producido por el trazado de los viales afectan tanto al diseño y planificación del trazado, como a las medidas correctoras que ayuden a minimizar su impacto paisajístico.

Las medidas preventivas y correctoras del impacto paisajístico que se aplican a las infraestructuras lineales pueden agruparse en cuatro grandes grupos:

a) Emplazamiento y diseño de los viales

b) Textura y color de los materiales empleados en su acabado

c) Restauración vegetal en márgenes y taludes.

d) Uso de la vegetación o aprovechamiento de la geomorfología para tapar vistas.

Así, como medidas de integración paisajística para los viales se han considerado las siguientes:

1. Se han aprovechado los viales existentes, evitando en lo posible la creación de nuevos accesos.

2. En los casos en que ha sido necesaria la ejecución de los mismos, durante la fase de diseño se ha estudiado el medio a afectar con profundidad, tras lo cual se ha elegido el trazado de menor impacto, atendiendo a criterios ambientales, paisajísticos, territoriales y de ecología del paisaje.

3. Siempre que ha sido posible el trazado se ha ejecutado en zonas de topografía llana puesto que en este caso la visibilidad es más reducida que si las infraestructuras se proyectasen sobre zonas de mayor pendiente, en cuyo caso, los tramos de vial visibles son de mayores proporciones. En todo caso, el efecto estético que se produce depende en gran parte de la posición relativa del observador y de la orografía.

4. Los nuevos viales tienen el carácter de pista forestal y se han proyectado de forma que se viese reducido al máximo los movimientos de tierras, adaptándose lo más posible al relieve de la zona.

5. En función de las características cromáticas del paisaje, se buscará un recubrimiento final de los mismos acorde con su entorno buscando la mejor mimetización posible.

6. Se llevará a cabo la revegetación de los márgenes de los viales y de los taludes mediante el empleo de especies arbustivas y herbáceas presentes en la zona afectada. Esta restauración vegetal permitirá la total integración de la infraestructura en el medio, a la vez que evitará los efectos negativos de la erosión.

7. Siempre que la armonía del paisaje no se vea alterada, y no se produzcan contrastes bruscos con la vegetación del entorno, se procederá, en caso de ser necesario, a la plantación de arbustos autóctonos a lo largo de los márgenes de las pistas, así como repoblaciones forestales que actúen como barreras visuales en puntos concretos del trazado.

Figura 23 – Detalle de viales adaptados a la orografía del entorno en un parque de Norvento

7.2.3 SOBRE LAS PLATAFORMAS

La plataforma tiene como fin servir de apoyo a las grúas que trabajarán en el montaje de los aerogeneradores y también como zona de acopio y montaje de los distintos elementos que forman el aerogenerador.

Los criterios de integración paisajística de aplicación en el caso de las plataformas se basan fundamentalmente en la elección de su emplazamiento y de su método de ejecución y en la restauración vegetal de las mismas

Así, como medidas de integración paisajística para las plataformas se han tomado en consideración las siguientes:

1. Las plataformas se han adaptado, en la medida de lo posible, al relieve de la zona, evitando las laderas de fuerte pendiente, y compensando al máximo el volumen de desmonte con el de terraplén.

2. Sus dimensiones son las menores posibles, atendiendo en cualquier caso a las prescripciones del fabricante de los aerogeneradores.

3. La superficie de las plataformas será revegetada mediante siembra de herbáceas o herbáceas y arbustivas en toda la superficie de la misma a excepción de una porción del terreno correspondiente a la entrada al aerogenerador.

4. Se han diseñado de forma que los taludes se viesen reducidos al mínimo imprescindible; en fase de obra se suavizarán finalmente sus pendientes con el material previamente retirado.

Figura 24 – Plataforma de aerogenerador en parque de Norvento perfectamente integrada en el medio. Al fondo parque de otro promotor.

7.2.4 SOBRE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE

El sistema de drenaje consta de elementos longitudinales, cunetas en el pie del talud de desmonte del vial y los colectores de desagüe de las mismas, y de unos elementos transversales, las obras de drenaje transversal que cruzan el vial, que restituyen el caudal de agua al talud del terreno natural situado bajo el vial.

Como medidas de integración paisajística para los distintos elementos de drenaje se proponen las siguientes:

1. Se revegetará la superficie adyacente a las obras de drenaje transversales (pozos de entrada y escolleras de hormigón-piedra en salida) con el fin de mimetizarlas, en lo posible, con su entorno.

2. Las cunetas se ejecutarán en tierra en aquellas zonas donde la pendiente de los viales así lo permita. En el resto de las zonas se proyectan en hormigón, partiendo en todo caso de la premisa de mínimas dimensiones.

Figura 25 – Integración eficaz de salida de obra de drenaje en el entorno

7.2.5 SOBRE LOS AEROGENERADORES

La existencia de los aerogeneradores es, con mucho, el factor que produce mayor impacto estético de todas las construcciones de un parque eólico, independientemente de su grado de aceptación. El efecto visual que producen es permanente a lo largo de la vida del parque y debido a la altitud de las zonas en que se ubican, el área de visibilidad es muy amplia.

Con respecto a su posición, la mera existencia de las alineaciones de aerogeneradores interrumpe la línea del horizonte, atrayendo la atención del espectador, aunque sin tapar grandes vistas, e introduce en el espacio paisajístico nuevas unidades de paisaje. Estas nuevas unidades de paisaje vienen caracterizadas por un fuerte contraste interno de textura -debido a la forma vertical de los fustes de los molinos- y de color, blanco en contraste con los tintes verdes, rojizos o marrones de la vegetación propia de las zonas de ubicación.

Con el fin de disminuir en lo posible el impacto visual que generan estos elementos, además de las medidas ya reseñadas para la fase de diseño del parque, se han tomado en cuenta las siguientes:

1. Elección del modelo de aerogenerador a emplear atendiendo a la máxima de que aerogeneradores de mayores dimensiones reducen el número de máquinas a emplear. Por otra parte, diversos estudios apuntan a que, aunque un aerogenerador de mayor envergadura resulta visible desde una mayor distancia, esto se ve compensado con el hecho de que los grandes aerogeneradores generalmente tienen una velocidad de rotación menor que las turbinas más pequeñas lo que ocasiona un impacto visual menos agresivo. Así, en general, las grandes turbinas no llaman la atención de la misma forma que lo hacen otras más pequeñas pero que se mueven más rápidamente.

2. Instalación de los transformadores en el interior de los aerogeneradores. Al eliminar las casetas de los centros de transformación se consigue reducir considerablemente el impacto visual.

3. Empleo de colores poco llamativos en el acabado de los aerogeneradores: blanco neutro antirreflectante para la torre y blanco grisáceo o blanco amarillento mate en las palas, sin superficies metálicas reflectantes.

4. En el acabado de la pala pueden utilizarse geles de cubrición que disminuyen el grado de reflexión de la luz solar, atenuando el impacto visual, al mismo tiempo que proporcionan una protección contra sustancias o partículas corrosivas (sal, arena, etc.).

5. Al igual que en el caso de otros elementos de la instalación a partir de métodos de análisis de visibilidad y técnicas de simulación gráfica, se evaluará la posibilidad de incorporar una pantalla vegetal que contribuya a disminuir la incidencia visual generado por estos elementos.

Otros criterios generales de integración que se tendrán en cuenta, tanto durante la fase de ejecución como durante la de explotación y seguimiento, son:

- Las actuaciones previstas, tanto las edificaciones como las infraestructuras proyectadas, deberán ajustar sus perfiles a la topografía del terreno, evitando la alteración de las pendientes naturales.

- Los elementos morfológicos preexistentes deberán preservarse, evitando, por tanto, la eliminación de resaltes del terreno, destrucción de muros, o caminos tradicionales.

- Cualquier intervención proyectada sobre el paisaje deberá mantener la vegetación de porte arbóreo y arbustivo preexistente, salvo que se justifique lo contrario atendiendo a motivos ecológicos.

- En caso de alteración del suelo y la vegetación, tendrán que definirse medidas adecuadas de recuperación e integración paisajística que garanticen la colonización y presencia de especies propias del lugar, tal y como se expone en los anexos de los Planes de restauración en fase de obra y abandono.

Durante la fase de seguimiento del parque se comprobará que la restauración vegetal y de integración paisajística siguen un proceso correcto, y en caso de detectar algún imprevisto, tomar las medidas pertinentes para subsanarlos.

7.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN VISUAL

Durante la fase de ejecución y explotación de un parque eólico, el impacto visual también se puede mitigar, aunque de manera más débil, una vez que se han diseñado y ejecutado las instalaciones. Para ello, se proponen las siguientes medidas de mitigación visual:

1. Evaluación de instalación de pantallas vegetales con especies arbóreas o similares. Las barreras de árboles deben ir acorde con la vegetación reinante, sin romper la armonía del paisaje.

2. Selección de áreas de mayor incidencia visual y escaso valor paisajístico. Las zonas visibles de escaso valor paisajístico, cerca de los núcleos de población y los viales de acceso al parque, se valoran como propicias para el establecimiento de pantallas visuales.

8 CONCLUSIONES

Del análisis efectuado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El parque eólico se sitúa sobre unidades de paisaje de calidad y fragilidad visual diversa, localizándose la mayoría de sus instalaciones dentro un área paisajística de fragilidad media, evitando las zonas de máxima fragilidad visual.

- De las dos alternativas de diseño planteadas, la finalmente elegida minimiza la superficie de afección visual a la vez que genera menor distorsión al presentar una distribución lineal de los tres aerogeneradores

- La visibilidad del parque, en un radio máximo de 10 km, es media, con un porcentaje de superficie visible (39%) notablemente inferior al no visible (61%). Los porcentajes de exposición visual para dicho radio son los siguientes: exposición baja (3 %), exposición media (5,1%) y exposición alta (30,9%). No obstante, es de señalar que a medida que disminuye la distancia se incrementa el porcentaje de superficie visible.

- Analizando la visibilidad del parque desde los puntos singulares del entorno se obtiene que:

    - Desde Mondoñedo (el núcleo de población con el mayor número de habitantes en un radio de 10 km) el parque eólico quedará totalmente oculto.

    - Desde el núcleo de A Pastoriza el parque eólico quedaría totalmente oculto.

    - Desde los núcleos más cercanos será posible visualizar el parque (con la excepción de A Abelleira, desde el cual el parque quedaría totalmente oculto), sin embargo la frecuencia de observación es baja, al tratarse de núcleos rurales con relativamente escasa población, y en general con poco interés por el paisaje.

    - Desde las principales carreteras presentes, se podrá visualizar el parque en algunos tramos.

- El parque eólico quedaría totalmente oculta desde el área recreativa O Mazo y desde la mayoría de los puntos de especial interés turístico-ambiental considerados.

- Desde algunos puntos del LIC Serra do Xistral será posible visualizar la infraestructura objeto de estudio. Sin embargo el LIC se encuentra a una distancia superior a los 9,5 km, con lo cual la percepción visual del parque en la composición global del paisaje se verá notablemente reducida.

- Desde la casi totalidad del trazado del Camino de Santiago, incluido en el área de análisis de 10 km, el parque quedaría totalmente oculto.

- Tras el análisis de intervisibilidad del P.E. Carracedo con otros parques existentes y en tramitación del entorno del ADE, se puede concluir que la construcción del parque supondrá un efecto acumulativo muy bajo sobre los elementos de interés turístico y paisajístico del entorno estudiado.

- La aplicación de las medidas preventivas, mitigadoras y correctoras propuestas en el presente estudio permitirán aminorar las afecciones generadas.

9 REFERENCIAS

9.1 ÍNDICE DE TABLAS

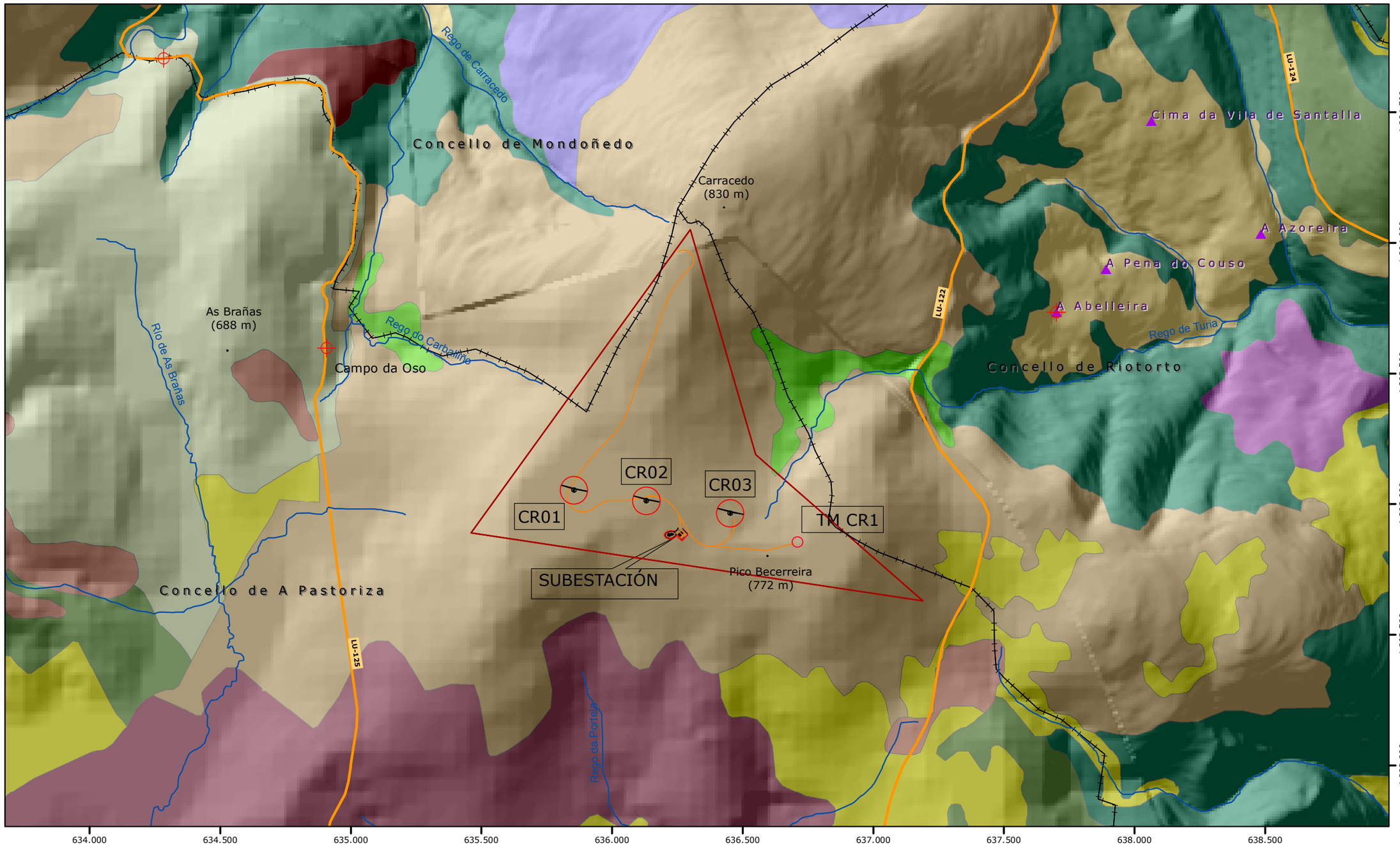
Tabla 1 –Calidad y fragilidad visual de las unidades y subunidades de paisaje locales 32
Tabla 2 – Criterios de diseño 34
Tabla 3 – Características de las dos alternativas..... 35
Tabla 4 – Comparación parámetros de análisis de la visibilidad en las tres alternativas. 41
Tabla 5 – Grados de exposición visual..... 47
Tabla 6 – Valores calculados a una distancia máxima de 10 km. 48
Tabla 7 – Valores calculados a una distancia máxima de 5 km. 48
Tabla 8 – Valores calculados a una distancia máxima de 3 km. 48
Tabla 9 – Valores calculados a una distancia máxima de 1 km. 49
Tabla 10 – Puntos de observación. 52
Tabla 11 –Comparativa de afección paisajística entre situación previa y con nuevo parque eólico..... 56
Tabla 12 – Tablas con escalas de valoración de la fragilidad visual 61
Tabla 13 – Porcentajes de clases de fragilidad visual en el área de estudio 64

9.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo Digital del Terreno de Galicia 9
Figura 2 – Perfil de visibilidad 10
Figura 3 – Edifício de control y subestación. 15
Figura 4 – Vista de la zona de ubicación del parque. Imagen tomada desde la carretera LU-125. 17
Figura 5 – Altitudes 19
Figura 6 – Pendientes 20
Figura 7 – Fotografía aérea del entorno paisajístico 22
Figura 8 – Cuencas y red hidrográfica en la zona de estudio 23
Figura 9 – Elementos verticales y horizontales presentes en el entorno de ubicación del parque eólico Carracedo..... 24
Figura 10 – Unidades de paisaje del POL 29
Figura 11 – Panorámica tomada desde la zona de ubicación del parque en dirección oeste. 32
Figura 12 – Panorámica de la parroquia de Bretoña tomada desde la ubicación de la máquina CR02 33
Figura 13 – Vista de la zona de ubicación del parque eólico, tomada desde "Os Curras" 33
Figura 14 – Esquema general de la planta de la alternativa I. 36

Figura 15 – Esquema general de la planta de la alternativa II. 36
Figura 16 – Cuenca visual de las alternativas estudiadas 38
Figura 17 – Porcentajes de visibilidad para cada alternativa 39
Figura 18 – Gráfico de variación de la visibilidad del entorno del parque eólico Carracedo .. 49
Figura 19 –Puntos de observación. 54
Figura 20 – Fragilidad visual adquirida en la zona de estudio con respecto al A.D.E. y al P.E. Carracedo 63
Figura 21 – Edificio de control del Parque Eólico de Montouto (Lugo). 68
Figura 22 – Edificio de Central Hidroeléctrica Ramallal (Pontevedra). 69
Figura 23 – Detalle de viales adaptados a la orografía del entorno en un parque de Norvento 71
Figura 24 – Plataforma de aerogenerador en parque de Norvento perfectamente integrada en el medio 72
Figura 25 – Integración eficaz de salida de obra de drenaje en el entorno 73

PLANOS



LEYENDA

- PRADOS
- CULTIVOS HERBÁCEOS
- MATORRAL DENSO
- MATORRAL ARBOLADO FORESTAL
- MATORRAL DISPERSO CON PASTIZAL
- MEZCLAS FORESTALES SEMINATURALES
- MOSAICO DE PRADOS Y CULTIVOS
- MOSAICO DE CULTIVOS HERBÁCEOS Y FORESTALES
- MOSAICO DE CULTIVOS HERBÁCEOS CON VEGETACIÓN NATURAL LEÑOSA
- MOSAICO DE PRADOS,CULTIVOS Y VEGETACIÓN FORESTAL
- ZONAS DEGRADADAS
- Puntos de observación
- Poligonal PE Carracedo
- Núcleos de población
- CR 01 — AEROGENERADOR
- VIAL PROYECTADO
- TM CR 01 — TORRE METEOROLÓGICA

PETICIONARIO

norvento enerxía

	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES — CELIA MASEDA VALIÑO

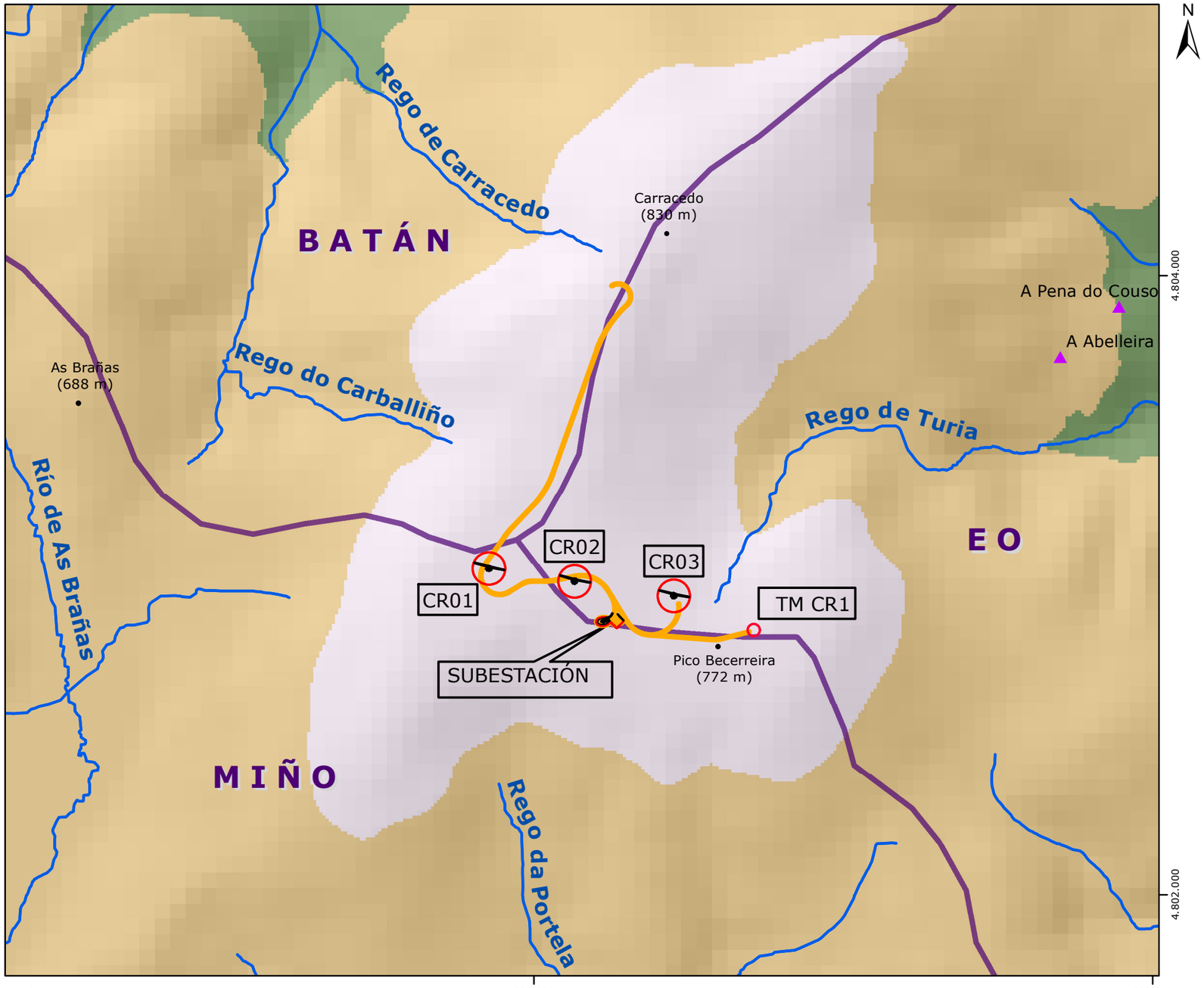
ING. TÉC. AGRÍCOLA — JESÚS BLANCO ROZAS

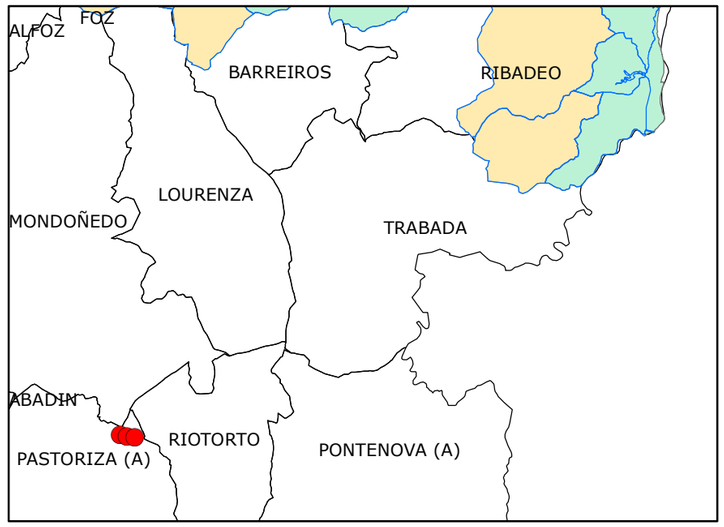
TÍTULO

COMPONENTES DEL PAISAJE

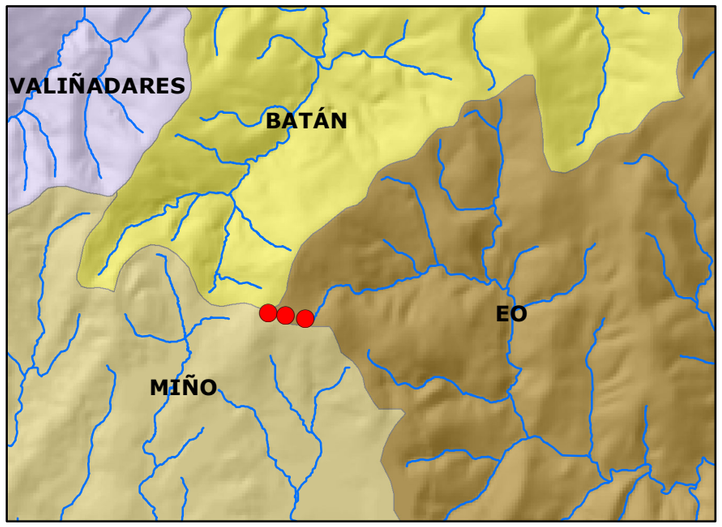
ESCALA:	CÓDIGO
1:15.000	I1095-05-AN-05-PL

PLANO Nº	VER./REV.	HOJA
01	01.00	1 de 1





1:250.000



1:100.000

Cuencas hidrográficas

LEYENDA

- Cuencas hidrográficas
- Núcleos de población

Unidades de Paisaje

- Valle del Baus y del Turia
- Laderas y Montes
- Monte de Carracedo

- CR 01 — AEROGENERADOR
- VIAL PROYECTADO
- TM CR 01 — TORRE METEOROLÓGICA
- Unidades de paisaje del POL
- Ambito del POL
- Límite UP POL

PETICIONARIO

norvento enerxía

	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	Septiembre11	NORVENTO
DIBUJADO	Septiembre11	NORVENTO
COMPROBADO	Septiembre11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

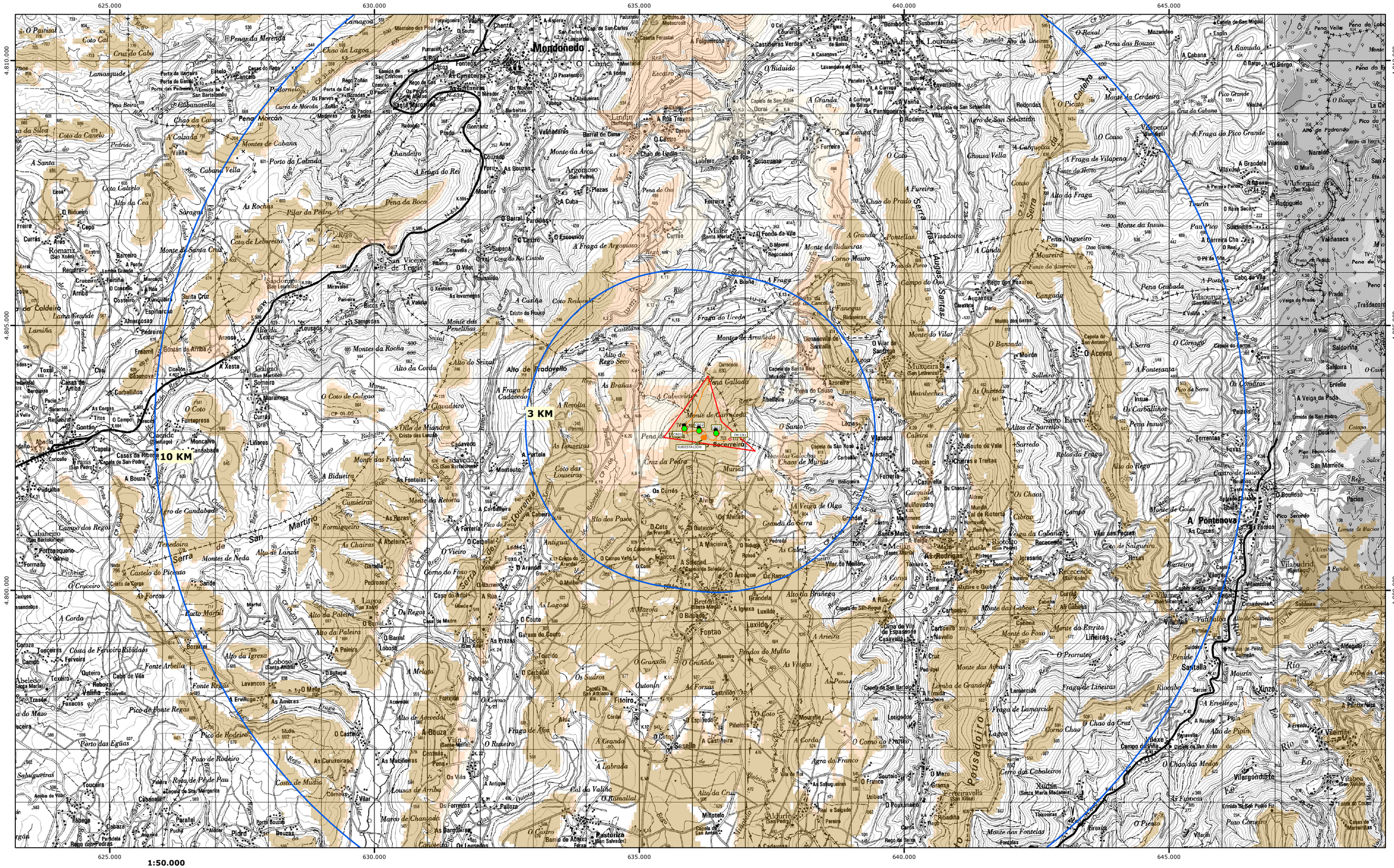
ING. TEC. AGRÍCOLA: JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

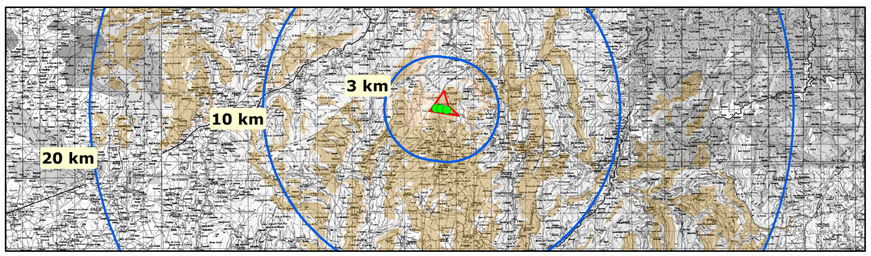
UNIDADES DE PAISAJE

ESCALAS:	CÓDIGO
VARIAS	I1095-05-AN-05-PL

PLANO Nº	VER./REV.	HOJA
02	01.00	1 de 1



1:50.000



1:250.000

LEYENDA

CUENCA VISUAL

- AEROGENERADORES
- Exposición baja (1 máquina)
- Exposición media (2 máquinas)
- Exposición alta (3 máquinas)
- Poligonal P.E. Carracedo
- Zonas de Influencia Visual

PETICIONARIO

norvento enerxía

	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES — CELIA MASEDA VALIÑO

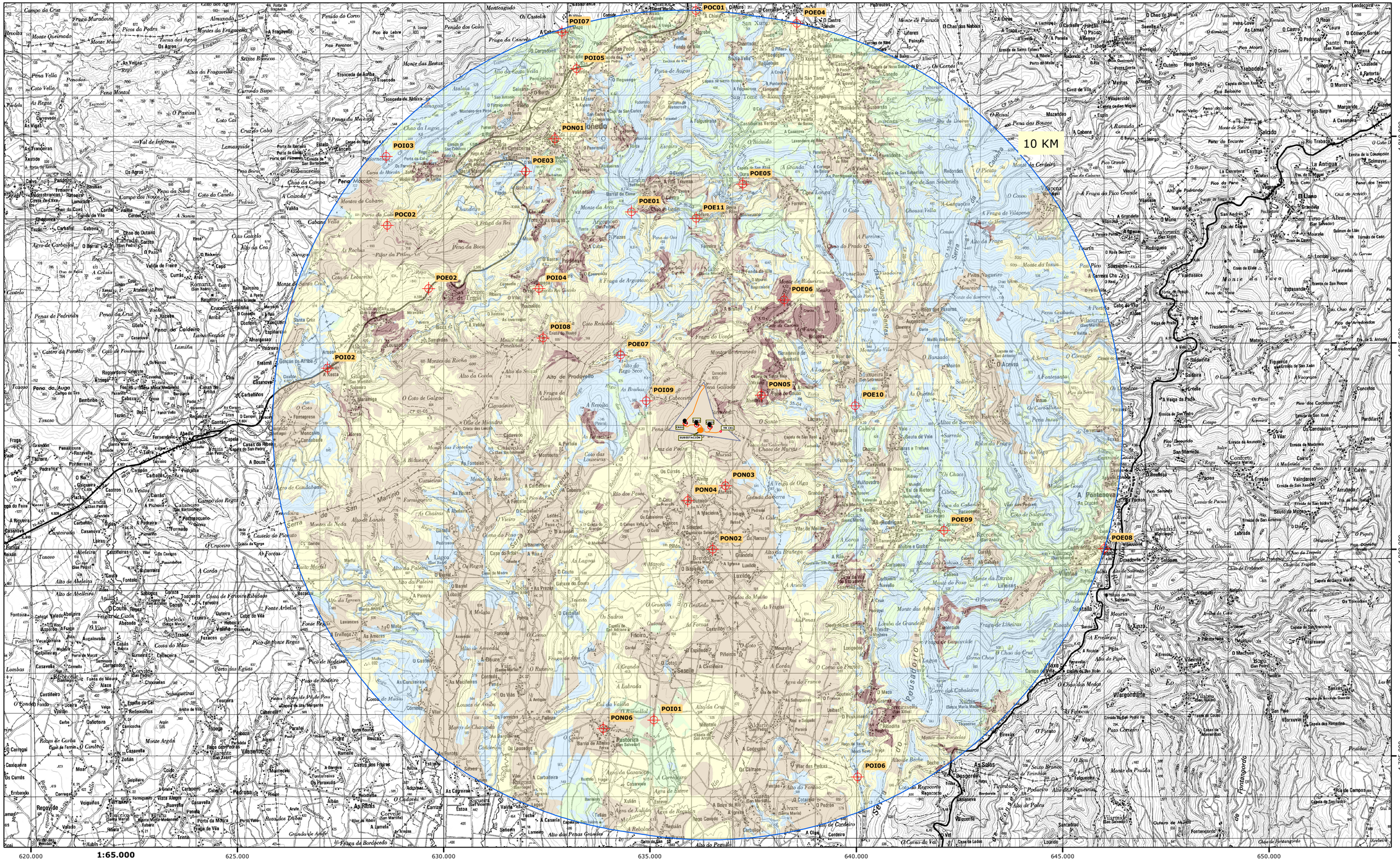
ING. TEC. AGRÍCOLA — JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

CUENCAS VISUALES

ESCALAS:	CODIGO:
VARIAS	I1095-05-AN-05-PL

PLANO Nº	Ver./Rev.	HOJA
03	01.00	1 de 1



LEYENDA

- Puntos de observación
- Fragilidad visual muy baja
- Fragilidad visual baja
- Fragilidad visual media
- Fragilidad visual alta
- Fragilidad visual muy alta
- A.D.E. Carrecedo
- AEROGENERADOR
- TORRE METEOROLÓGICA
- VIAL EXISTENTE
- VIAL PROYECTADO

PETICIONARIO: norvento enerxía

		FECHA	NOMBRE
PROYECTADO		Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO		Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO		Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACION

ESTUDIO DE IMPACTO E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES — CELIA MASEDA VALIÑO

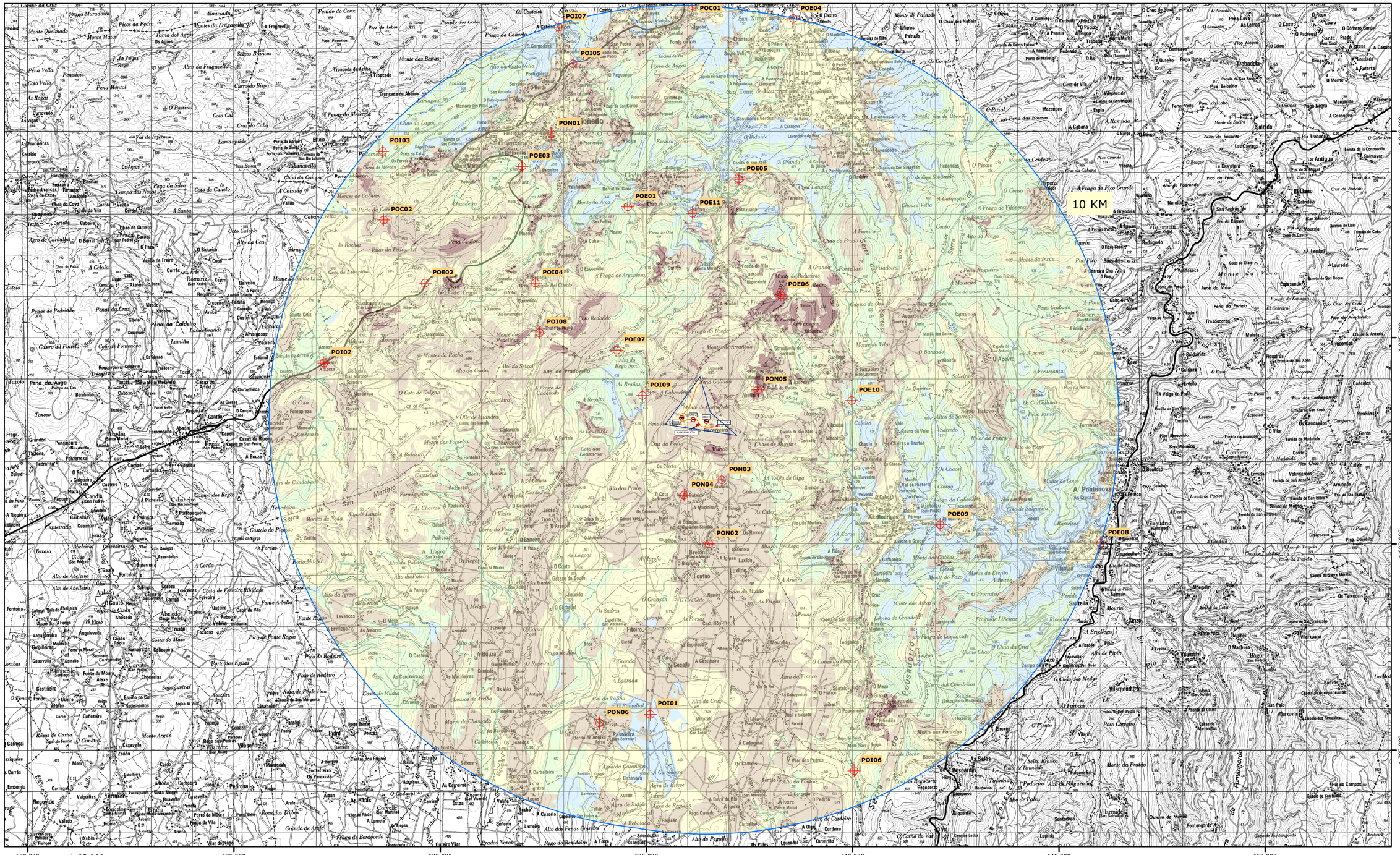
ING. TÉC. AGRÍCOLA — JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

FRAGILIDAD VISUAL INTRÍNSECA

ESCALAS:	CODIGO:
varias	I1095-05-AN-05-PL

PLANO Nº	Ver./Rev.	HOJA
04	01.00	1 de 1



1:65.000

LEYENDA

- Puntos de observación
- A.D.E. Carrecedo
- Fragilidad visual muy baja
- Fragilidad visual baja
- Fragilidad visual media
- Fragilidad visual alta
- Fragilidad visual muy alta
- AEROGENERADOR
- TORRE METEOROLÓGICA
- VIAL EXISTENTE
- VIAL PROYECTADO

PETICIONARIO: norvento enerxía

	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

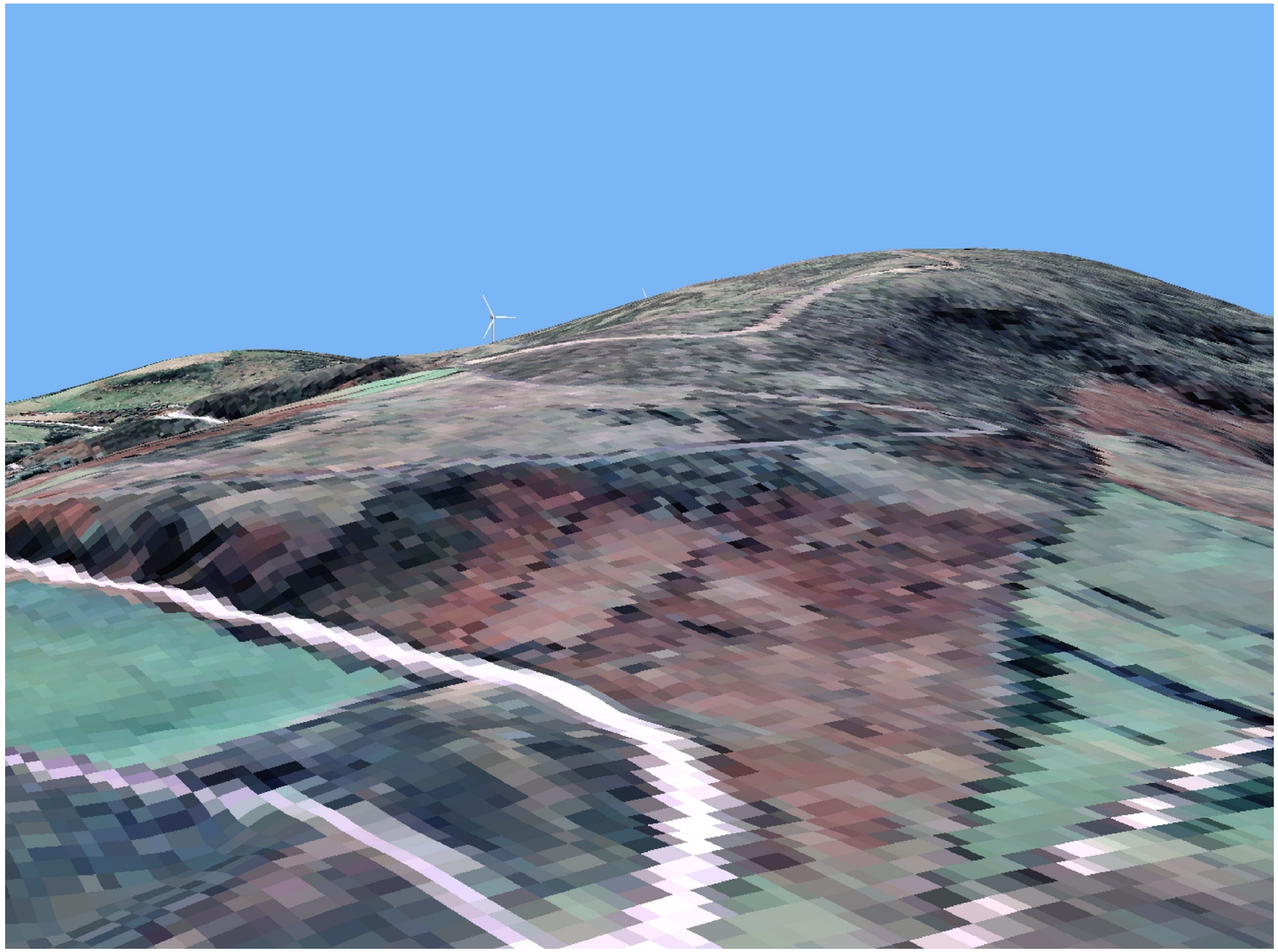
ING. TÉC. AGRÍCOLA: JESÚS BLANCO ROZAS

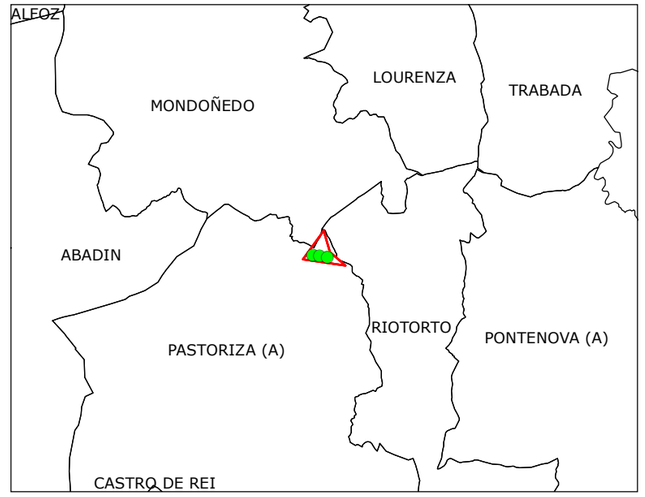
TÍTULO

FRAGILIDAD VISUAL ADQUIRIDA

ESCALAS:	CODIGO:
VARIAS	I1095-05-AN-05-PL

PLANO Nº	Ver./Rev.	HOJA
05	01.00	1 de 1

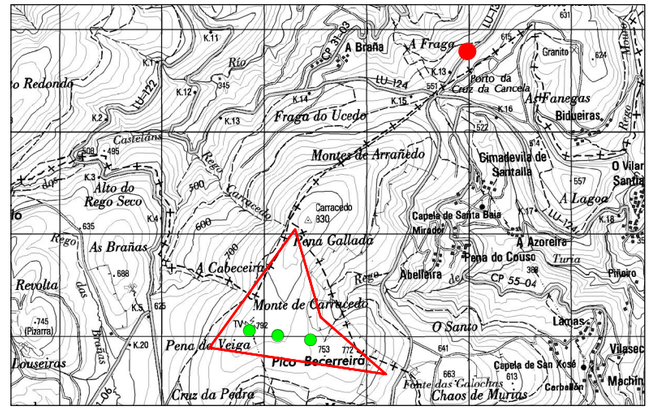




AEROGENERADORES

POLIGONAL P.E. CARRACEDO

PUNTO DE OBSERVACIÓN



Mapa de punto de observación

0 0,3 0,6 1,2 1,8 Km

N

PETICIONARIO

norvento enerxía

	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

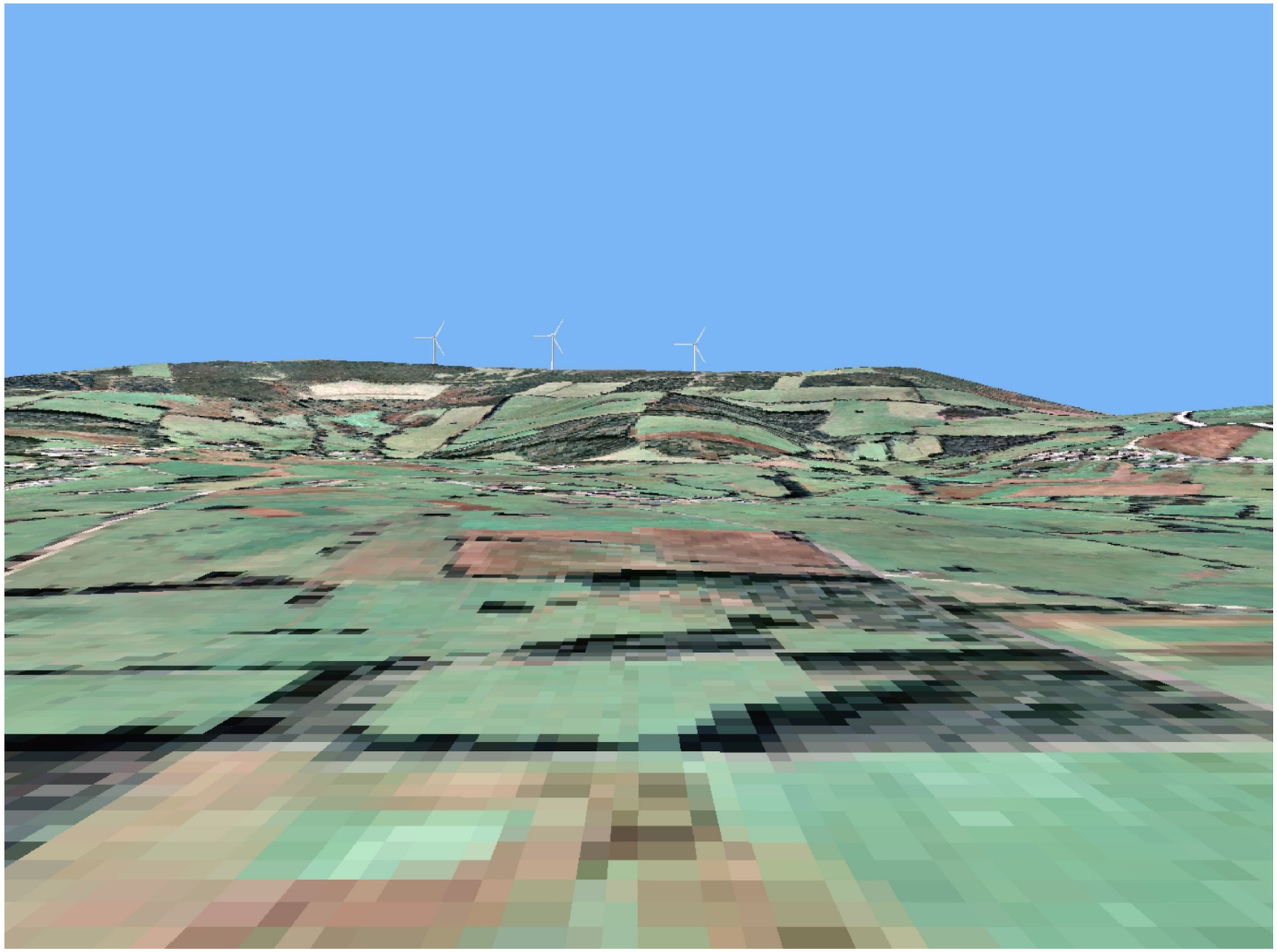
ING. TÉC. AGRÍCOLA JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

SIMULACIÓN GRÁFICA

ESCALAS:	CÓDIGO
S/E	I1095-05-AN-05-PL

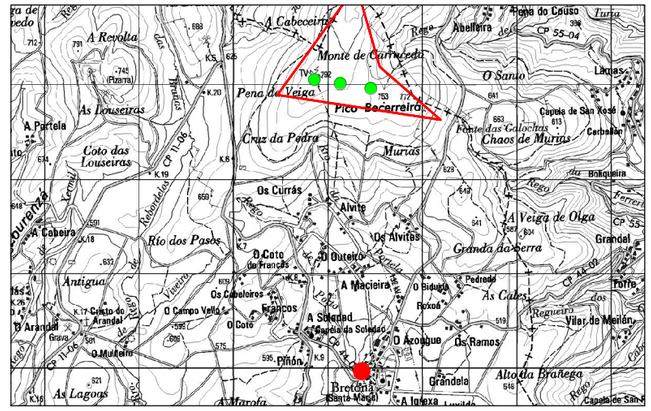
PLANO Nº	VER./REV.	HOJA
06.01	01.00	1 de 1



AEROGENERADORES

POLIGONAL P.E. CARRACEDO

PUNTOS DE OBSERVACIÓN



Mapa de punto de observación

0 0,35 0,7 1,4 2,1 Km

N

PETICIONARIO: norvento enerxía			
		FECHA	NOMBRE
	PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
	DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
	COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO E INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

ING. TÉC. AGRÍCOLA JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

SIMULACIÓN GRÁFICA

ESCALAS:	CÓDIGO
S/E	I1095-05-AN-05-PL

PLANO Nº	VER./REV.	HOJA
06.02	01.00	1 de 1

ANEXO

INDICE

1 PERFILES DE VISIBILIDAD 1

1.1 PERFILES Nº 1A Y 1B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: NÚCLEO DE POBLACIÓN DE MONDOÑEDO 1

1.2 PERFILES Nº 2A Y 2B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: NÚCLEO DE POBLACIÓN DE BRETOÑA 2

1.3 PERFILES Nº 6A Y 6B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: NÚCLEO DE POBLACIÓN DE A PASTORIZA 3

1.4 PERFILES Nº 7A Y 7B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CAMINO DE SANTIAGO .. 4

1.5 PERFILES Nº 9A Y 9B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: ÁREA REACREATIVA A ACEBREIRO 5

1.6 PERFILES Nº 10A Y 10B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL QUENDE 6

1.7 PERFILES Nº 11A Y 11B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL CHAO DA LAGOA 7

1.8 PERFILES Nº 12A Y 12B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL COVA DO REI CINTOLO 8

1.9 PERFILES Nº 13A Y 13B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL AMENEIRAL DE MONDOÑEDO 9

1.10 PERFILES Nº 14A Y 14B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: ÁREA RECREATIVA O MAZO 10

1.11 PERFILES Nº 15A Y 15B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: LIC SERRA DO XISTRAL11

1.12 PERFILES Nº 16A Y 16B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CRUCEIRO CRISTO DEL FIOUCO 12

1.13 PERFILES Nº 17A Y 17B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CAMPO DO OSO 13

1.14 PERFILES Nº 19A Y 19B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CARRETERA N-634 .. 14

1.15 PERFILES Nº 22A Y 22B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CARRETERA LU-122. 15

1.16 PERFILES Nº 26A Y 26B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CARRETERA LU-124. 16

2 REFERENCIAS 17

2.1 ÍNDICE DE FIGURAS 17

1 PERFILES DE VISIBILIDAD

1.1 PERFILES Nº 1A Y 1B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: NÚCLEO DE POBLACIÓN DE MONDOÑEDO

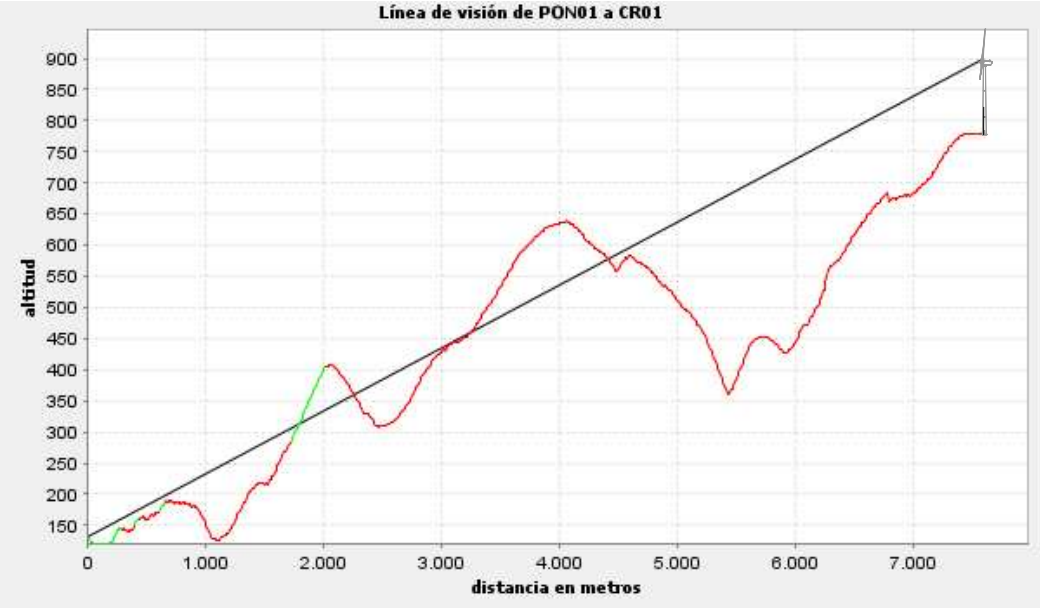


Figura 1 – Perfil visual desde el núcleo de población de Mondoñedo al aerogenerador nº 1

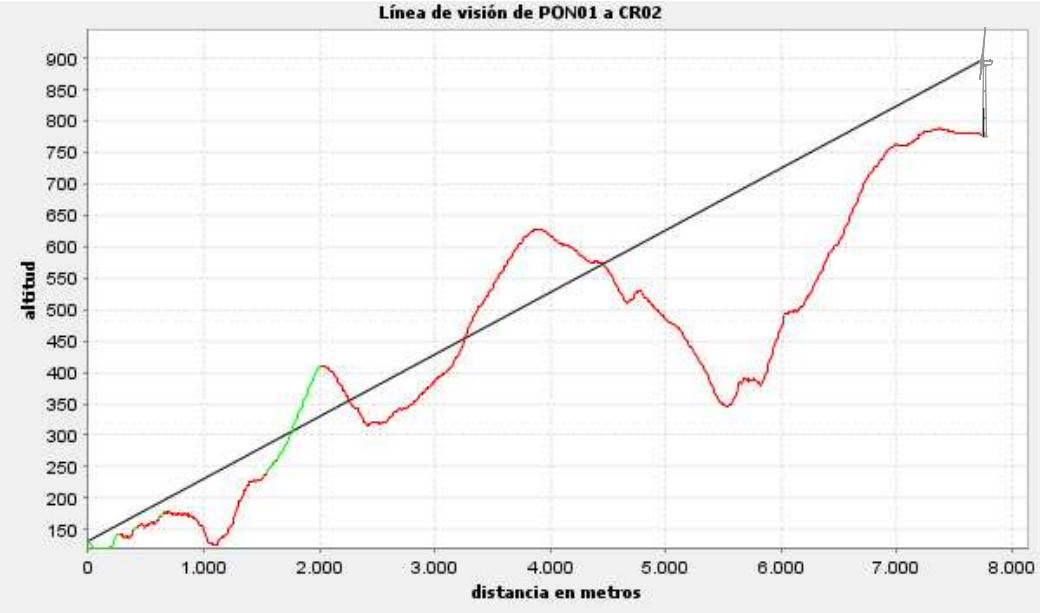


Figura 2 – Perfil visual desde el núcleo de población de Mondoñedo al aerogenerador nº 2

1.2 PERFILES Nº 2A Y 2B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: NÚCLEO DE POBLACIÓN DE BRETOÑA

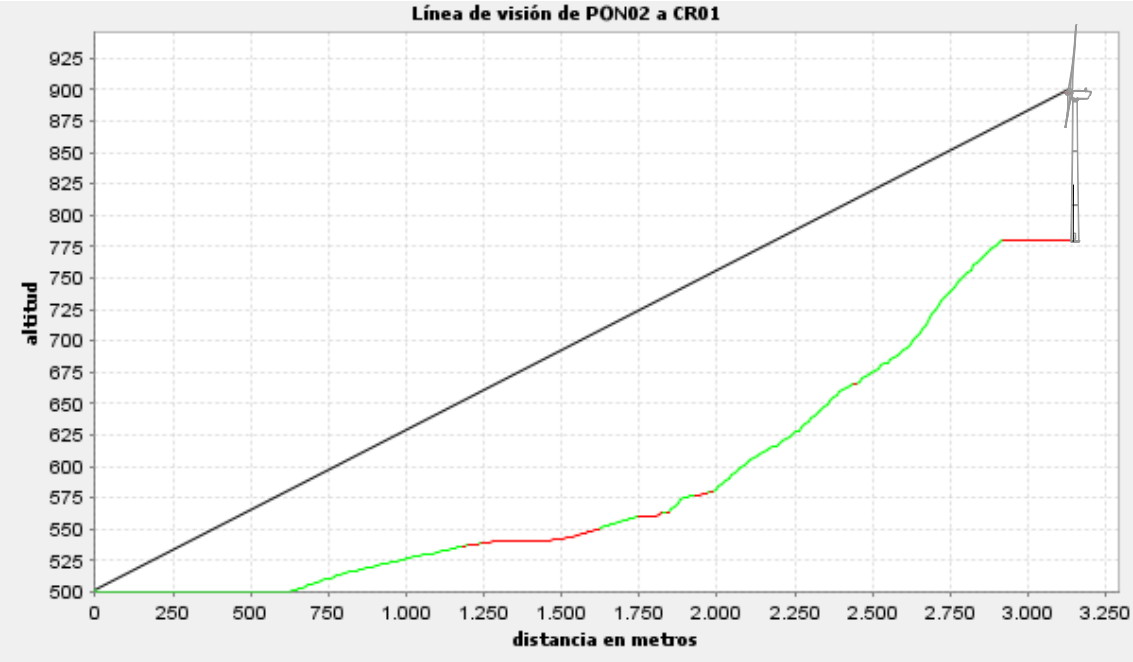


Figura 3 – Perfil visual desde núcleo de población de Bretoña al aerogenerador nº 1

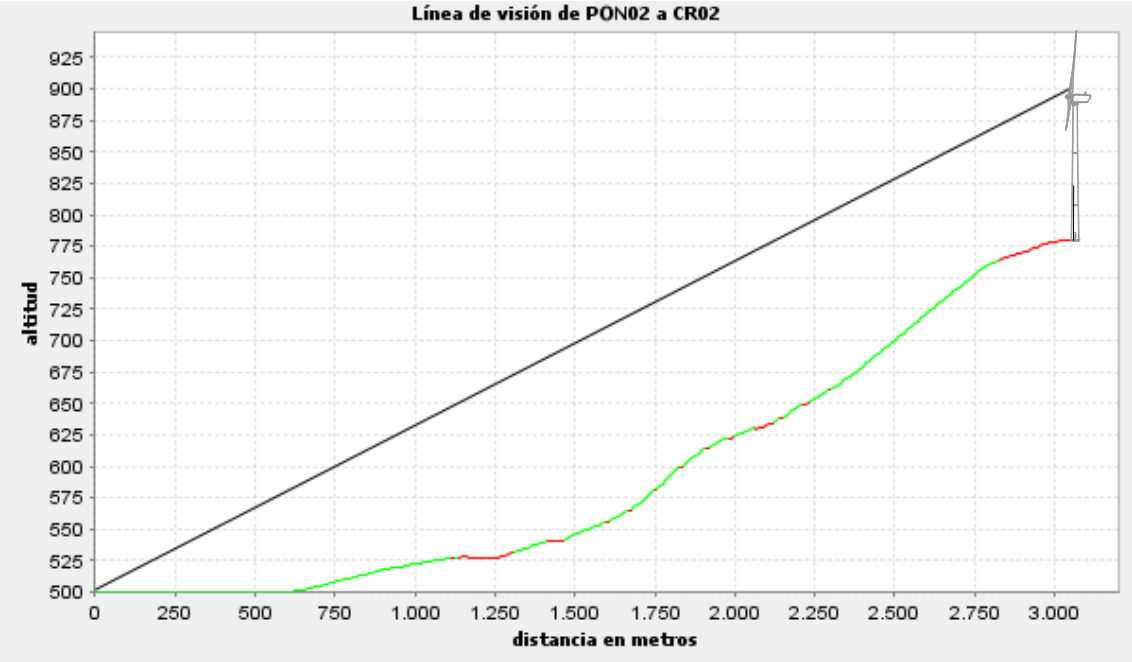


Figura 4 – Perfil visual desde el núcleo de población de Bretoña al aerogenerador nº 2

1.3 PERFILES Nº 6A Y 6B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: NÚCLEO DE POBLACIÓN DE A PASTORIZA

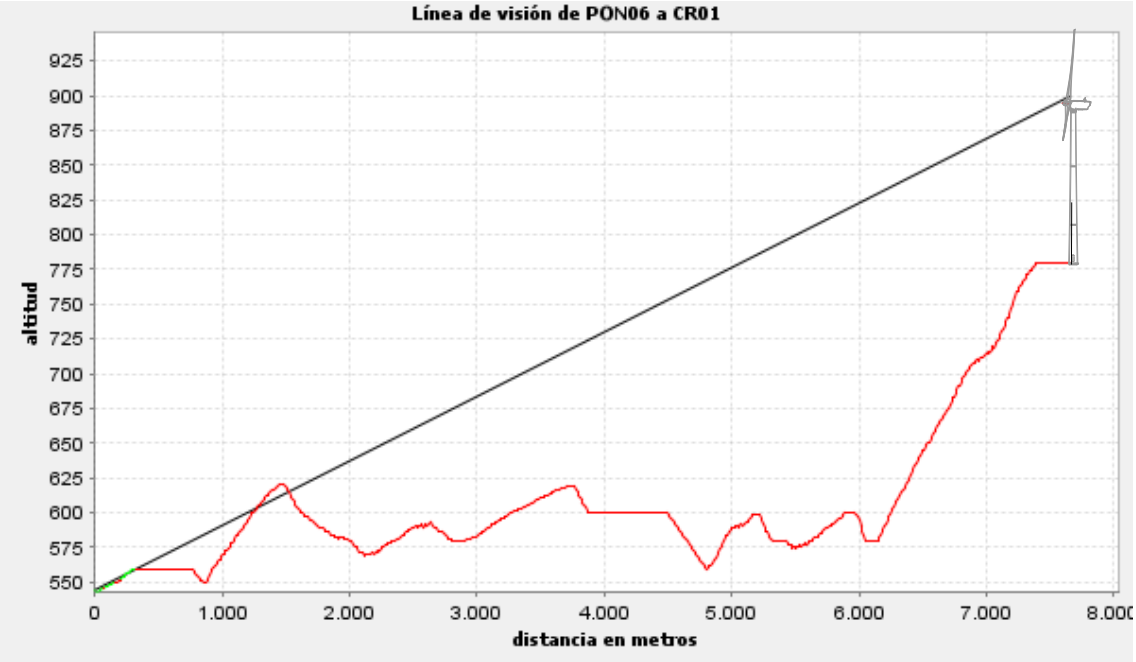


Figura 5 – Perfil visual desde núcleo de población de A Pastoriza al aerogenerador nº 1

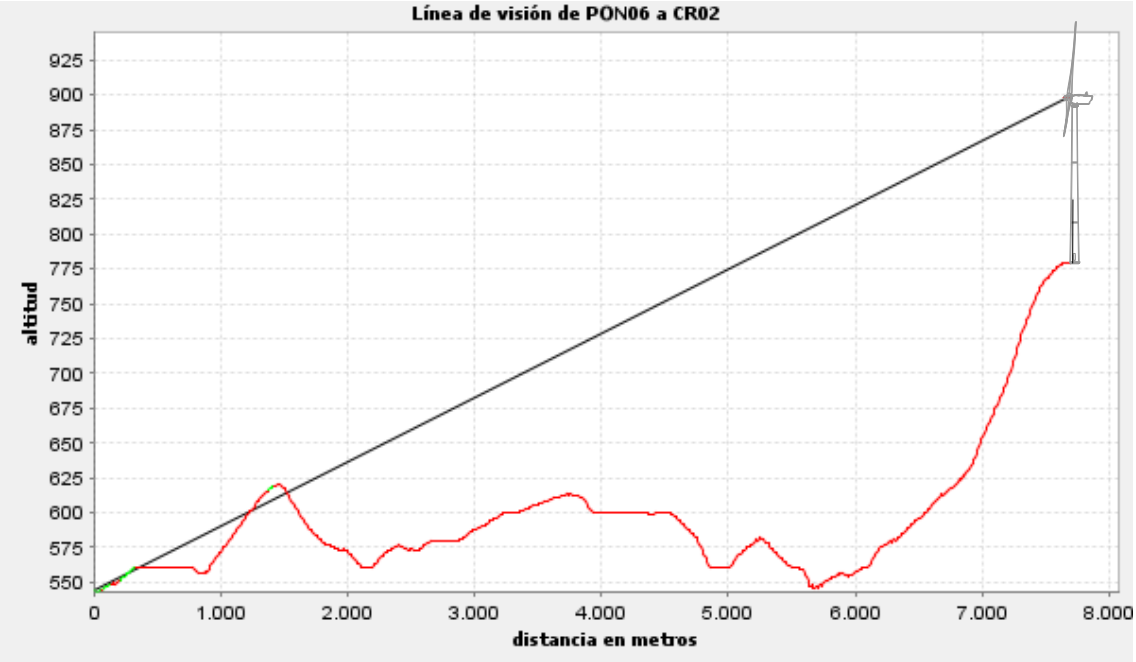


Figura 6 – Perfil visual desde el núcleo de población de A Pastoriza al aerogenerador nº 2

1.4 PERFILES Nº 7A Y 7B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CAMINO DE SANTIAGO

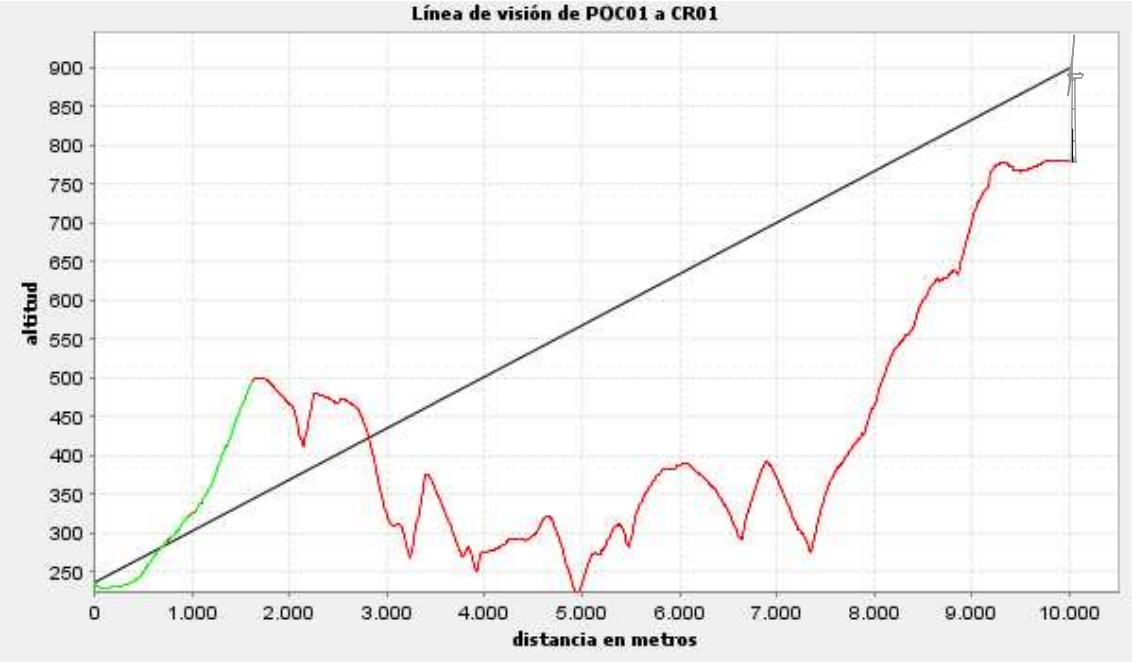


Figura 7 – Perfil visual desde el Camino de Santiago al aerogenerador nº 1

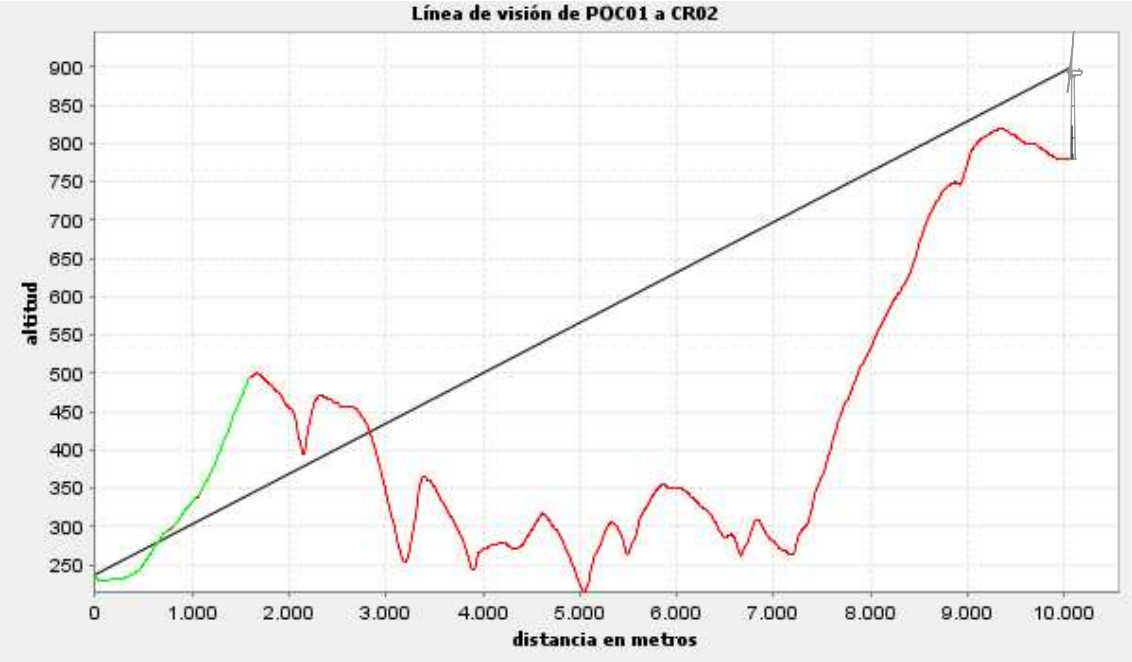


Figura 8 – Perfil visual desde el Camino de Santiago al aerogenerador nº 2

1.5 PERFILES Nº 9A Y 9B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: ÁREA REACREATIVA A ACEBREIRO

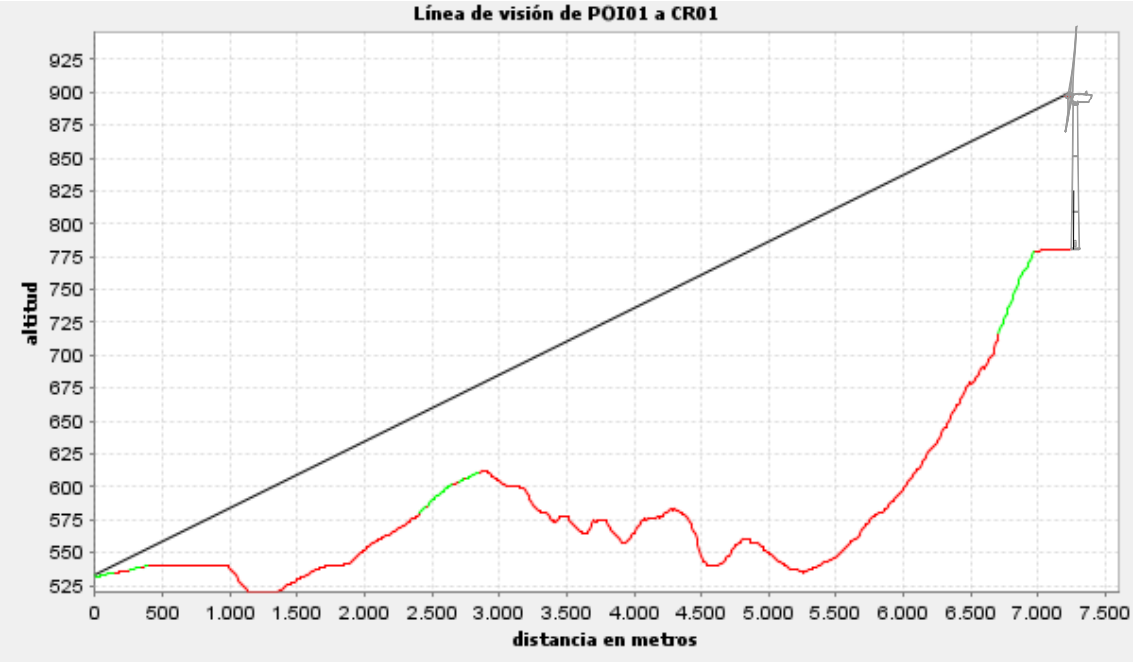


Figura 9 – Perfil visual desde el área recreativa de A Acebreiro al aerogenerador nº 1

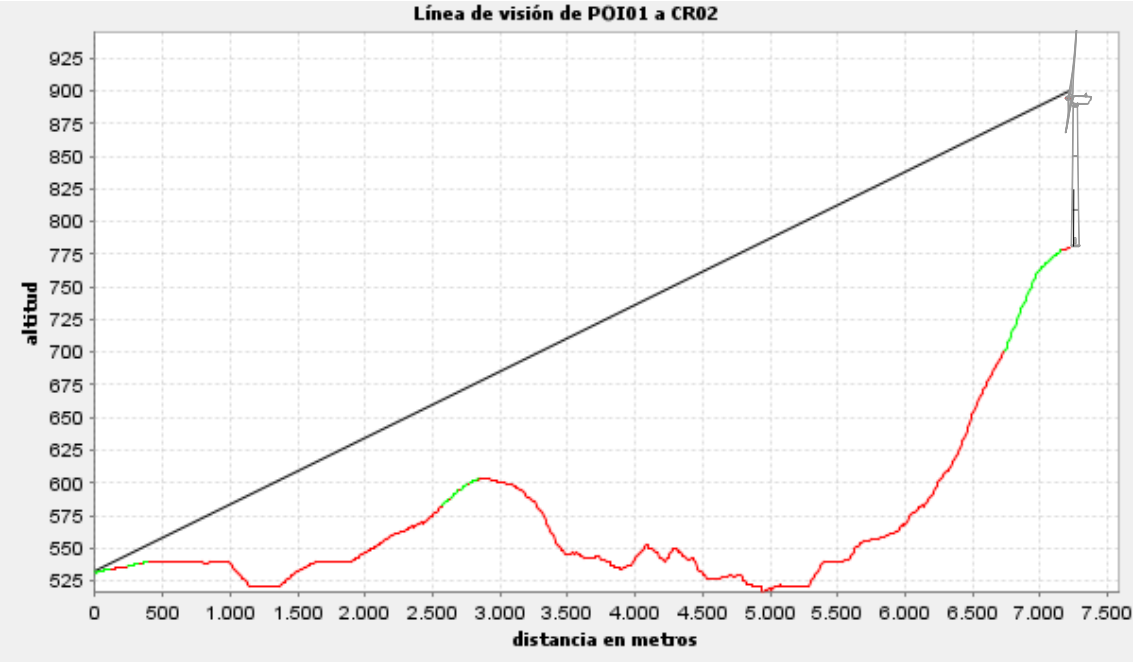


Figura 10 – Perfil visual desde el área recreativa de A Acebreiro al aerogenerador nº 2

1.6 PERFILES Nº 10A Y 10B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL QUENDE

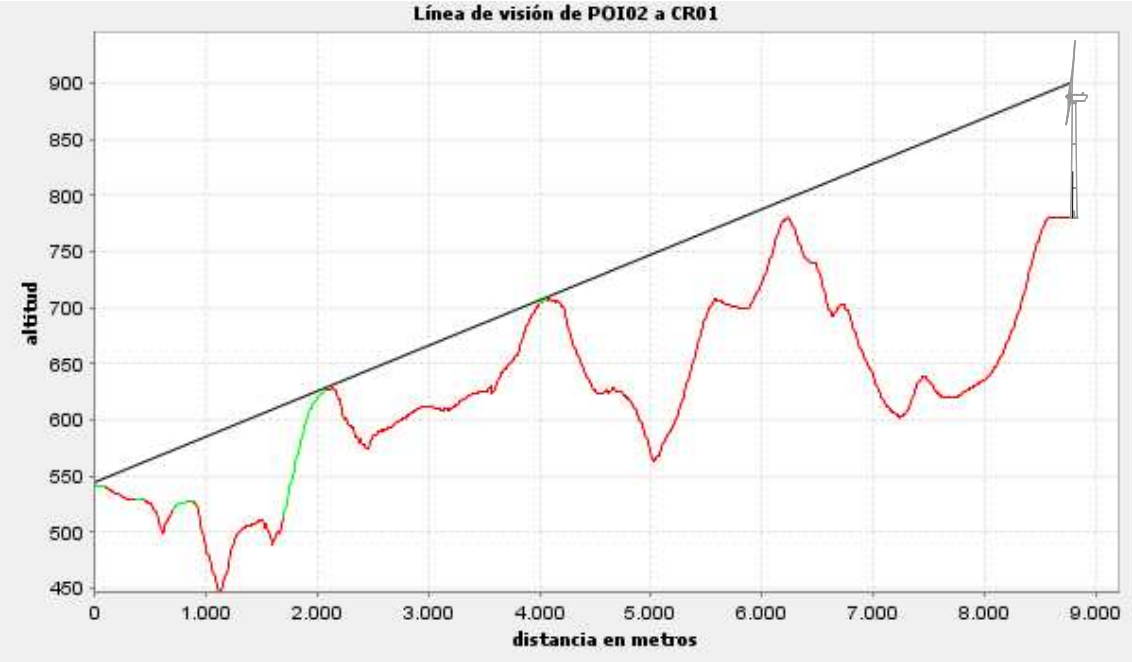


Figura 11 – Perfil visual desde el Humedal Quende al aerogenerador nº 1

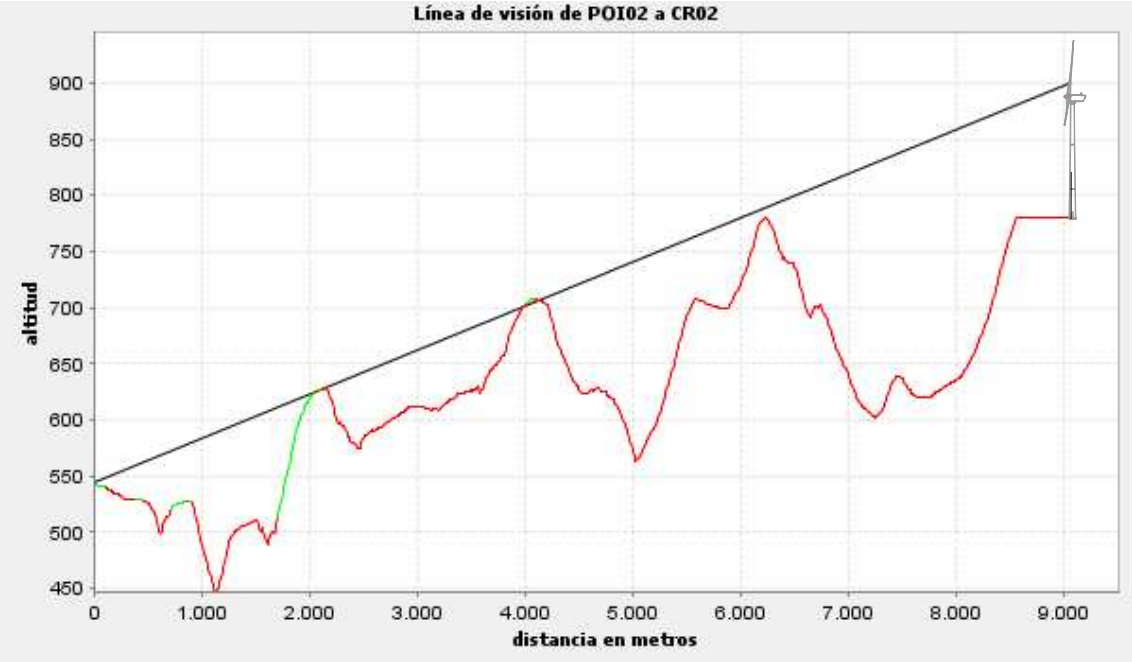


Figura 12 – Perfil visual desde el Humedal Quende al aerogenerador nº 2

1.7 PERFILES Nº 11A Y 11B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL CHAO DA LAGOA

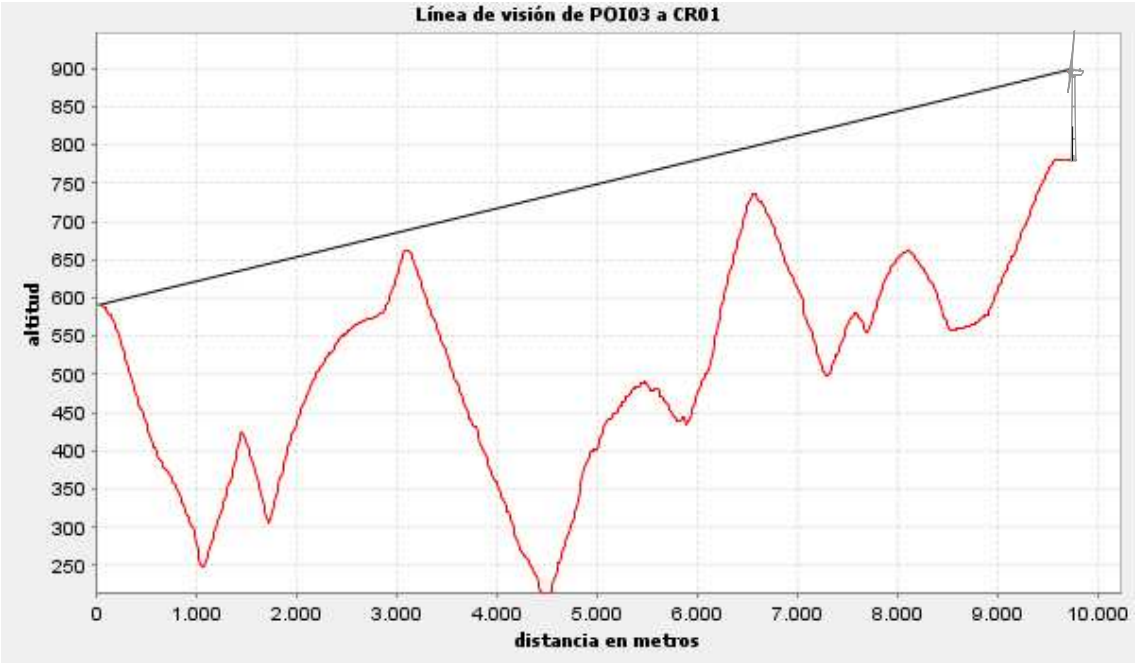


Figura 13 – Perfil visual desde el Humedal Chao da Lagoa al aerogenerador nº 1

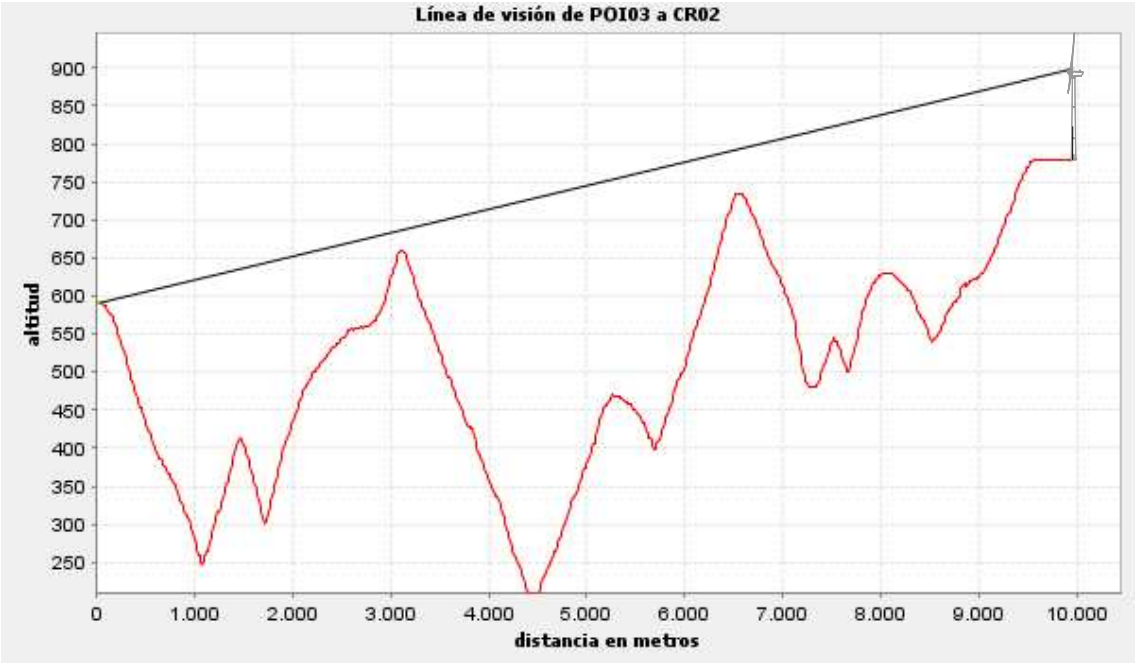


Figura 14 – Perfil visual desde el Humedal Chao da Lagoa al aerogenerador nº 2

1.8 PERFILES Nº 12A Y 12B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL COVA DO REI CINTOLO

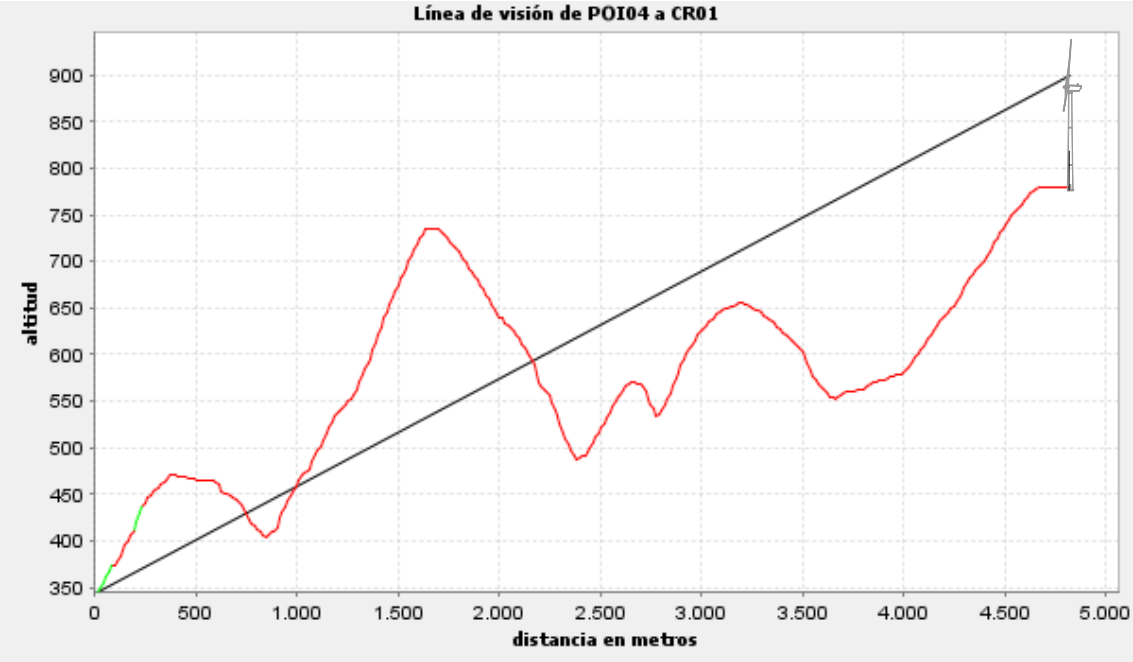


Figura 15 – Perfil visual desde el Humedal Cova do Rei Cintolo al aerogenerador nº 1

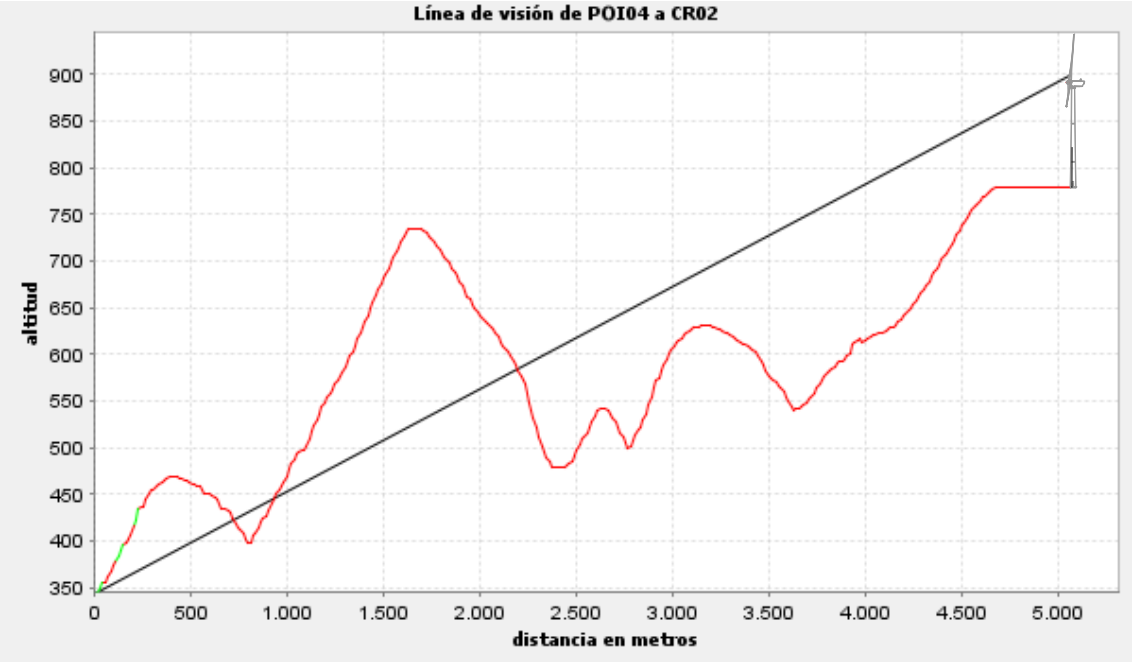


Figura 16 – Perfil visual desde el Humedal Cova do Rei Cintolo al aerogenerador nº 2

1.9 PERFILES Nº 13A Y 13B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: HUMEDAL AMENEIRAL DE MONDOÑEDO

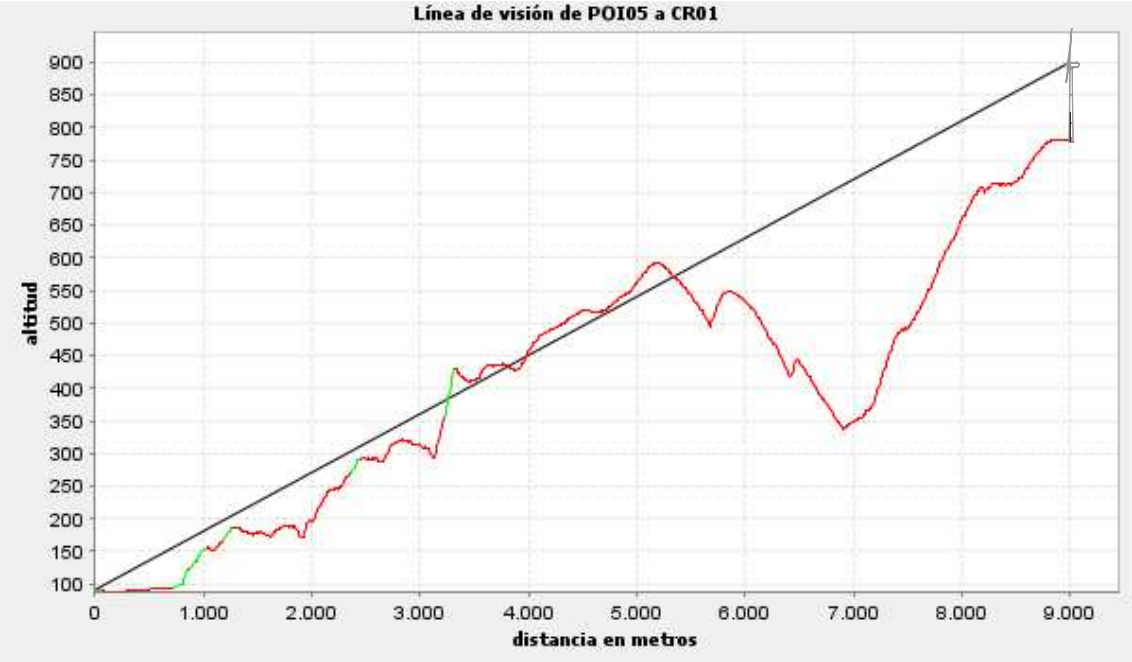


Figura 17 – Perfil visual desde el Humedal Ameneiral de Mondoñedo al aerogenerador nº 1

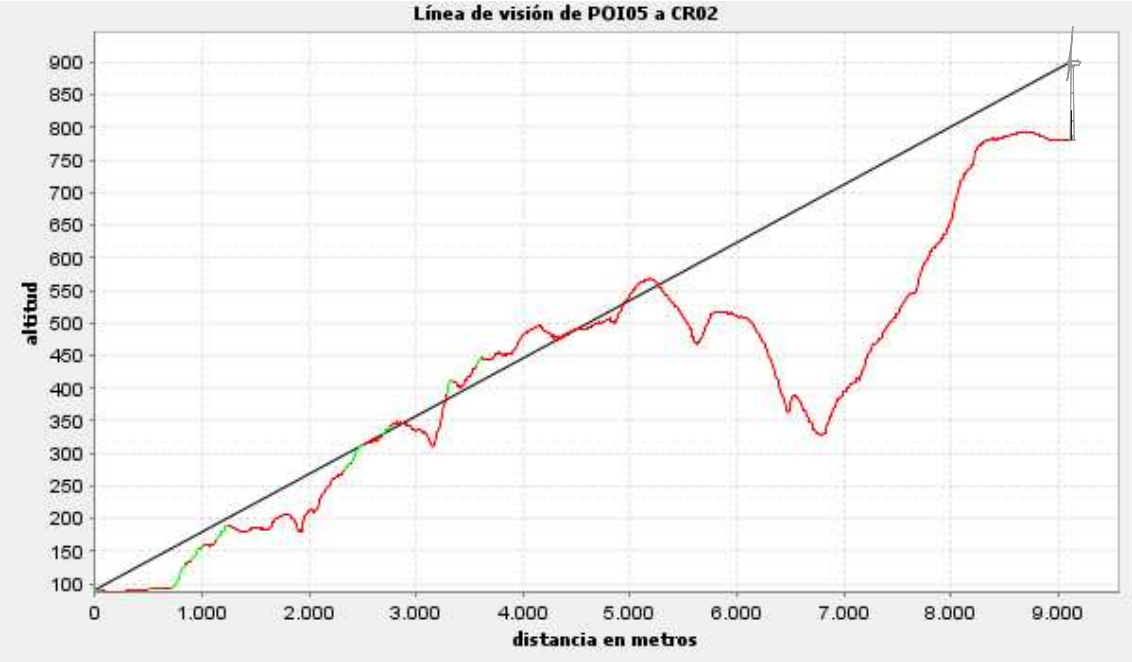


Figura 18 – Perfil visual desde el Humedal Ameneiral de Mondoñedo al aerogenerador nº 2

1.10 PERFILES Nº 14A Y 14B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: ÁREA RECREATIVA O MAZO

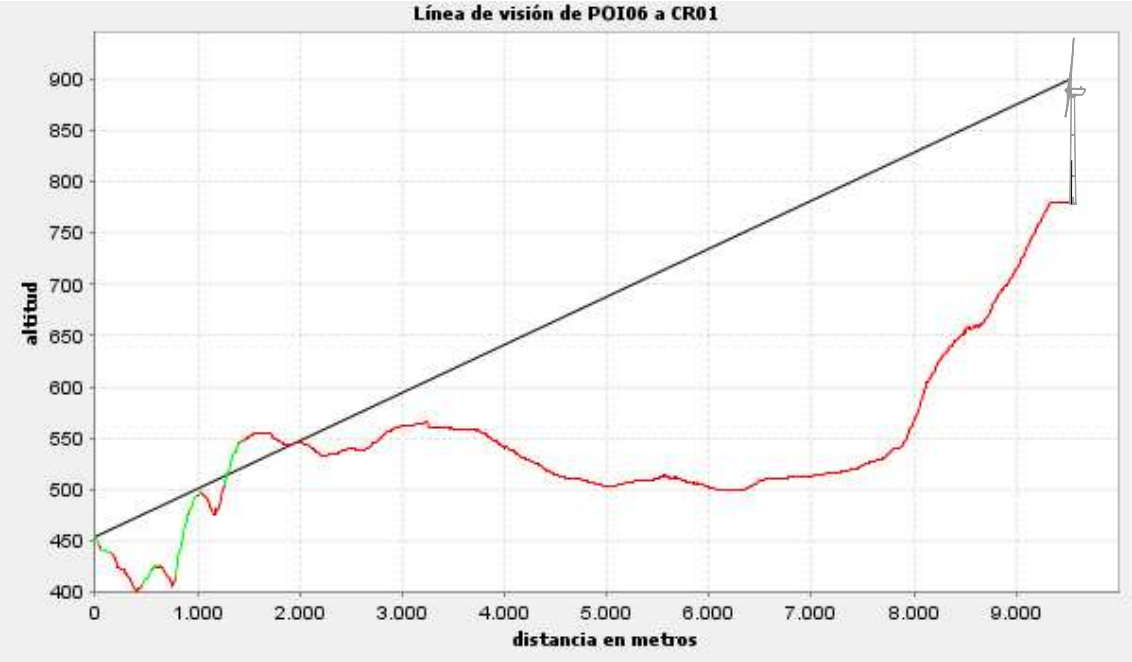


Figura 19 – Perfil visual desde el área recreativa O Mazo al aerogenerador nº 1

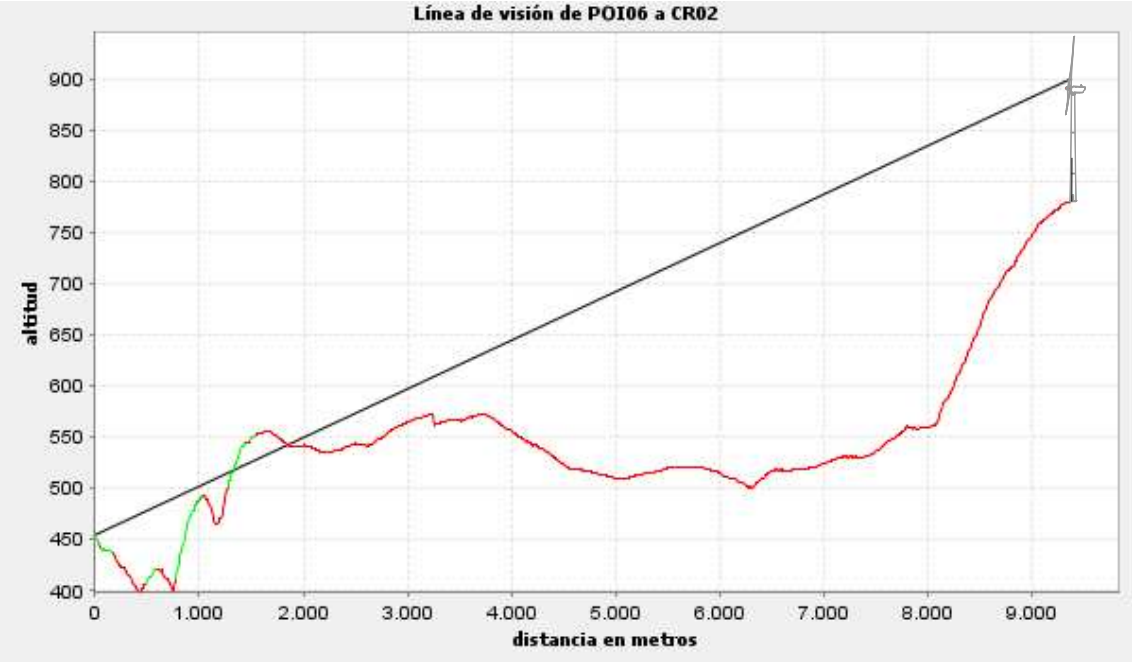


Figura 20 – Perfil visual desde el área recreativa O Mazo al aerogenerador nº 2

1.11 PERFILES Nº 15A Y 15B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: LIC SERRA DO XISTRAL

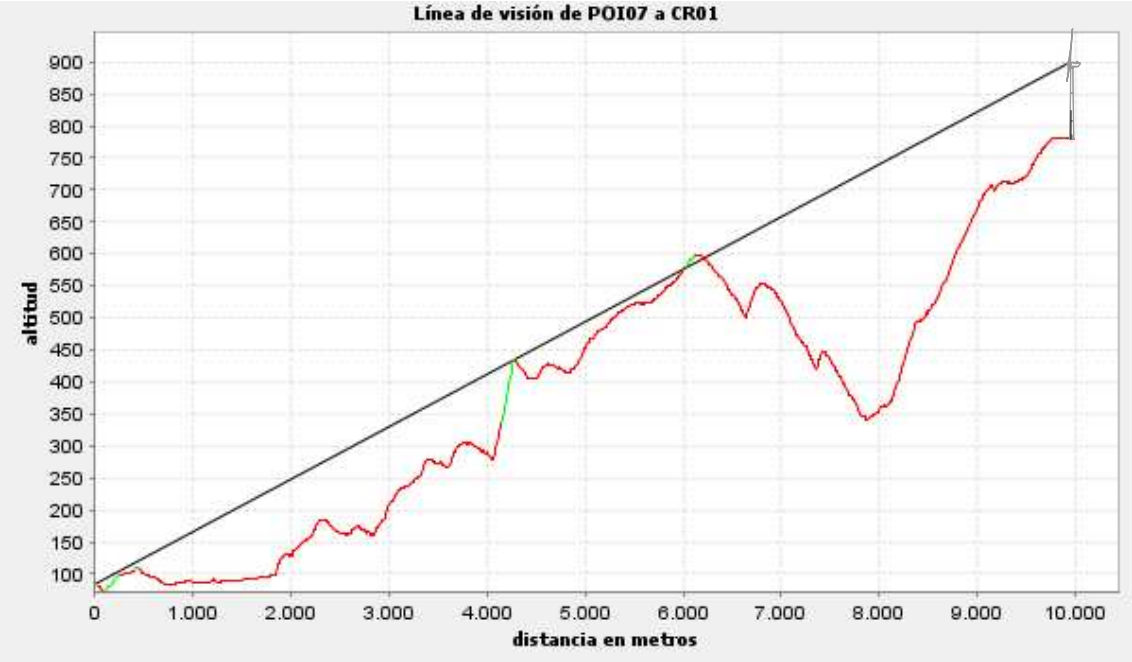


Figura 21 – Perfil visual desde el LIC Serra do Xistral al aerogenerador nº 1

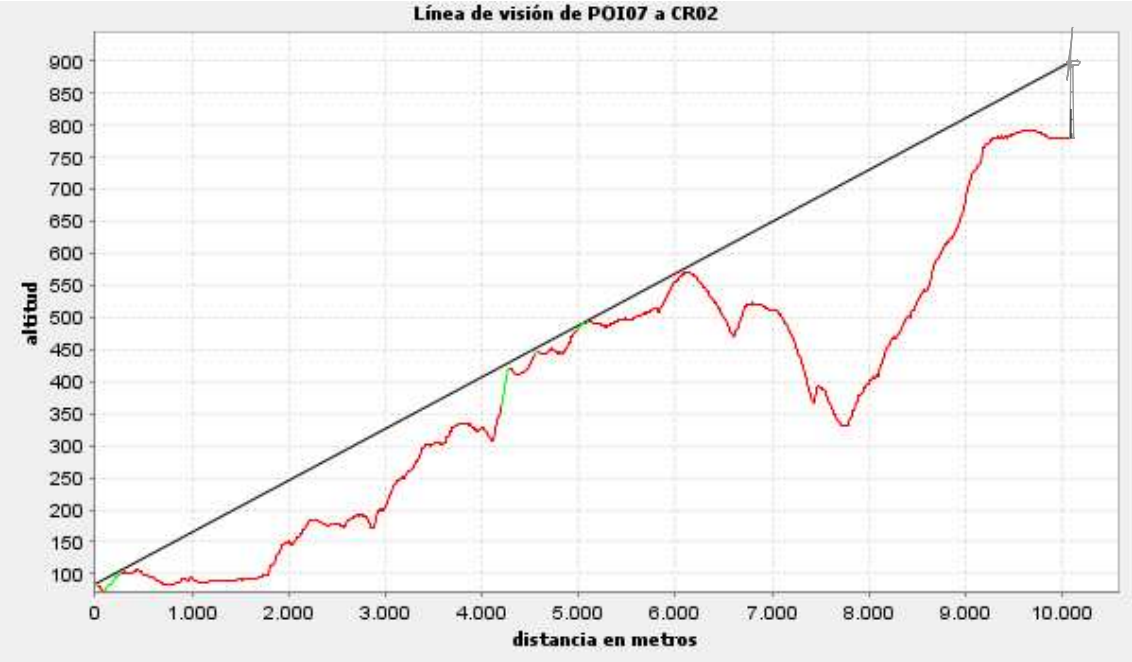


Figura 22 – Perfil visual desde el LIC Serra do Xistral al aerogenerador nº 2

1.12 PERFILES Nº 16A Y 16B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CRUCEIRO CRISTO DEL FIOUCO

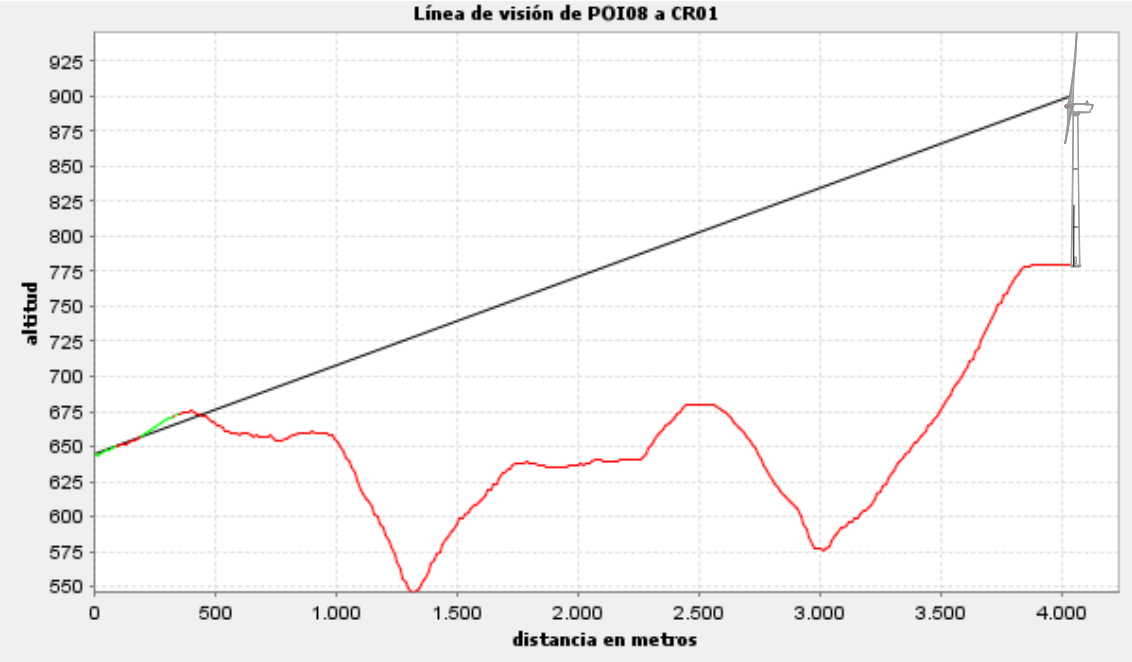


Figura 23 – Perfil visual desde el Cruceiro Cristo del Fiouco al aerogenerador nº 1

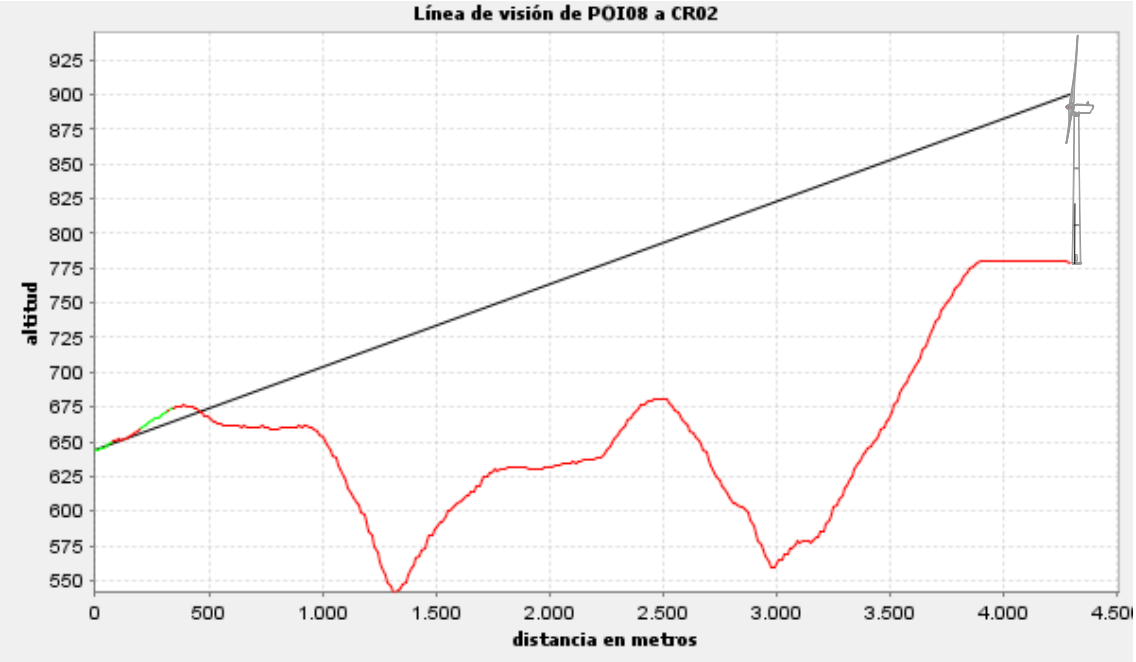


Figura 24 – Perfil visual desde el Cruceiro Cristo del Fiouco al aerogenerador nº 2

1.13 PERFILES Nº 17A Y 17B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CAMPO DO OSO

Figura 25 – Perfil visual desde el Campo da Oso al aerogenerador nº 1

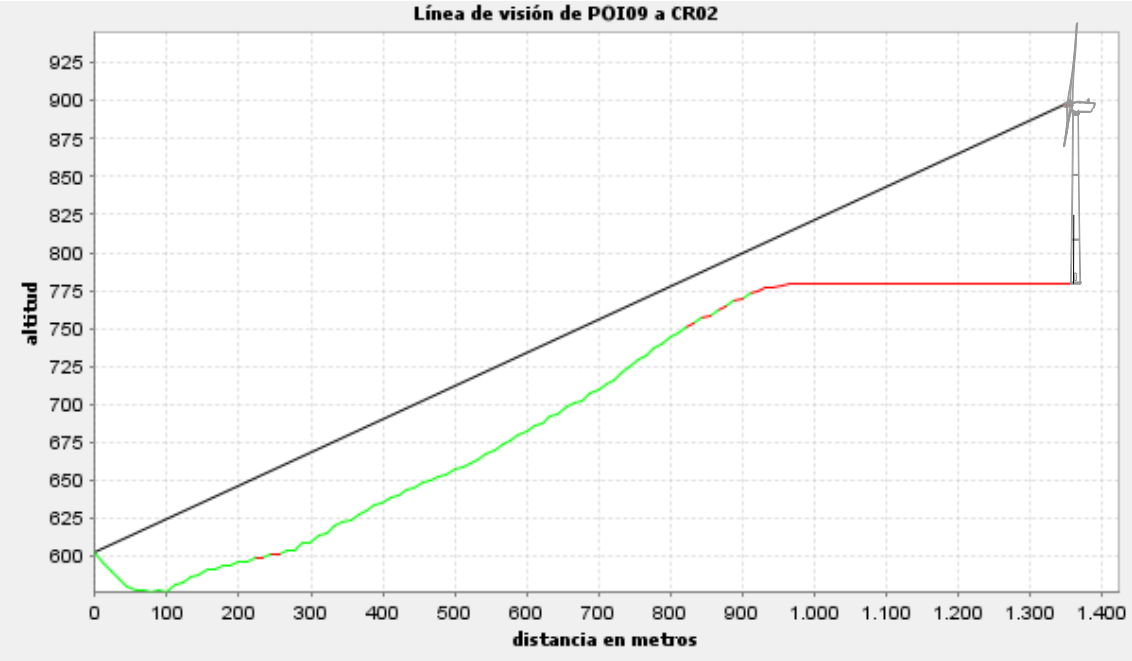


Figura 26 – Perfil visual desde el Campo da Oso al aerogenerador nº 2

1.14 PERFILES Nº 19A Y 19B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CARRETERA N-634

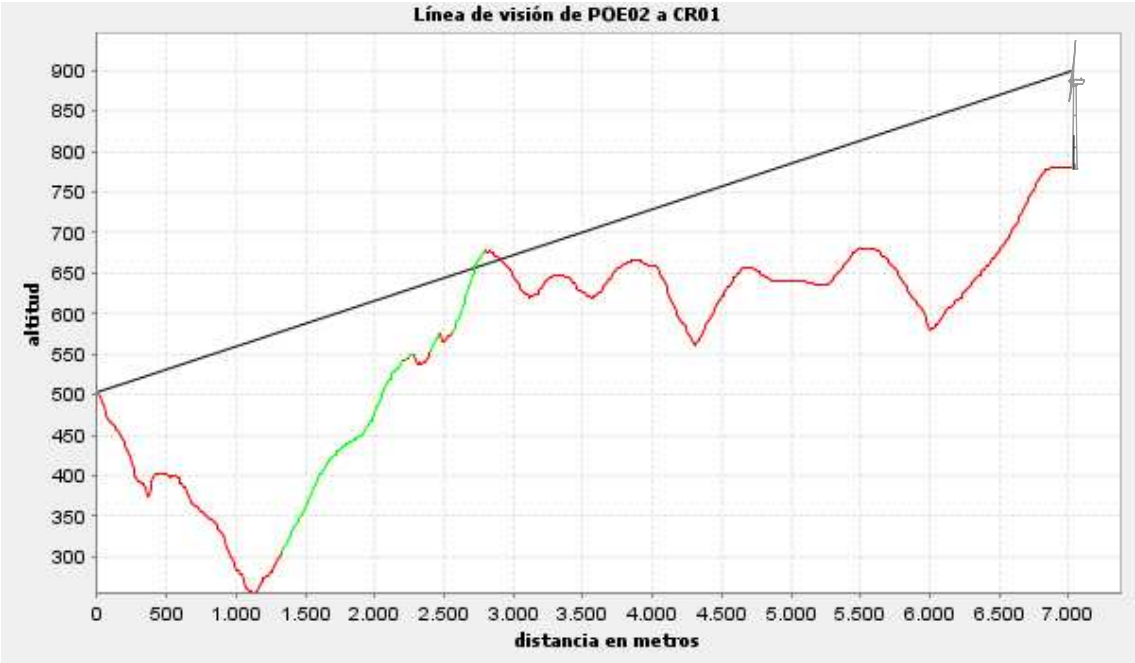


Figura 27 – Perfil visual desde la carretera N-634 al aerogenerador nº 1

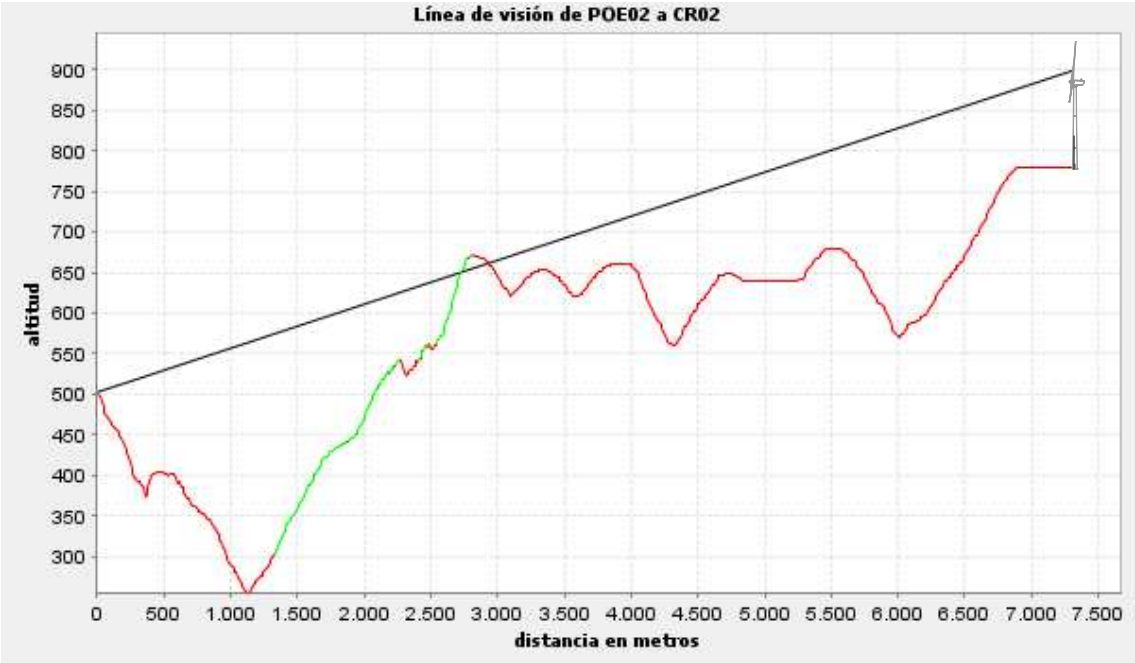


Figura 28 – Perfil visual desde la carretera N-634 al aerogenerador nº 2

1.15 PERFILES Nº 22A Y 22B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CARRETERA LU-122

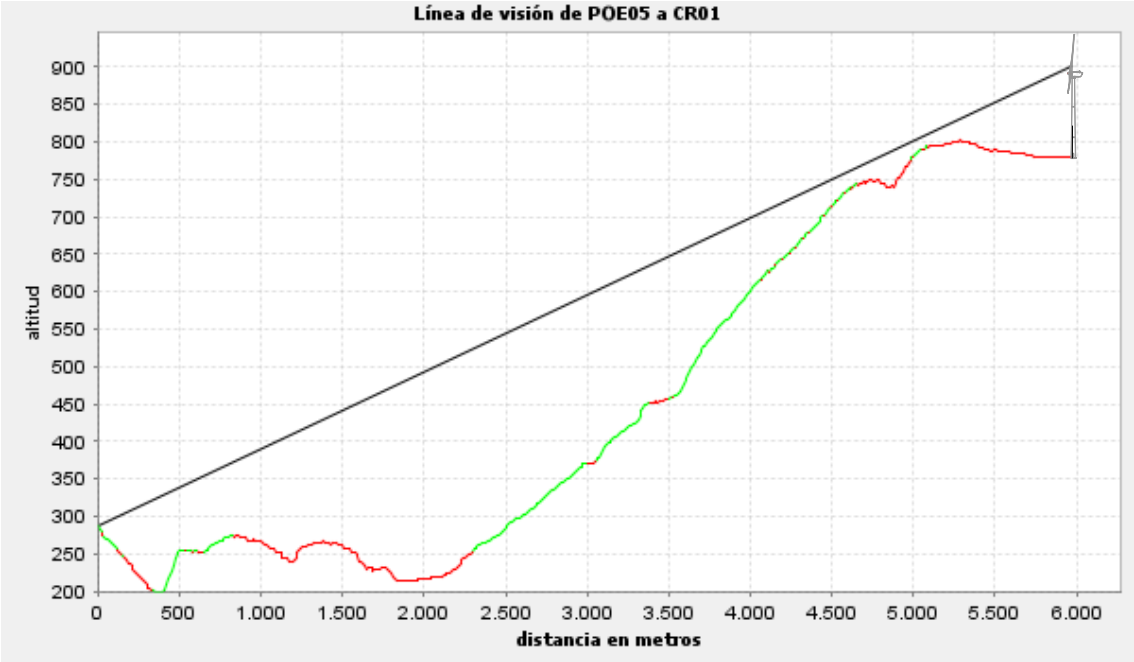


Figura 29 – Perfil visual desde la carretera LU-122 al aerogenerador nº 1

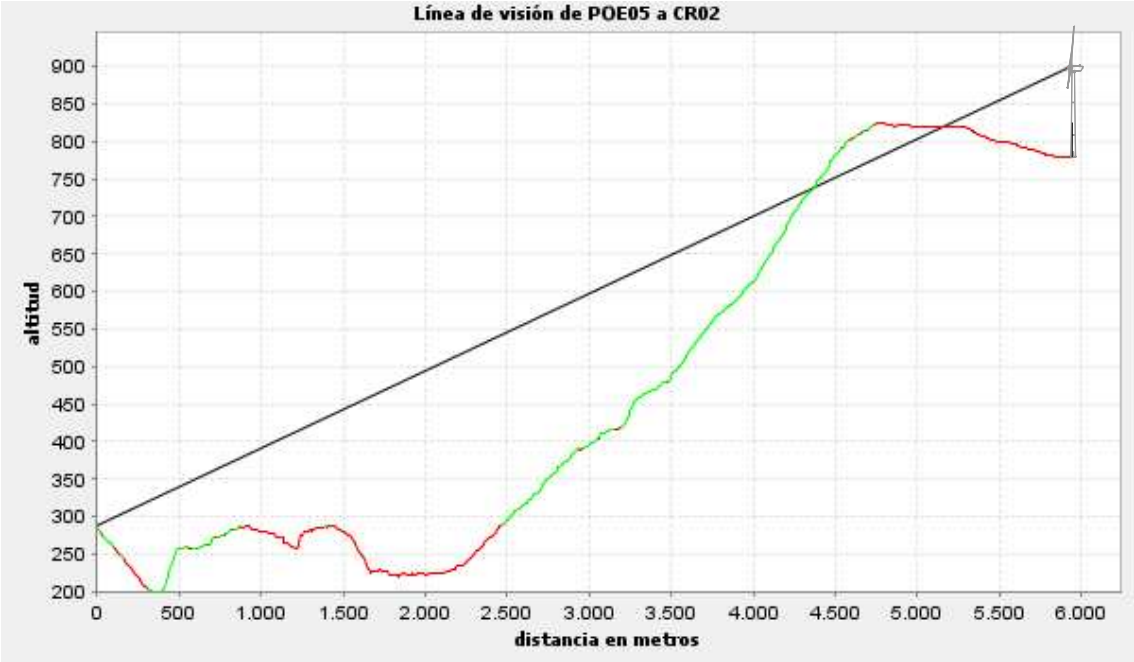


Figura 30 – Perfil visual desde la carretera LU-122 al aerogenerador nº 2

1.16 PERFILES Nº 26A Y 26B. PUNTO DE OBSERVACIÓN: CARRETERA LU-124

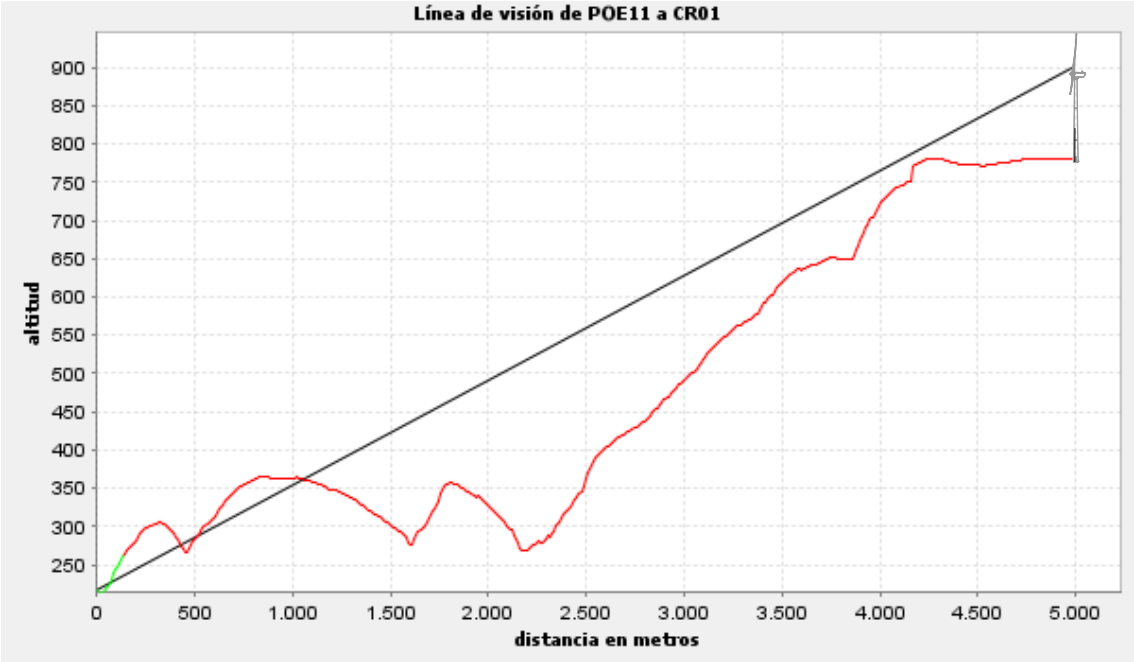


Figura 31 – Perfil visual desde la carretera LU-124 al aerogenerador nº 1

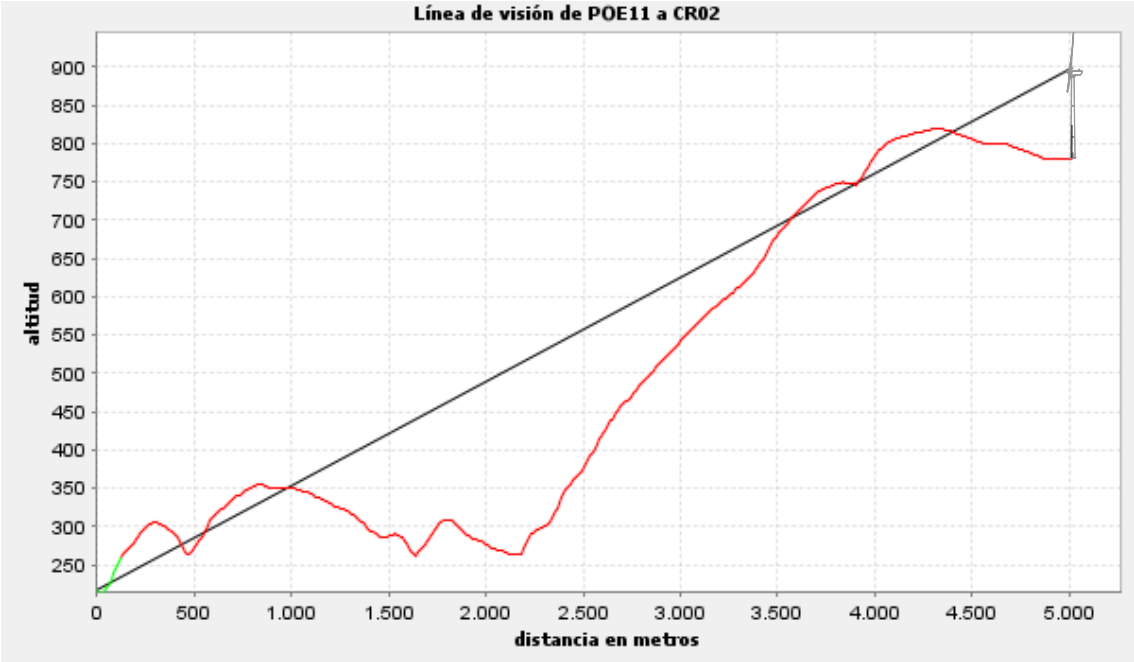


Figura 32 – Perfil visual desde la carretera LU-124 al aerogenerador nº 2

2 REFERENCIAS

2.1 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Perfil visual desde el núcleo de población de Mondoñedo al aerogenerador nº 1 ... 1
Figura 2 – Perfil visual desde el núcleo de población de Mondoñedo al aerogenerador nº 2 ... 1
Figura 3 – Perfil visual desde núcleo de población de Bretoña al aerogenerador nº 1 ... 2
Figura 4 – Perfil visual desde el núcleo de población de Bretoña al aerogenerador nº 2 ... 2
Figura 5 – Perfil visual desde núcleo de población de A Pastoriza al aerogenerador nº 1 ... 3
Figura 6 – Perfil visual desde el núcleo de población de A Pastoriza al aerogenerador nº 2 ... 3
Figura 7 – Perfil visual desde el Camino de Santiago al aerogenerador nº 1 ... 4
Figura 8 – Perfil visual desde el Camino de Santiago al aerogenerador nº 2 ... 4
Figura 9 – Perfil visual desde el área recreativa de A Acebreiro al aerogenerador nº 1 ... 5
Figura 10 – Perfil visual desde el área recreativa de A Acebreiro al aerogenerador nº 2 ... 5
Figura 11 – Perfil visual desde el Humedal Quende al aerogenerador nº 1 ... 6
Figura 12 – Perfil visual desde el Humedal Quende al aerogenerador nº 2 ... 6
Figura 13 – Perfil visual desde el Humedal Chao da Lagoa al aerogenerador nº 1 ... 7
Figura 14 – Perfil visual desde el Humedal Chao da Lagoa al aerogenerador nº 2 ... 7
Figura 15 – Perfil visual desde el Humedal Cova do Rei Cintolo al aerogenerador nº 1 ... 8
Figura 16 – Perfil visual desde el Humedal Cova do Rei Cintolo al aerogenerador nº 2 ... 8
Figura 17 – Perfil visual desde el Humedal Ameneiral de Mondoñedo al aerogenerador nº 1 . 9
Figura 18 – Perfil visual desde el Humedal Ameneiral de Mondoñedo al aerogenerador nº 2 . 9
Figura 19 – Perfil visual desde el área recreativa O Mazo al aerogenerador nº 1 ... 10
Figura 20 – Perfil visual desde el área recreativa O Mazo al aerogenerador nº 2 ... 10
Figura 21 – Perfil visual desde el LIC Serra do Xistral al aerogenerador nº 1 ... 11
Figura 22 – Perfil visual desde el LIC Serra do Xistral al aerogenerador nº 2 ... 11
Figura 23 – Perfil visual desde el Cruceiro Cristo del Fiouco al aerogenerador nº 1 ... 12
Figura 24 – Perfil visual desde el Cruceiro Cristo del Fiouco al aerogenerador nº 2 ... 12
Figura 25 – Perfil visual desde el Campo da Oso al aerogenerador nº 1 ... 13
Figura 26 – Perfil visual desde el Campo da Oso al aerogenerador nº 2 ... 13
Figura 27 – Perfil visual desde la carretera N-634 al aerogenerador nº 1 ... 14
Figura 28 – Perfil visual desde la carretera N-634 al aerogenerador nº 2 ... 14
Figura 29 – Perfil visual desde la carretera LU-122 al aerogenerador nº 1 ... 15
Figura 30 – Perfil visual desde la carretera LU-122 al aerogenerador nº 2 ... 15
Figura 31 – Perfil visual desde la carretera LU-124 al aerogenerador nº 1 ... 16
Figura 32 – Perfil visual desde la carretera LU-124 al aerogenerador nº 2 ... 16

ANEXO VI. PLAN DE SEGUIMIENTO SOBRE LA AVIFAUNA

INDICE DE DOCUMENTOS

MEMORIA

PLANO

MEMORIA

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 PERSPECTIVA HISTÓRICA DEL USO DEL VIENTO COMO FUENTE DE ENERGÍA 2

1.2 INTERACCIONES DE LA ENERGÍA EÓLICA CON LA AVIFAUNA 2

1.2.1 ESTADO DE LA PROBLEMÁTICA 3

1.2.2 SOLUCIONES ADOPTADAS 5

2 SELECCIÓN DE LOCALIZACIÓN 7

3 PLAN DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO SOBRE LA AVIFAUNA 9

3.1 INTRODUCCIÓN 9

3.2 ANTECEDENTES 9

3.2.1 PÉRDIDA DE HÁBITAT 10

3.2.2 PERTURBACIÓN 10

3.2.3 MORTALIDAD POR COLISIÓN 12

3.2.3.1 Variables que actúan sobre las colisiones y sus registros 14

3.3 OBJETIVOS 15

3.4 CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA 16

3.4.1 FASE I 16

3.4.2 FASE II 17

3.5 METODOLOGÍA DE CENSO 18

3.5.1 TRANSECTOS LINEALES 18

3.5.2 ESTACIONES DE OBSERVACIÓN DE RAPACES DIURNAS 20

3.5.3 ESTACIONES DE ESCUCHA 21

3.5.3.1 Estaciones de escucha de aves nocturnas 21

3.5.3.2 Estaciones de escucha para comunidades de paseriformes 22

3.6 PERIODICIDAD Y DESARROLLO DE LOS CENSOS 22

3.6.1 DESARROLLO DE LOS CENSOS 23

3.6.1.1 Transectos lineales y estaciones de escucha para paseriformes 23

3.6.1.2 Estaciones de observación de rapaces diurnas 24

3.6.1.3 Estaciones de escucha de aves nocturnas 24

3.6.2 RESULTADOS Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS 25

3.7 SEGUIMIENTO DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN 26

3.8 SEGUIMIENTO DURANTE LA FASE DE FUNCIONAMIENTO 27

3.8.1 ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA DE VUELO 28

3.8.2 ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD 31

3.8.3 ESTIMACIÓN DEL EFECTO VACÍO 33

3.9 INFORMES DE EVALUACIÓN 34

3.9.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN 35

3.9.2 TIPOS DE INFORMES 35

3.9.2.1 Informes ordinarios 36

3.9.2.2 Informes extraordinarios 36

3.9.3 ESTRUCTURA DE LOS INFORMES 36

3.10 DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE UMBRALES DE RIESGO 38

3.10.1 UMBRALES DE RIESGO POR COLISIÓN 39

3.10.2 UMBRALES DE RIEGO POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD 40

3.11 ESTUDIO DE EFECTOS SINÉRGICOS 41

4 MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS 42

4.1 MEDIDAS CORRECTORAS 42

4.1.1 MEDIDAS CORRECTORAS APLICABLES SOBRE EL TRABAJO TÉCNICO 43

4.1.1.1 Aumento del esfuerzo de control 43

4.1.1.2 Establecimiento de una red de vigilancia preventiva 43

4.1.2 MEDIDAS CORRECTORAS APLICABLES SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS44

4.1.2.1 Pintado de aspas con pintura convencional 44

4.1.2.2 Pintado de aspas con pintura reflectante de luz Ultra Violeta (UV) 45

4.1.2.3 Instalación de dispositivos emisores de señales de microondas 46

4.1.2.4 Establecimiento de detectores automáticos de presencia de aves 46

4.1.2.5 Reubicación de máquinas conflictivas en posiciones de reserva 46

4.1.2.6 Realización de paradas técnicas temporales 47

4.1.3 MEDIDAS CORRECTORAS APLICABLES SOBRE EL HÁBITAT 47

4.1.3.1 Control de presas 47

4.1.3.2 Control de la carroña 47

4.1.3.3 Modificación de la estructura del hábitat 48

4.2 MEDIDAS COMPENSATORIAS 48

4.2.1 MEDIDAS COMPENSATORIAS DE SOPORTE TÉCNICO 49

4.2.1.1 Seguimiento de la opinión pública 49

4.2.1.2 Sensibilización y divulgación social 49

4.2.1.3 Establecimiento de un programa de vigilancia ecotoxicológica 50

4.2.1.4 Desarrollo de proyectos técnicos sobre la avifauna 50

4.2.2 MEDIDAS COMPENSATORIAS SOBRE EL HÁBITAT Y LAS ESPECIES 51

4.2.2.1 Mejoras de hábitat 51

4.2.2.2 Alimentación suplementaria 51

4.2.2.3 Fomento de disponibilidad de lugares de nidificación 52

5 RESULTADOS PRELIMINARES DE CENSO PREOPERACIONAL 54

5.1 MATERIAL Y MÉTODOS 54

5.2 RESULTADOS 55

5.3 CONCLUSIÓN 57

6 CONCLUSIONES 58

7 REFERENCIAS 59

7.1 ÍNDICE DE TABLAS 59

7.2 ÍNDICE DE FIGURAS 59

1 INTRODUCCIÓN

Es un hecho incontestable que el cambio climático, con su calentamiento global, es una de las mayores amenazas para la biodiversidad mundial. Está demostrado que la temperatura de la Tierra se ha incrementado entre 0,1 y 0,3 ºC en el último siglo, y lo que es más alarmante, los modelos empleados para predecir la evolución de este fenómeno durante el próximo siglo pronostican un incremento de entre 1,4 y 5,8 ºC (ONU).

Cierto es que los cambios globales de temperatura son un fenómeno que se ha repetido de forma natural a lo largo de la historia de la Tierra. En los dos últimos millones de años hay registros que confirman hasta 10 ciclos de calentamiento y posterior enfriamiento de nuestro planeta. La elevación de la temperatura provoca que los casquetes polares se deshielen y el nivel del mar suba, provocando una introgresión de los océanos sobre los continentes. Esto, además de modificaciones a diferentes escalas y en diferentes fenómenos (corrientes marinas, climatología, etcétera), provoca que todos los organismos inicien procesos de emigración hacia los polos y a zonas de mayor altitud. El posterior enfriamiento global implica que los casquetes polares aumenten su superficie desencadenando una regresión marina, entonces, los organismos vuelven a desplazarse a las zonas ecuatoriales y las de baja altitud.

Estos procesos de adaptación se han sucedido varias veces en la historia reciente del planeta, y como consecuencia de ellos, unas especies se extinguen y otras permanecen. La duración de estos fenómenos cíclicos ha ocurrido a una escala de tiempo lo suficientemente larga como para dar posibilidades a los organismos a adaptarse evolutivamente a las nuevas condiciones. Sin embargo el actual calentamiento global, inducido por la actividad del hombre, está ocurriendo a un ritmo terriblemente veloz, lo que implica que una gran cantidad de especies sean incapaces de adaptarse a las nuevas circunstancias en un lapso de tiempo tan corto, y por tanto, se ven condenadas a la extinción.

Los efectos del calentamiento global tienen consecuencias sobre las aves de todo el mundo, y existen trabajos científicos que certifican reducciones de hasta el 90% para determinadas poblaciones de aves. Determinados grupos de aves parecen presentar un mayor riesgo frente a las consecuencias del cambio climático: aves migratorias, aves de montaña, de islas y humedales, aves marinas y las del ártico y antártico son las más vulnerables.

1.1 PERSPECTIVA HISTÓRICA DEL USO DEL VIENTO COMO FUENTE DE ENERGÍA

El viento es uno de los más viejos recursos de energía empleados por la humanidad. A lo largo de los últimos siglos sirvió como fuente de propulsión de barcos, movió molinos con los que se producía harina, bombas de drenaje, etcétera. La energía eólica como recurso de generación de energía eléctrica es una aplicación relativamente reciente. Obviamente, la energía eólica no está libre de problemas ambientales (especialmente a escala local), aunque estos son menores cuando los comparamos con los asociados con otros recursos energéticos clásicos como los combustibles fósiles y la energía nuclear.

Actualmente, el desarrollo en el uso de la energía eólica es una meta en las políticas energéticas de varios países, aceptando que supone una ventaja frente a los insalvables problemas medioambientales asociados a las fuentes energéticas clásicas. Muestra de ello es el ambicioso proyecto que las UE aprobó en diciembre de 2008 "Cambio climático y energía", que entre otras cosas obliga a los 27 países de la Unión al aumento de la cuota de las energías renovables al 20% de la producción total de energía de Europa para el año 2020. La energía eólica está destinada a realizar una importante contribución en la consecución de dicho objetivo, y de hecho, en el año 2008 ya ha supuesto un 4% del suministro total de electricidad de la UE.

Sin embargo, el uso de la energía eólica también tiene unos costes medioambientales que han de ser cuantificados, y un ejemplo de ello son los impactos sobre las poblaciones de aves que habitan en los espacios en los que se instalan estas infraestructuras.

1.2 INTERACCIONES DE LA ENERGÍA EÓLICA CON LA AVIFAUNA

La producción de energía eólica no está exenta de ciertas consecuencias potencialmente peligrosas para la conservación de la naturaleza en general y de la avifauna en particular. Por ello, existe la necesidad de equilibrar los impactos negativos y los beneficios así como de minimizar cualquier efecto adverso sobre las poblaciones de aves. Fruto de este propósito y desde la experiencia que atesora NORVENTO, se desarrolla el presente documento que tiene como finalidad establecer la metodología aplicada al seguimiento y vigilancia ambiental sobre la avifauna así como diferentes propuestas de minimización del potencial impacto, tratando de esta manera de asegurar la viabilidad de la comunidad ornítica presente en el área de afección.

1.2.1 ESTADO DE LA PROBLEMÁTICA

Los aerogeneradores pueden afectar negativamente a la avifauna que haga uso del espacio en sus proximidades. Los parques eólicos y sus infraestructuras asociadas (fundamentalmente líneas eléctricas de evacuación) son una potencial fuente de accidentes para la avifauna que vuela cerca de ellos. Este impacto negativo podría ser trágico en el caso de especies protegidas con poblaciones muy reducidas.

Con el nivel de desarrollo de parques eólicos alcanzando a principios del siglo XXI, se estimó que este tipo de infraestructuras generaban menos del 0,01% del total anual de mortalidad de aves causada por actividades humanas (Erickson *et al*. 2002). No obstante, también se reconoce que ciertas especies pueden verse más afectadas por los aerogeneradores que por otras causas antropogénicas, por lo que el potencial impacto de los parques eólicos sobre las poblaciones de aves no debe ser subestimado.

Una dificultad importante en la evaluación del impacto de la mortalidad de las aves en parques eólicos es la evidente escasez de información derivada de seguimientos a largo plazo y basados en criterios científicos. Por otra parte, las metodologías aplicadas varían mucho, al igual que los resultados obtenidos. Los estudios iniciales se centraron en las afecciones derivadas de la mortalidad por colisión, aunque más recientemente se han ido cuantificando otros aspectos como la pérdida da hábitat, las perturbaciones y los efectos sinérgicos.

Los primeros trabajos realizados en este ámbito, desarrollados en Altamont Pass (California-EEUU), por la California Energy Commission (1989) y la National Renewable Energy Laboratory & Predatory Bird Research Group (1994, 1995), pusieron de manifiesto que las principales aves afectadas fueron aves rapaces (Orden Falconiformes) como el Águila real *(Aquila chrysaetos),* Cernícalo americano *(Falco sparverius),* Auras gallipavo *(Cathartes aura)* y especies representantes del género Buteo *(Buteo jamaicensis).* Otros grupos como el de las rapaces nocturnas (Orden Estrigiformes) también se ven afectadas negativamente por los aerogeneradores o por los tendidos eléctricos de estos (Orloff & Flannery, 1992).

En el ámbito nacional las primeras referencias se circunscriben al estudio realizado por SEO/Birdlife (1995) en la planta de aerogeneradores de la planta de Gibraltar (Tarifa-Cádiz) durante 1993-1994. Este parque constituyó el mayor complejo eólico de Europa, tratándose el Estrecho de Gibraltar de uno de los enclaves más importantes del mundo para el paso migratorio de especies planeadoras como rapaces y cigüeñas (Bernis, 1980). En este estudio se encontraron al cabo de un año un total de 106 aves muertas por colisión (97 en los aerogeneradores y 9 en los tendidos eléctricos). Las especies más afectadas fueron el Cernícalo vulgar *(Falco tinnunculus)* y el Buitre leonado (*Gyps fulvus*), aunque sólo se contabilizaron aves de tamaño mediano y grande, por lo que según SEO/Birdlife, las cifras obtenidas hubieran sido mayores de haberse tenido en cuenta especies pequeñas. Entre las conclusiones del trabajo destaca el hecho de que el emplazamiento del parque (interacción viento-relieve-rutas de las aves) resulta determinante en la incidencia sobre las aves.

Un estudio publicado más recientemente, realizado en 13 parques eólicos de Navarra que sumaron un total de 741 aerogeneradores, de los que se seleccionaron 277 (37,4% del total) para realizar un seguimiento que se prolongó desde Marzo del 2000 hasta diciembre del 2002 arrojó la cifra de 345 aves muertas, además de 15 murciélagos. Nuevamente las rapaces fueron el grupo de mayor impacto, suponiendo un 72,8% de las aves muertas. Dentro de las rapaces, el Buitre leonado (*Gyps fulvus*) resultó la especie con mayor mortalidad, representando el 63,1% (Lekuona, J.M. & Ursúa, C., 2007).

En base a los estudios publicados se puede afirmar que la tasa de mortalidad por aerogenerador y año varía entre 0,3 y 10 aves en Estados Unidos. En España, los trabajos realizados reflejan unas cifras de mortalidad por aerogenerador y año que van desde 1,2 aves en Oíz-Vizcaya (Unamuno *et al.*, 2005) y las 62,26 aves en Navarra (Lekuona, J.M., 2001). Los datos obtenidos durante los seguimientos realizados por NORVENTO en dos de sus parques eólicos en explotación, P.E. de Coruxeiras y P.E. de Fiouco, arrojan cifras de mortalidad hallada de 0,25 y 0,31 aves por aerogenerador y año respectivamente, lo cual se asemeja a lo indicado para los parques eólicos de menor impacto en Estados Unidos. Esta baja incidencia se debe, en gran medida, a la baja complejidad avifaunística localizada en las zonas de ubicación de los proyectos. Dichos resultados, muestran que es la Alondra común (*Alauda arvensis*) es la especie que registra mayores episodios de muerte por colisión con las máquinas, suponiendo el 28,8% del total.

1.2.2 SOLUCIONES ADOPTADAS

Desde NORVENTO, en la búsqueda por compatibilizar el desarrollo de la energía eólica con la conservación de la avifauna, todos los proyectos se someten ineluctablemente a un análisis profundo con el que se pretende valorar diferentes elementos como son las alternativas de ubicación, los potenciales impactos y las diversas medidas mitigadoras y compensatorias.

La manera de actuación para la selección de los proyectos óptimos y la minimización de los impactos de nuestros parques eólicos sobre la avifauna se desarrolla en tres etapas, que de forma esquemática se pueden resumir en:

I. Análisis previo de alternativas y selección de mejor localización

Se trata de hacer un primer análisis de la sensibilidad en cuanto a la avifauna de las zonas correspondientes a las alternativas de ubicación de los proyectos.

A raíz de este primer análisis, en el que se establece el potencial nivel de afección de las diferentes alternativas de proyecto, se hace una selección de las mejores zonas. Este análisis previo se convierte en una herramienta eficaz con la cual se ve reducido el impacto ambiental de los proyectos seleccionados desde el inicio.

II. Desarrollo de un Plan de Vigilancia y Seguimiento Ambiental efectivo

La finalidad del Plan de Seguimiento de Avifauna es desarrollar un método que asista en el proceso de asignar los efectos que el parque eólico provoca sobre las aves de manera objetiva y transparente. Esto dependerá de un conocimiento exhaustivo de la comunidad de aves existente antes de la instalación del parque así como de un control continuado en el tiempo sobre la misma. Por tanto, el Plan de Seguimiento de la Avifauna implica el mantenimiento de un seguimiento a lo largo de las fases preoperacional, de obras y de funcionamiento del parque eólico.

Las conclusiones de este trabajo tienen como uno de sus principales objetivos proporcionar una herramienta de trabajo para que la administración correspondiente valore las afecciones que dicha instalación provoca sobre la comunidad de aves presentes en la zona de estudio.

III. Desarrollo de medidas correctoras del impacto y medidas compensatorias

Un último tipo de actuaciones van encaminadas a reducir el impacto y a desarrollar actuaciones que puedan beneficiar a determinadas especies objetivo.

Las medidas mitigadoras del impacto van desde la conservación de la vegetación y la limitación del tránsito de vehículos y personas hasta el incremento del esfuerzo del control y la instalación de diferentes dispositivos que reduzcan las probabilidades de colisión con los aerogeneradores.

Las medidas compensatorias también pueden ser muy diversas. Es importante tener establecido un amplio rango de actuaciones que sirvan para incentivar positivamente a las poblaciones de determinadas especies. Las especies objetivo son aquellas que por su ecología y estado de conservación puedan presentar mayores conflictos derivados de la instalación del parque eólico. Estas medidas pueden incluir actuaciones que van desde la mejora y recuperación de sus hábitats, hasta promover el desarrollo de diferentes técnicas de potenciación y conservación de las especies. Una línea de actuación interesante y diferente sería establecer colaboraciones con diferentes entidades para promocionar el estudio y conservación de las aves.

2 SELECCIÓN DE LOCALIZACIÓN

Como ya se ha explicado en el apartado de Análisis de Alternativas incluido en el Estudio de Impacto Ambiental del que forma parte este anexo, en el momento de seleccionar el emplazamiento del parque eólico se han tenido en cuenta criterios relacionados con la avifauna amenazada de Galicia.

Para ello se estableció un conjunto de especies de aves consideradas incompatibles con la instalación de un parque eólico. Dichas especies resultaron ser 11 de las 13 incluidas en el Anexo I del Catálogo Gallego de Especies Amenazadas (CGEA) que relaciona a los taxones y poblaciones "En Peligro de Extinción": *Anas crecca; Aquila chrysaetos; Botaurus stellaris; Burhinus oedicnemus; Emberiza schoeninclus lusitanica; Gallinago gallinago; Milvus milvus; Numenius arquata; Tetrao urogallus; Tetrax tetrax; Vanellus vanellus*. Quedando fuera del análisis *Puffinus mauretanicus* y *Uria aalge*, dado que su bioecología estrictamente marina les impide presentar conflictos con parque eólicos terrestres. Además de estas 11 especies, se tuvieron en consideración otras 6 especies de aves incluidas en la categoría de "Vulnerables" y precisadas en el Anexo II del CGEA. Dicho anexo abarca un total de 15 taxones, de los cuales se incluyeron en el análisis espacial aquellos que por su bioecología y estado poblacional en Galicia, podrían presentar mayores conflictos frente a la instalación de un parque eólico en sus áreas de distribución. Estas 6 especies son: *Bubo bubo; Hieraaetus fasciatus; Luscinia svecica; Neophron percnopterus; Perdix perdix hispaniensis* y *Scolapax rusticola.*

La información sobre la distribución de estas especies orníticas en Galicia se extrajo del Inventario Nacional de Biodiversidad y Atlas de las aves reproductoras de España (Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino) y del la WEB de Conservación de la Naturaleza de la Consellería de Medio Rural (Xunta de Galicia). Dicha información está georreferenciada a mallas UTM de 10x10 km.

Además de la distribución de estas especies, en la valoración ambiental de las zonas estudiadas para el emplazamiento del proyecto, también se ha tenido en cuenta las IBAs (Important Birds Areas). Estas áreas forman una red de espacios naturales que deben ser preservados con el fin de mantener las poblaciones de las especies de avifauna más amenazadas y representativas de cada región. Su desarrollo deriva de la Directiva de Aves, en la que, entre otras formalidades, se obliga a los gobiernos de Europa a preservar áreas para que determinadas especies amenazadas puedan completar su ciclo vital. Estas áreas se han identificado y definido mediante criterios científicos y en Galicia existen 11.

Estas fueron las variables analizadas en relación a la avifauna, de manera que su peso en el conjunto de la valoración ambiental multicriterio que se estableció para seleccionar los mejores emplazamientos, ambos factores sumaron un 25% del total.

Una vez estudiados los datos geográficos, se concluye que el Parque Eólico Carracedo no afecta al área de distribución de ninguna especie concreta ni a ninguna IBA.

3 PLAN DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO SOBRE LA AVIFAUNA

3.1 INTRODUCCIÓN

El objeto de seguimiento de este plan específico es la avifauna de la zona de afección, pues se considera uno de los grupos faunísticos más susceptible de padecer perturbaciones ante la ejecución de un parque eólico.

La finalidad del Plan de Seguimiento de Avifauna es desarrollar un método que asista en el proceso de asignar los efectos que el parque eólico provoca sobre las aves de manera objetiva y transparente. Las conclusiones de este trabajo tienen como uno de sus principales objetivos proporcionar una herramienta de trabajo para que la administración correspondiente valore las afecciones que dicha instalación provoca sobre la comunidad de aves presente en la zona de estudio.

Además de identificar y corregir los impactos detectados, este programa de vigilancia podrá servir, por un lado, para aportar información para la mejora del proyecto en sí mismo, y por otro lado, debe contribuir al conocimiento de este grupo faunístico en Galicia, profundizando en el estudio de las aves del área de afección.

3.2 ANTECEDENTES

Desde el inicio de los años 80 se realizan trabajos que tratan de estudiar el posible impacto que los parques eólicos pueden ejercer sobre las poblaciones de aves silvestres. Sin embargo, y a pesar de la proliferación de parques eólicos por todo el mundo, no existe una metodología estandarizada que se pueda aplicar a este tipo de estudios.

Los trabajos publicados indican que las rapaces y las aves gregarias y migratorias son las más afectadas por colisiones con los aerogeneradores y sus líneas eléctricas de evacuación. Pero también hay que tener en cuenta la magnitud de otros posibles impactos como la pérdida de hábitat y las perturbaciones, que posiblemente tendrán mayor incidencia sobre comunidades de paseriformes sedentarios.

De este modo y para el proyecto del parque eólico podemos establecer tres categorías de afecciones sobre la avifauna: **Pérdida de Hábitats**, **Perturbación** y **Mortalidad por Colisión**, cada una de las cuales presentará una casuística diferencial en cuanto a los fenómenos que las desencadenan y los efectos que provocan.

3.2.1 PÉRDIDA DE HÁBITAT

La pérdida de hábitat es relativamente fácil de cuantificar, para ello hay que determinar objetivamente el área de afección del proyecto y realizar un mapeado de las unidades de hábitats y vegetación presentes. A continuación, teniendo en cuenta las infraestructuras del proyecto, se calculan las áreas que de cada tipo de hábitat se van a perder. Para ello se tomarán todas las infraestructuras que impliquen una ocupación, destrucción o alteración del hábitat (explanadas y zapatas de ubicación de los aerogeneradores, viales de nueva construcción, subestación, edificio de control, etcétera).

La magnitud de esta afección puede ser determinada en función de la proporción que de cada hábitat disponible se perderá en el contexto de la localización del parque eólico en sí, y en el ámbito cercano del mismo. La afección que supone la pérdida de hábitats sobre la comunidad de aves del área de estudio se realizará por inferencia de los datos obtenidos en el estudio preoperacional y en las zonas control, donde se obtendrán densidades de aves para cada uno de los principales hábitats presentes en la zona afectados por el desarrollo del proyecto.

Por lo tanto, resultará necesario desarrollar un seguimiento preoperacional que sirva para obtener datos 0 de densidades de aves asociadas a los diferentes ecosistemas presentes. Además, se establecerán zonas control próximas y de similares características ecológicas para evitar que las tendencias poblacionales naturales puedan enmascarar los efectos del parque eólico y viceversa.

3.2.2 PERTURBACIÓN

La construcción y operación de un parque eólico acarrea situaciones que potencialmente podrían desplazar a las aves localizadas alrededor del proyecto. La perturbación podría convertirse en el mayor de los impactos, particularmente sobre las poblaciones reproductoras y cuando los aerogeneradores se localizan en áreas de importancia para las aves. En este caso, el análisis previo para la localización de los proyectos, en el que se busca una minimización del impacto sobre la avifauna, reduce las posibilidades de que se produzcan tales efectos.

No obstante, se puede decir que la perturbación solo tiene un efecto ecológico real en la medida en que implica una reducción del recurso utilizado por las aves. Para la determinación de la magnitud del impacto generado por la perturbación, un punto importante son las consecuencias ecológicas de este impacto. Los desplazamientos de aves podrán ocurrir a pequeña escala, de forma que una amplia disponibilidad de hábitats presentes en las zonas adyacentes podrá alojar a la fauna desplazada. Bajo esta perspectiva, es importante disponer de un amplio conjunto de medidas correctoras y compensatorias encaminadas al mantenimiento y creación de recursos biocenóticos para los grupos de aves que potencialmente, más pueden padecer los efectos de la instalación del parque eólico. Este aspecto se desarrolla en el apartado correspondiente de este documento.

Una primera cuestión en la determinación de la magnitud de la afección causada por la perturbación es el tamaño de la zona que potencialmente se someterá a ella, principalmente durante la fase de construcción, pero también en la explotación. Si hay poblaciones de aves importantes que puedan verse afectadas, lo cual no parece probable en esta zona, es posible mitigar temporalmente los efectos de la perturbación restringiendo las actividades a los periodos en los que las aves no estén utilizando este espacio o evitando periodos críticos como la época de cría.

Algunos estudios realizados en Gran Bretaña indican que las aves sedentarias continuaron nidificando en zonas próximas a los aerogeneradores y que la productividad no había disminuido respecto a la de áreas más alejadas (Percival, 1998; Guyonne & Calve, 2000). Sin embargo, otras experiencias indican que en aquellos parques donde las zonas de cría habían sido ocupadas y donde la presencia de vehículos y personas era constante, se produjo una disminución en la población de aves (Percival, 1999). Un estudio recientemente publicado y realizado durante el 2006 y 2007 sobre doce parques eólicos localizados en las upland inglesas, pone de manifiesto que la presencia de aves reproductoras puede verse disminuida entre un 15-53% en una área de influencia de 500 m alrededor de las instalaciones (Pearce-Higgins, J.W. *et al*., 2009). Todo esto, hace pensar que las respuestas frente a la perturbación pueden ser muy dispares dependiendo de las especies y las zonas concretas.

Las prácticas que se recomiendan para la minimización de este efecto de perturbación son la conservación de la vegetación, especialmente si se trata de bosques, y la reducción al mínimo de la presencia humana.

Un caso concreto de perturbación es que la instalación del parque eólico derive en un efecto barrera para las aves. Los parques eólicos, en ocasiones, pueden suponer una barrera para la movilidad de las aves ya que fragmentan la conexión entre las áreas de alimentación y reposo, invernada, cría y muda. Una de las principales consecuencias de este efecto barrera es provocar una reorganización de los territorios de los distintos individuos que ocupan las inmediaciones de la infraestructura. En último término y más extremo, el efecto barrera, puede provocar distintos procesos demográficos y genéticos que repercutan negativamente sobre una determinada población (Fahring & Merriam, 1994).

3.2.3 MORTALIDAD POR COLISIÓN

El efecto de la mortalidad en las aves es el más obvio y por ello el que ha centrado la atención investigadora. El riesgo de colisión contra aerogeneradores está en función de dos hechos: la presencia de aves a una altura apropiada en las proximidades del aerogenerador, y el comportamiento de alejamiento o de atracción hacia el mismo (Howe & Atwater, 1999).

Un gran número de estudios proporcionan cifras de esta mortalidad, pero es necesario puntualizar que ésta es específica de cada zona y no se pueden extrapolar los datos. Trabajos realizados en Europa estiman que la proporción de aves que colisionan con las palas en relación con el número total de aves que pasan cerca de ellas varía entre 0,04 y 0,09 por aerogenerador y por día (Winkleman, 1994).

El riesgo de colisión de aves con los aerogeneradores va a depender de múltiples variables, muchas de ellas intrínsecas a las especies, como en el caso de las aves rapaces, que por alguna razón son incapaces de detectar los aerogeneradores en determinadas ocasiones. Se han apuntado dos hipótesis principales para explicarlo: la degradación de la visibilidad de objetos moviéndose rápidamente (motion smear) y la incapacidad de las aves para centrar la atención a la vez en la presa y en los obstáculos en el horizonte. Sin embargo, esta última posibilidad parece poco probable puesto que las rapaces tienen visión frontal y trasera (Hodos *et al*. 2001).

A este respecto, cabe señalar que existen diversos modelos para predecir el número teórico de aves que podrían colisionar en los parques eólicos de forma previa a su instalación. Estos modelos suelen asumir la ausencia de comportamientos para evitar los aerogeneradores por parte de las aves (Tucker, V.A. 1996; Band, W. *et al*. 2006). Uno de los modelos es el de Band, para cuyo uso, en el cálculo de los procedimientos la principal consideración es la introducción de datos entre los que se incluyen las siguientes variables:

- Número de vuelos por año a través del parque eólico a la altura de las aspas.
- Velocidad del vuelo del ave.
- Tamaño del ave (longitud y envergadura).
- Tamaño y velocidad de rotación del aerogenerador.

El primero de los requerimientos para aplicar este modelo es la recogida minuciosa de datos de campo, el resto de variables están disponibles en diversas fuentes bibliográficas.

Con el fin de realizar predicciones reales acerca del número de colisiones que podrán ocurrir, será necesaria una explicación teniendo en cuenta el hecho de que las aves no solo vuelan de forma azarosa alrededor de los aerogeneradores, ya que normalmente desarrollan conductas para evadir las infraestructuras que se presentan en su trayectoria de vuelo. Este hecho es probablemente el que introduce un mayor nivel de incertidumbre en todo el proceso de cálculo de colisión, resultando ser un factor difícil de cuantificar. Con el fin de estimar una tasa en la que se vean reflejadas las conductas de las aves para esquivar y eludir las infraestructuras, lo ideal sería tener medidas de índices de vuelos de las aves a través del parque eólico antes y después de su construcción. El principio básico de este cálculo es sencillo. El número estimado de colisiones sin conductas de evasión o escape podría ser calculado usando el modelo de Band, el número real de colisiones medidas, y por consiguiente el índice de evasión es calculado como:

Índice de evasión = 1 – observado/número estimado de colisiones

Muchos expertos en el campo de las colisiones de aves en parque eólicos, ven necesario el desarrollo de estudios para determinar los índices de evasión de forma más precisa. Las nuevas tecnologías para lograr este reto están actualmente en desarrollo, incluyendo el uso de videocámaras de infrarrojos que monitoricen las colisiones.

En los estudios de colisión de aves con aerogeneradores es importante tener en cuenta que el número de ejemplares colisionados se podrá infraestimar debido a la desaparición de sus cadáveres. Dicha desaparición puede deberse a la presencia de carroñeros, o bien porque las aves caen dentro de hábitats en los que la recuperación del cuerpo resulta muy difícil. En muchos casos, estimar de forma concisa los riesgos de colisión se complica a causa de que la frecuencia de colisión es generalmente demasiado baja.

Predecir un índice probable de riesgos de colisión es una parte importante para determinar la magnitud de esta afección, pero también es necesario considerar los efectos que estas colisiones pueden tener sobre los niveles poblacionales de las aves. La clave del impacto ocurre sobre las poblaciones locales, pero este debe contextualizarse en el tamaño y distribución de las poblaciones a mayor escala. Las diferencias en las estrategias evolutivas de las aves se ven, probablemente, reflejadas en las diferentes vulnerabilidades con una mortalidad adicional resultante en la colisión con los aerogeneradores, y por consiguiente en la magnitud de este impacto. La mayoría de especies pueden no ver afectadas sus poblaciones por un pequeño nivel de mortalidad adicional pero, para algunos taxones, esto podría significar un importante factor de declive poblacional (Morrison *et al.* 1998). Especies con un elevado ratio de supervivencia de adultos y bajas tasas de productividad podrían ser las más susceptibles frente a impactos poblacionales, mostrándose menos capacitadas para reemplazar la pérdida de sus efectivos poblacionales.

3.2.3.1 Variables que actúan sobre las colisiones y sus registros

Existen otros factores que han de tenerse en cuenta en las colisiones y que pueden afectar a la frecuencia de las mismas:

1- Fenología

La fenología migratoria de algunas especies puede desencadenar la presencia de bandos numerosos en la zona del parque eólico en algún momento concreto del año, y por tanto aumentar puntualmente el riesgo de colisión. Los bandos en migración, generalmente, vuelan a más de 150-175 m del suelo, altura que alcanzan los aerogeneradores V-112 propuestos para este proyecto. Las colisiones suelen producirse en las dos horas posteriores al atardecer y en el inicio de los desplazamientos, cuando los bandos vuelan a alturas más bajas. También hay que tener en cuenta si la zona constituye un área de sedimentación y descanso en la ruta de migración de las especies.

2- Climatología

Las malas condiciones climáticas (niebla, lluvia) aumentan el riesgo de colisión en los parques eólicos. Especialmente, los episodios de niebla y las condiciones de poca visibilidad dificultan la detección de los aerogeneradores y líneas eléctricas, de forma que las probabilidades de colisión se ven aumentadas (Avery et al., 1977).

Sería importante el disponer de datos de días de niebla o de poca visibilidad en la estación meteorológica más cercana al parque eólico, pues de su análisis podría obtenerse información acerca de los periodos en que son más predecibles los accidentes de aves. Este es un hecho a tener en cuenta a la hora de planificar los muestreos dentro del Plan de Seguimiento.

En este sentido, la comparación de datos de mortalidad obtenidos en periodos con buenas condiciones climáticas y en periodos de existencia de nieblas puede arrojar resultados significativos que obliguen a implantar medidas correctoras adicionales. En todo caso, estas observaciones requieren ciclos de muestreo largos para poder extraer información fiable y poco sesgada.

3- No detectabilidad y desaparición de cadáveres

Es un hecho contrastado que la tasa de detección de cadáveres varia en función del observador, del hábitat y del relieve. Además, la presencia de diferentes carroñeros lleva implícita una tasa de desaparición de cadáveres. Todos estos factores pueden requerir estudios específicos y puntuales que sirvan para valorar y corregir la mortalidad detectada. Estos estudios han de desarrollarse una vez que la instalación este en funcionamiento y en ellos se debe de tener en cuenta diferentes tamaños de cadáveres y diferencias estaciónales.

3.3 OBJETIVOS

El principal objetivo de este Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre las Aves es determinar en qué medida la instalación del parque eólico afecta a la comunidad de este grupo faunístico. Los planes de seguimiento sobre la avifauna en los parques eólicos tratan de garantizar la viabilidad ambiental del proyecto mediante la realización de controles sobre las poblaciones de aves que habitan en la zona y/o aquellas que de alguna manera transitan por ella, considerando en todo caso, no sólo el número de especies e individuos sino también otros aspectos que contribuyan a establecer la importancia de cada una de las poblaciones presentes en el área de estudio, así como dentro del contexto autonómico o estatal.

El objetivo del presente protocolo es, en primer lugar, caracterizar cualitativa y cuantitativamente la población avifaunística de la zona a lo largo del tiempo, buscando una comparación entre un escenario con presencia de parque eólico frente otro escenario sin proyecto. En segundo lugar, se trata de evaluar la tasa de mortalidad de aves en el parque eólico, documentando los accidentes por colisión que se ocasionen una vez que éste entre en funcionamiento. Los objetivos específicos serán:

- Documentar la importancia ornitológica y diferentes variables biológicas de la zona (Estudio 0).

- Establecer la metodología para el seguimiento de la incidencia del parque sobre la avifauna, tanto en fase de obras como durante su explotación.

- Definir los umbrales de riesgo por aparición de efectos negativos sobre la población de aves.

- Definir el momento en que se deben de desarrollar las medidas protectoras o correctoras aplicables ante la aparición de efectos adversos, así como para la posibilidad de ejecutar medidas compensatorias.

- Describir la presentación de los resultados y los informes que se deriven del plan de seguimiento propuesto.

3.4 CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA

Documentar cuál es la importancia ornitológica de la zona objeto de estudio es esencial por dos motivos. Primero, porque es necesario poseer datos acerca de la población de aves antes de que se lleve a cabo una intervención sobre el medio, de forma que sea posible comparar la situación preoperacional con la posterior, una vez iniciadas las obras.

En segundo lugar, porque permitirá detectar especies vulnerables, singulares o con alto valor ecológico si es que existen en la zona, sobre las que el plan de seguimiento debe incidir para evitar afecciones sobre las mismas.

La caracterización de la población de aves de la zona se realiza en dos fases, descritas a continuación:

3.4.1 FASE I

En esta fase previa se realiza una revisión bibliográfica y de la documentación disponible sobre la composición de la población de aves en el lugar de estudio. Se trata de datos publicados en los atlas existentes (reproductoras, invernantes, etcétera), y que por lo tanto están georeferenciados, casi siempre, a mallas UTM de 10x10 km. Además, se completa esta información con las observaciones publicadas en diferentes anuarios ornitológicos y bibliografía específica, especialmente en lo referente a las aves más sensibles.

Esta información, en la mayoría de los casos, no permite caracterizar pormenorizadamente a la comunidad ornítica del área de afección, ya que no se valoran aspectos importantes en la distribución de las especies como los hábitats presentes, altitud, etcétera. Se trata de datos de presencia o ausencia durante la época reproductiva o de invernada, con lo que es imposible cuantificar densidades e índices de diversidad que permitan valorar la estructura y composición de la comunidad de aves con el detalle necesario.

Esta información previa es de interés para obtener una idea general de la composición de la comunidad de aves, así como para verificar si existen registros de especies vulnerables o recogidas en los diferentes catálogos de amenaza.

Además, esta información se ha empleado en un primer paso en la búsqueda de la minimización del impacto sobre la avifauna, ya que se tuvo en cuenta en los análisis para la selección de los emplazamientos óptimos.

3.4.2 FASE II

Los datos bibliográficos habrán de verse refrendados por campañas de seguimiento en campo. Esto permitirá obtener, además de datos de presencia/ausencia, cálculos de densidades, índices de diversidad, tendencias poblacionales, uso del espacio, etcétera.

Para ello se realizará un primer muestreo preoperacional (estudio 0) en base a una metodología que se explica a continuación, y que será común a la empleada una vez se inicie la construcción y explotación de la instalación.

A este respecto cabe destacar que con este Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre la Avifauna se va a desarrollar un riguroso estudio sobre la comunidad de aves y su uso del espacio, de forma que se obtendrán datos sobre sus poblaciones antes de la construcción del parque eólico. Este estudio preoperacional se prolongará durante al menos un año, con lo que se obtendrán datos sobre las especies sedentarias, migradoras e invernantes.

Los datos obtenidos a lo largo de los muestreos preoperacionales servirán como datos cero, de manera que la información que arrojen se establecerá como control en la comparativa con las campañas futuras que tendrán lugar durante las fases de obras y funcionamiento del parque eólico. Además, en las proximidades del proyecto, se tratará de establecer una zona control con similares características bioecológicas que también servirá como escenario comparativo.

3.5 METODOLOGÍA DE CENSO

La metodología para el desarrollo del Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre la Avifauna abarca a un conjunto de técnicas de censo integradas en un diseño de muestreos en los que se tienen en cuenta diferentes factores como la fenología, climatología, etología, etcétera que influyen en la detectabilidad de las especies.

Los métodos de censo seleccionados se basan en la realización de transectos lineales, estaciones de observación y estaciones de escucha. Además, en caso de localizar perchas, dormideros o colonias de determinadas especies se establecerá un calendario para el conteo de los individuos que lo componen, obteniendo para estos casos densidades absolutas.

Se contemplan distintos métodos de censo por sus diferentes eficacias según el grupo de aves diana. Los transectos lineales son adecuados para la detección de paseriformes y especies de pequeño-mediano tamaño. Las estaciones de observación cubren un área más extensa por lo que son ideales para la detección de rapaces y aves de gran tamaño, y las estaciones de escucha se emplean para la detección de aves nocturnas y para paseriformes de medios cerrados y/o abruptos, donde la progresión lineal resulta difícil. En el caso de las colonias localizadas se realizarán censos puntuales a una distancia suficiente para evitar perturbaciones del observador sobre las mismas.

3.5.1 TRANSECTOS LINEALES

Se realizará un muestreo estratificado en base a los diferentes tipos fisionómicos de vegetación existentes en el área de afección. Como unidad de muestreo se empleará el transecto finlandés con longitud variable en función de la extensión de los hábitats disponibles y recuento en banda de 25 + 25 m, con registro de contactos dentro y fuera de la banda principal. Estos transectos serán efectuados a pie por un observador experimentado, durante los periodos de máxima actividad diaria (varía dependiendo del período anual), en días sin lluvia ni vientos fuertes y a una velocidad de avance constante de aproximadamente 1-2 km/h.

El muestreo estratificado, mediante la asignación de estratos basados en características fisionómicas de vegetación, presenta una serie de ventajas:

- Disminuye la dispersión de los resultados al disminuir la variabilidad de la densidad en el área de muestreo seleccionada para el conteo, en consecuencia aumenta la precisión de la estima.

- Propicia una mayor eficacia y dosificación del esfuerzo al permitir aumentarlo en aquellos estratos de densidad máxima y disminuirlo en los de menor densidad.

- Permite la comparación de las densidades calculadas independientemente para cada estrato. En este caso, en el que el estrato representa una unidad fisionómica de vegetación, además aporta una información biológica de interés.

Se realizará una selección de transectos en función de los porcentajes de cobertura y disponibilidad de los diferentes hábitats presentes en la zona de afección. Para los hábitats más extensos se procurará establecer más de una unidad de muestreo, priorizando el número de transectos frente a su longitud. Este diseño, aún resultando más laborioso de desarrollar en campo, va a repercutir en un mejor tratamiento estadístico de los datos obtenidos.

A partir de estos transectos se realizará la estima de densidades, basándose en el conteo de los individuos observados a lo largo de un recorrido a través del área de estudio (Tellería, 1986). Para este estudio se emplean, concretamente, transectos basados en el análisis de la distribución de los contactos. Este método se basa en el análisis de las funciones de distribución de las probabilidades de detección de los animales muestreados a ambos lados de la línea de progresión. Se supone que los animales sometidos al muestreo son unidades puntuales cuyas dimensiones no revisten importancia en la detección del contacto, asumiendo que la probabilidad de detección es función de la distancia entre el observador y el contacto.

Se empleará el transecto finlandés desarrollado por Järvinen y Väisänen (1975), que se trata de una ampliación del método del transecto que permite acumular un mayor número de contactos, ya que se contabilizan todos los contactos vistos u oídos a ambos lados de la línea de progresión, especificando si los individuos son detectados dentro o fuera de la banda de recuento. La anchura de banda seleccionada, que determina la distancia a la que se estima que es probable que se detecten la mayoría de los contactos es de 25 m a cada lado de la línea de progresión. Para aplicar el método del transecto finlandés se ha asumido que la detectabilidad disminuye de acuerdo a una función lineal. Para ello se empleará la fórmula propuesta por Järvinen y Väisänen (1975):

$$\mathbf{D= nK/L}$$

Donde:

D es la densidad, **n** es el número total de contactos, **L** es la longitud total recorrida y **K** es el coeficiente de detectabilidad que depende de:

$K= 1-\sqrt{(1-p)/W}$

p es la proporción de contactos encontrados dentro de la banda de 50m (W) en relación al total de contactos.

Así se obtendrá la densidad de aves, es decir, el número de individuos por unidad de superficie muestreada. Esta fórmula devuelve resultados iguales a 0 cuando se trata de especies detectadas únicamente fuera de banda.

3.5.2 ESTACIONES DE OBSERVACIÓN DE RAPACES DIURNAS

Como ya se ha explicado, las rapaces diurnas son uno de los grupos con mayor afección derivada de la instalación de un parque eólico. Este grupo de aves suele contar con grandes áreas de campeo, realizando vuelos de desplazamiento relativamente largos entre sus zonas de alimentación y caza, los reposaderos y las zonas de nidificación, por lo que los transectos lineales establecidos pueden no ser un método idóneo para el control de sus poblaciones. Con el fin de profundizar en el conocimiento de la población de Falconiformes y el empleo del espacio de los mismos en el área de afección del parque eólico, se establecerán estaciones de observación de rapaces. Estas se localizarán en zonas de amplia visibilidad desde las cuales se realizará un registro de contactos sobre este grupo.

Se realizarán observaciones con una duración de 20 minutos durante los que se registrarán todos los contactos establecidos, localizándolos en un mapa y anotando la especie, la hora del contacto, el hábitat, la actividad, el sexo y edad (cuando sea posible), si se trata de un grupo o un individuo solitario, además de aspectos de interés del vuelo coma la dirección y la altura. Mediante este seguimiento, podremos valorar de manera más fehaciente la población de rapaces del área de estudio, además de obtener valiosa información sobre sus movimientos y uso del espacio.

Se realizará una selección de la ubicación de la estaciones de observación de rapaces diurnas en función de la extensión del parque eólico y de su área de afección. La finalidad de esta selección de emplazamientos es dar cobertura visual a toda el área de influencia del proyecto, de manera que con la realización de estos muestreos se tengan datos de las interferencias de este grupo de aves con todos los aerogeneradores que configuran el parque eólico, así como de los valles y laderas que se extienden en las proximidades del mismo.

3.5.3 ESTACIONES DE ESCUCHA

Esta técnica de censo se emplea para dos grupos de aves bien diferenciados, por un lado para aves nocturnas y por otro lado para comunidades de paseriformes que habitan medios cerrados y abruptos en los que el transecto lineal no es efectivo. Debido a esto, y aún compartiendo la misma base metodológica, se van a desarrollar de forma distinta en función del grupo objetivo del censo.

3.5.3.1 Estaciones de escucha de aves nocturnas

Los principales objetivos son conocer la población y evolución de las aves nocturnas. La atención se basa principalmente en las rapaces nocturnas, pero también otras especies como el Chotacabras (*Caprimulgus europaeus*) o el Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*), e identificar los problemas que sobre estas poblaciones puede ocasionar el parque eólico.

El seguimiento de las poblaciones de aves nocturnas se realizará muestreando en estaciones de censo determinadas previamente en la zona de estudio de forma que se logre una cobertura de censo para toda el área de afección. Se establecerán en función de los principales hábitats que se desarrollan en la zona de estudio y en los que existen más probabilidades de presencia de especies correspondientes a este grupo. Las estaciones se localizarán a más de 1,5 km de distancia entre ellas, de esta manera se reduce la posibilidad de dobles conteos. El tiempo de muestreo en cada una de la estaciones se prolongará durante 10 minutos, en los que se permanecerá en silencio anotando todos los individuos que se detecten, tanto escuchados como vistos y evitando la duplicación de datos.
En caso de considerarse necesario, debido a una baja detección de estas especies de Estrigiformes, se podrá desarrollar una metodología de censo basada en técnicas de reclamo, cuya eficacia ha sido contrastada por diversos autores para diferentes especies (Viada, 1994; Galeotti, 1990; Redpath, 1994; etcétera). Estos métodos de reclamo se basan en provocar un comportamiento territorial de los ejemplares presentes en la zona, que contestan a las grabaciones. Los reclamos son puestos en orden de acuerdo con el tamaño de la especie, comenzando con el más pequeño y finalizando con el más grande. De esta forma se evitan comportamientos antidepredatorios y competitivos entre especies (Mikkola, 1983), que de otra manera podría desembocar en la no respuesta frente al reclamo.

El reclamo para cada una de las especies que tienen probabilidades de localizarse en la zona se podrá reproducir durante 3 minutos de forma interrumpida para posteriormente permanecer en silencio durante otros 7 minutos, completando así, ciclos de 10 minutos de muestreo por especie.

Con los datos obtenidos se obtendrán índices puntuales de abundancia (IPAs), de manera que estas unidades servirán para valorar las poblaciones de aves nocturnas y sus tendencias en el tiempo.

3.5.3.2 Estaciones de escucha para comunidades de paseriformes

Estas estaciones de censo surgen como alternativas a los transectos lineales y son aplicables en terrenos abruptos y parcelados, donde resulta complicado trazar una línea de progresión o bien en hábitats cerrados (bosques, matorral denso, etcétera) en los que resulta especialmente difícil la detección de los individuos. Solo en estos medios pueden suponer una ventaja sobre los transectos, ya que estos últimos cubren una mayor superficie siendo por tanto más rentables. Conceptualmente comparten una base común con los transectos, basándose en el estudio de la distribución de los contactos en bandas concéntricas establecidas alrededor del punto de muestreo.

Cuando sea necesario, en función del hábitat, se establecerán este tipo de estaciones de censo. Los conteos se realizarán durante cinco minutos, comenzando dos minutos después de la llegada al punto de muestreo con el fin de que las aves se acondicionen a nuestra presencia. Se utilizarán dos bandas concéntricas de observación, aves en un radio de 25 m y aves más allá de este radio. Las densidades (aves/ha) se calculan en función de la proporción de aves dentro del radio de 25 m, asumiendo una función de detectabilidad seminormal (Bibby, 1992).

3.6 PERIODICIDAD Y DESARROLLO DE LOS CENSOS

En el anterior punto se han explicado las diferentes técnicas de censo a desarrollar en los muestreos que servirán para caracterizar la avifauna de la zona de estudio. A continuación se plasma la periodicidad y condiciones para el buen desarrollo de los mismos.

Una característica determinante de las aves es su capacidad de vuelo. Esto les permite realizar diferentes tipos de migraciones y grandes desplazamientos, entre los que destacan los movimientos anuales de muchas especies. Este hecho cobra vital importancia a la hora de planificar un seguimiento sobre este grupo de fauna, de manera que se han de tener en cuenta los periodos anuales a la hora de fijar las fechas de los censos. Así mismo, hay que tener en cuenta los ritmos circadianos o diarios de actividad, procurando realizar los censos en las horas de máxima actividad, la cual va a variar dependiendo de las especies y el período anual.

Los periodos de censo se corresponden con las distintas etapas del ciclo biológico:

I Período reproductor

El periodo reproductor abarca de marzo-abril a julio. Esta época de cría es variable según diversos factores abióticos (altitud, climatología, etcétera) y otros bióticos (biología de la especie, abundancia de recursos tróficos, etcétera). Por ejemplo, las aves rapaces sedentarias comienzan muy pronto a criar, mientras que especies migratorias transaharianas llegan al norte de la península cuando otras especies migratorias presaharianas ya tienen avanzada la reproducción. Por ello se planificarán diversos censos a lo largo del período reproductor.

II Período postreproductor

Este período se extiende desde agosto a octubre y se caracteriza por la presencia de migrantes postnupciales procedentes del norte y centro de Europa que atraviesan nuestras latitudes en busca de sus cuarteles de invernada (fundamentalmente en África). Se corresponde con una época de movimientos y migraciones.

III Período de invernada

De noviembre a febrero, los censos en esta época sirven para detectar especies invernantes. Se trata de una fase del ciclo anual de las aves caracterizada por el gregarismo de muchas especies, que a menudo forman bandos numerosos, frecuentemente multiespecíficos.

3.6.1 DESARROLLO DE LOS CENSOS

Las técnicas de censo establecidas están diseñadas de manera que su efectividad va a ser tanto mayor cuanto mejores sean las condiciones en las que se realicen, de ahí que se ha establecido un protocolo para optimizar el esfuerzo que supone aplicar la metodología descrita.

3.6.1.1 Transectos lineales y estaciones de escucha para paseriformes

Los transectos y/o estaciones de escucha seleccionados se efectuarán un mínimo de 5 veces por temporada, pudiendo llegar hasta 7 si las características de la avifauna así lo requieren, con la siguiente planificación:

- Entre 2 y 4 visitas primaverales separadas al menos 10 días, y distribuidas a lo largo de los meses desde marzo hasta junio, preferentemente entre el 15 de marzo y el 15 de junio.

- 2 visitas durante el período de invernada separadas, en lo posible, 20 días. La primera de estas visitas se efectuará entre el 15 de noviembre y el 31 de diciembre. El segundo censo de invierno tendrá lugar entre el 1 de enero y el 15 de febrero.

- 1 visita otoñal, que se efectuará entre el 15 de septiembre y el 31 de octubre, periodo que coincide con los picos de máxima afluencia de especies migradoras.

Los censos primaverales se realizaran durante las primeras horas de la mañana tras el amanecer, procurando que estos muestreos no se prolonguen más allá de las cuatro primeras horas de luz, coincidiendo con la máxima actividad de la avifauna objetivo de este método de censo. En caso de necesidad, el periodo de censo se podrá prolongar a las últimas horas del día, momento en el que hay otro pico de actividad. Se evitaran los días con condiciones meteorológicas adversas, como lluvia intensa, escasa visibilidad por niebla o fuerte viento.

Los transectos y/o estaciones de escucha durante el periodo de invernada y el periodo de paso migratorio se realizaran preferentemente durante la primera mitad del día (entre la 9:00 y las 14:00, hora oficial), si bien podrá extenderse este periodo a las primeras horas de la tarde. Los muestreos han de realizarse en días con condiciones meteorológicas favorables, sin vientos fuertes y sin lluvia.

3.6.1.2 Estaciones de observación de rapaces diurnas

El seguimiento de la población de rapaces diurnas se efectuará en los emplazamientos seleccionados, desde los que se tendrá una perspectiva de todo el parque eólico y zonas adyacentes. El control de las rapaces diurnas tendrá lugar los mismos días en los que se realicen los transectos y/o estaciones de paseriformes, pero a diferencia de estos, se realizaran en las horas centrales del día, cuando las condiciones térmicas son las mejores para las aves planeadoras entre las que se incluyen muchas de las rapaces diurnas.

3.6.1.3 Estaciones de escucha de aves nocturnas

Para el seguimiento de las poblaciones de aves nocturnas se realizarán los muestreos en las estaciones de escucha previamente establecidas. Para cubrir los periodos de máxima emisión de reclamos de todas las especies se realizarán tres visitas entre diciembre y junio, con la siguiente planificación:

- Primera visita: entre el 15 de enero y el 15 de febrero.
- Segunda visita: entre el 15 de abril y el 15 de mayo.
- Tercera visita: entre el 1 y el 30 de junio.

Los periodos de escucha han de comenzar 15 minutos después del ocaso, y nunca se prolongarán más allá de dos horas tras el mismo, coincidiendo con las horas de máxima actividad de este grupo de aves. Las visitas han de realizarse en noches con buenas condiciones meteorológicas, resultando importante que no haya precipitaciones ni vientos fuertes.

Como ya se ha mencionado en el apartado en el que se describen las técnicas de censo, llegado el momento podría optarse al empleo de reclamos.

3.6.2 RESULTADOS Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Al realizar estos censos vamos a poseer datos que permitan caracterizar la población local de aves, sino de una forma exacta al menos de una forma bastante aproximada:

- Diversidad específica o riqueza: nº de especies distintas detectadas.
- Tamaño de una población: número de individuos de una especie en la zona de estudio.
- Densidad: nº aves/ unidad de superficie (nº aves/ 10 ha).
- Índice de dominancia: porcentaje de abundancia aportado por las dos especies más abundantes frente al total. El índice de dominancia se calcula como: 100 x A+B/C; donde:

  A = Abundancia de la especie más abundante

  B = Abundancia de la segunda especie más abundante

  C = Abundancia total para todas las especies

- Uso del territorio por la especie: si es una especie invernante, estival, migratoria, sedentaria, de paso, de cría habitual, etcétera.

- Especies de interés: cinegéticas, protegidas, con población local o regional en declive, bioindicadoras, etcétera.

- Mapeado de las zonas de nidificación y cría, de zonas de paso y sedimentación en rutas migratorias si las hay, y de zonas de campeo y alimentación al menos de las especies más importantes.

En general, es importante recoger y analizar toda la información que podamos extraer de los muestreos de campo.

La prolongación en el tiempo de estos censos permitirá establecer las tendencias poblacionales de las aves presentes en el área de estudio, para lo cual se precisa establecer un seguimiento a largo plazo.

Para los datos obtenidos en los diferentes años del seguimiento se aplicaran regresiones loglineales mediante el software TRIM (TRend s and indices for monitoring data) desarrollado por Statistics Netherlands, junto con la herramienta BirdSTAT. Esta es una de las técnicas estadísticas recomendadas por la Europeam Birds Census Council. Esto nos servirá para conocer las tendencias poblacionales de las especies de forma individual, pero además se podrá profundizar en el estudio de las tendencias poblacionales para diferentes grupos de aves según sus características ecológicas tales como la fenología, el tipo de alimentación, las preferencias de hábitat, etcétera. Esto es interesante para detectar problemas específicos e indagar en la causa-efecto, de manera que si el problema es achacable a las acciones derivadas de la instalación del parque eólico se le podrá da una solución real.

3.7 SEGUIMIENTO DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Durante la fase de construcción del parque eólico las afecciones sobre la comunidad de aves van a ser, fundamentalmente, de dos tipos: la derivada de la pérdida de hábitat por su alteración, destrucción u ocupación y afecciones derivadas de la perturbación por la presencia de personas y maquinaria con las molestias que esto supone.

La principal variable a controlar en esta fase es la afección al hábitat. Ésta va a diferir según la época en que se ejecuten las obras. En cualquier caso, se deben controlar los impactos sobre áreas de nidificación y alimentación, analizando los posibles cambios de comportamiento en las aves.

La adecuada realización del Plan de Seguimiento y Vigilancia de las obras, supondrá la minimización de los impactos sobre el hábitat y por tanto se espera que en esta fase la avifauna se vea afectada principalmente por la presencia de personas y vehículos y la generación de ruidos, pudiendo ocasionar un efecto de vacío. Este efecto puede desaparecer una vez finalizadas las obras, puesto que la generación de gran parte de estas molestias es temporal.

Para evaluar este posible efecto de vacío y las consecuencias derivadas de las acciones de las obras, durante la fase de construcción se llevarán a cabo los mismos muestreos que se han realizado en el censo preoperacional.

Los informes que se presentarán se acompañarán de un mapa en el que se indicarán los itinerarios y estaciones realizadas, así como las colonias y dormideros localizados (si se da el caso) en relación con los distintos componentes del parque eólico y su fase de construcción. También quedarán reflejadas las áreas de campeo y nidificación de las aves más sensibles.

Se analizarán los pasos migratorios, incluyendo información sobre los grupos de aves observados. Los datos obtenidos sobre movimientos migratorios se incluirán en un mapa. Cuando se aviste un bando en migración se anotará el punto de aparición (referido a los accidentes geográficos del área estudiada), el número de aves, la hora y la altura aproximada de vuelo. Se seguirá al bando, indicando la progresión, evoluciones e incidencias destacables, así como la hora en la que se pierden de vista.

Un hecho importante en la realización de este método es que depende de la detectabilidad de las especies, por lo que se hace necesario reducir al máximo aquellas circunstancias que puedan incidir sobre los resultados a la hora de realizar los itinerarios (horario, climatología, experiencia del observador, velocidad de progresión, número de participantes, etcétera).

3.8 SEGUIMIENTO DURANTE LA FASE DE FUNCIONAMIENTO

Durante esta fase, la mayor afección sobre la avifauna es la muerte por colisión con los aerogeneradores. A este hecho hay que sumarle las perturbaciones que se puedan derivar por afecciones menores como la emisión de ruidos, presencia de vehículos y operarios en las tareas de mantenimiento, etcétera.

Durante esta fase, el Plan de Seguimiento y Vigilancia sobre la Avifauna tiene como objetivo recabar información sobre el grado de incidencia que el parque eólico puede tener sobre la comunidad de aves en el área de estudio.

En esta fase debemos determinar el grado de afección a las especies de la manera lo más precisa posible, con el fin de poder establecer unas conclusiones respecto a las incidencias sobre la avifauna e implantar las medidas correctoras que sean precisas. Para conseguir este objetivo es imprescindible desarrollar un seguimiento a lo largo de los 12 meses del año, de manera que se pueda disponer de información sobre las distintas fases del ciclo vital de la comunidad de aves.

Durante esta fase, se van a cuantificar tres tipos de parámetros con el fin de obtener una evaluación objetiva de la afección que el funcionamiento de las instalaciones puede provocar sobre las aves:

I. **Índices y parámetros poblacionales** (densidades, diversidad, etcétera). La metodología de censos propuesta, una vez tratados los datos, nos reportará información cualitativa y cuantitativa sobre la composición, estructura y tendencia espaciotemporal de la comunidad de aves.

II. **Frecuencias de vuelo y tasas de riesgos**. Se realizarán muestreos que permitan estimar frecuencias de vuelo (aves/minuto) y frecuencias de riesgo para las aves (riesgo/minuto) con el fin de determinar las zonas y épocas del año con mayor impacto potencial para la avifauna.

III. **Mortalidad por colisión.** Se realizarán muestreos que permitan realizar un control de la colisión de aves. Así mismo, dependiendo de los datos obtenidos, se podrán desarrollar experimentos de detectabilidad y de desaparición de cadáveres con el fin de realizar una estima de la mortalidad real en el parque eólico.

3.8.1 ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA DE VUELO

Durante al menos el primer año de funcionamiento del parque eólico, se realizarán estudios de frecuencia y comportamiento de vuelo con el fin de relacionarlos con las tasas y riesgo de colisión. Para ello, de forma general, se emplearán los emplazamientos seleccionados para la estación de observación de rapaces como punto de control, así como otros enclaves desde los que se puedan observar las aves que pasan a través del área de influencia del parque eólico, de manera que se abarque la totalidad del mismo.

En estos puntos se efectuarán controles de 30 minutos, en los que un observador experimentado registrará para cada ave observada los datos que siguen: Especie, hora, individuo solitario o bando (se indicará el tamaño aproximado del bando), tipo de vuelo, dirección de vuelo, altura de vuelo y reacción del ave. Además se registraran aspectos climatológicos como la temperatura, niebla, nubes, viento, etcétera.

Con el fin de registrar las situaciones de riesgo de colisión de la avifauna con los aerogeneradores y teniendo en cuenta la altura de estos, se establecen tres clases de alturas de riesgo en el vuelo (Morrison, 1998), distinguiendo entre las siguientes zonas:

- Zona A: dentro de la esfera que forman las palas del aerogenerador. Riesgo elevado.
- Zona B: fuera de esa esfera, entre las palas y el suelo. Riesgo bajo.
- Zona C: por encima del aerogenerador y su zona de influencia. Sin riesgo.

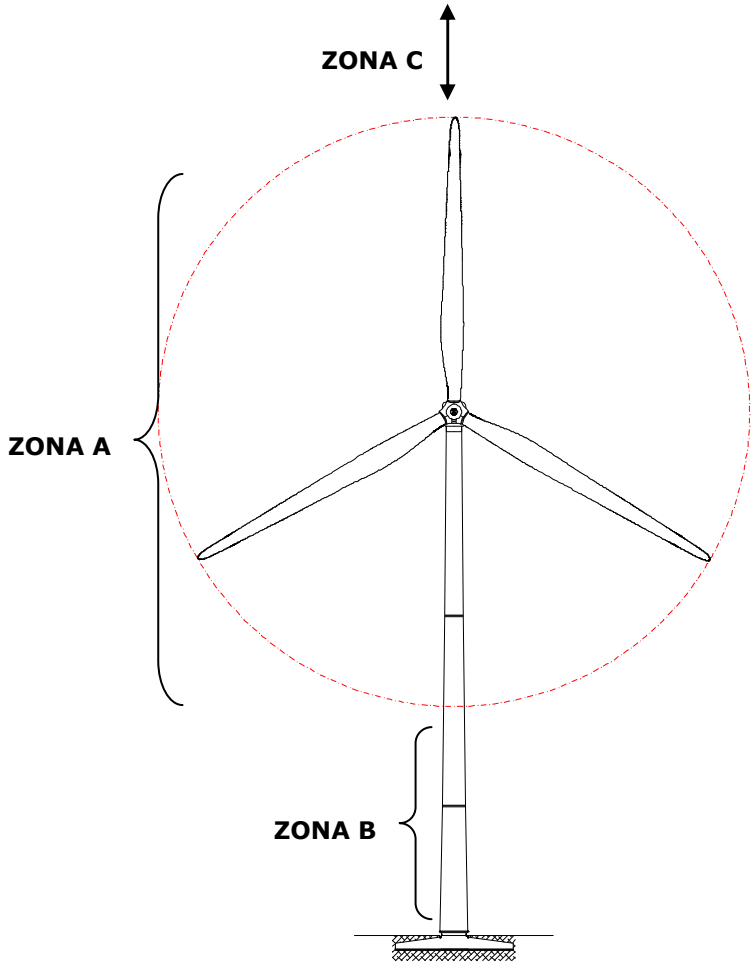


Figura 1 – Zonificación de alturas de para el vuelo de las aves a través de un aerogenerador (modificado de Morrison, 1998)

En cuanto a la reacción del ave se ha seguido el registro de conductas ya empleadas en la bibliografía consultada, en la que se definen cinco categorías para explicar la reacción de las aves ante la presencia de los aerogeneradores:

- Reacción 0: sin reacción aparente del ave o bando.
- Reacción 1: cambio suave en la trayectoria de vuelo al aproximarse al aerogenerador.
- Reacción 2: cambio brusco en la trayectoria de vuelo del ave en los últimos metros de aproximación al aerogenerador, pero con control del vuelo por parte del ejemplar afectado.
- Reacción 3: respuesta de pánico del ave debido a su proximidad a las aspas del aerogenerador, observándose bandazos y/o giros bruscos en el aire.
- Reacción 4: el ave no es capaz de cruzar la línea de aerogeneradores, dando la vuelta y renunciando a continuar con su dirección de vuelo.

El objetivo primordial de los estudios de vuelo es obtener información acerca de:

- Las rutas que emplean las aves para atravesar el parque eólico e infraestructuras acompañantes.
- Cómo afectan los factores externos a las pautas de vuelo.
- Cómo reaccionan y se comportan las aves cuando ven las palas de los aerogeneradores.
- Frecuencia de vuelo a través de las distintas zonas.
- Variación estacional de las frecuencias de vuelos.
- Altura de vuelo (aproximada).

Estos muestreos se llevarán a cabo mensualmente, aprovechando las visitas de colisión, de forma que al final de un ciclo anual podremos asignar frecuencias de vuelo y de de colisión a cada mes o momento fenológico.

3.8.2 ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD

La mortalidad de aves provocada por sucesos de colisión con los aerogeneradores o sus palas se estima en función de los ejemplares heridos o muertos hallados. Para la detección de cadáveres se efectuará un recorrido de búsqueda en un círculo concéntrico, de diámetro al menos igual al de rotación de las palas, alrededor de cada aerogenerador. En cada visita de colisión serán inspeccionadas tantas máquinas como sean necesarias, de forma que la totalidad de aerogeneradores del parque sea prospectada, como mínimo, una vez al mes durante el periodo de estudio. Las prospecciones tendrán una duración mínima de 20-30 minutos, dependiendo de la dificultad debido al tipo de vegetación presente. Se prestará especial atención a los aerogeneradores que se ubiquen en zonas donde la actividad registrada durante la fase preoperacional y de obras (especialmente de rapaces), haya sido mayor.

Se propone realizar una visita cada 15 días, en períodos de importancia en el ciclo biológico de las aves: abril-junio; septiembre-octubre. El resto del año el muestreo tendrá carácter mensual. Según los resultados del seguimiento, la frecuencia de prospección se podrá aumentar.

Para cada ave encontrada muerta se debe anotar:

- la especie
- edad y/o sexo (siempre que sea posible)
- la ubicación de los restos (nº de aerogenerador, distancia a la base del aerogenerador y orientación)
- tipología de los restos, dispersión de plumas, rastros de sangre, miembros
- la causa probable de la muerte y descripción de las heridas
- la estimación del tiempo que transcurrió desde la muerte

Si la especie no puede identificarse, es preciso fotografiar los restos o recogerlos para identificarlos posteriormente. Además, puede resultar interesante recoger los cadáveres y retirarlos para no contarlos de nuevo en posteriores inspecciones.

Mediante este método obtendremos el dato de mortalidad mínima, pues existen diversos factores de subestimación del número real de colisiones:

- **Desaparición de cadáveres por carroñeros:** la actividad de los carroñeros puede suponer un error importante en el conteo de aves muertas. Aunque depende de la población de carroñeros del lugar y de otras variables, se considera que la mayoría de los cuerpos son eliminados dentro de los 5 días posteriores a la muerte. Parece adecuado considerar diferentes duraciones de los restos según el tamaño del ave (mayor duración para aves de mediano o gran tamaño).

- **Observador y pérdidas de detección:** comprende factores relativos al número de observadores, capacidad y experiencia, y al método de prospección (modo y tiempo de realización). Algunos autores señalan la eficacia del observador como el factor principal en la pérdida de detección, que se calcula que es de un 20-25% (Beaulaurier, 1981).

- **Hábitat y relieve:** la abundancia y altura de la vegetación, la topografía del terreno, etcétera, pueden dificultar o impedir la inspección completa del área. Además ciertas condiciones meteorológicas disminuyen la visibilidad aumentando el error asociado.

- **Aves lesionadas:** un porcentaje de las aves que colisionan con el aerogenerador no resultan muertas y se alejan heridas del lugar, de forma que no son detectadas.

Con objeto de corregir el error sobre la mortalidad cuantificada se establecerá una serie de factores de corrección, distintos para aves grandes y pequeñas (Alonso & Alonso, 1999). También existe la posibilidad de aplicar factores de corrección propios, lo cual dependerá del desarrollo de experimentos de detectabilidad y desaparición de cadáveres en nuestras instalaciones.

CAUSAS ERROR	ESPECIES MEDIANO-GRANDES	ESPECIES PEQUEÑAS
Detectabilidad reducida por vegetación, observador, etc.	1.25	1.67
Eliminación de restos por carroñeros	1.43	4.00
Aves heridas que siguen volando	2.50	2.50
Factores globales	4.47	16.70

Tabla 1 – Factores de corrección de las cantidades de aves colisionadas en el campo, aplicables para calcular el número estimado de colisiones.

Después de la aplicación de dichos factores, obtenemos una cifra de mortalidad estimada, o mejor, de colisión estimada con la que se trabajará en lo sucesivo.

Podemos calcular un índice de colisión, como el número estimado de aves muertas dividido por una medida de la utilización del área muestreada. Por ejemplo, el número de aves muertas encontradas en un determinado periodo dividido por la proporción de individuos que atraviesan la zona A, nos permitirá valorar el riesgo asociado y compararlo con el calculado para otros aerogeneradores o grupos de aerogeneradores y para distintos periodos de tiempo, y también para distintas especies.

Teniendo en cuenta la densidad de población en el área, podremos estimar cuál es el impacto del parque sobre la avifauna y establecer medidas correctoras más exhaustivas que disminuyan la posibilidad de colisiones.

3.8.3 ESTIMACIÓN DEL EFECTO VACÍO

El efecto de vacío implica una disminución o desaparición de la población de aves en el área adyacente a las infraestructuras instaladas. Este fenómeno puede deberse a diversas causas, entre las que destacan una disminución de la población por una menor disponibilidad de hábitats que han sido ocupados por las instalaciones, un desplazamiento de efectivos poblacionales generado por la existencia de perturbaciones (ruido, paso de maquinaría y operarios, etcétera) y por último, una disminución de la avifauna subyacente a un declive poblacional en el que tenga implicaciones la muerte de efectivos por colisión con las infraestructuras instaladas.

La valoración de este impacto no es tan directa y evidente como puede ser la estimación de los daños por colisión. Para evaluar este posible efecto vacío se llevarán a cabo los mismos transectos y estaciones de observaciones fijadas para los censos preoperacionales y de obras, en las tres épocas mencionadas (cría, paso migratorio e invernada). La comparación de los resultados de estos censos interanuales nos permitirá hacer una valoración de la utilización del hábitat por parte de la avifauna presente y extraer conclusiones: si se detecta la disminución en número de individuos que sobrevuelan la zona, desplazamiento de las zonas de nidificación y alimentación, etcétera.

El plan de seguimiento de la avifauna durante la explotación del parque se realizará como mínimo en los tres primeros años de funcionamiento, pudiendo disminuir la frecuencia de seguimiento en función de los resultados obtenidos y bajo la supervisión y aprobación del órgano administrativo competente.

3.9 INFORMES DE EVALUACIÓN

El contenido de los informes se elaborará teniendo en cuenta sólo aquellos aspectos que hayan sido objeto de control o seguimiento durante el plazo a que haga referencia el informe, pudiendo reflejar datos de informes anteriores con el fin de analizar la variabilidad a escala temporal.

La realización del seguimiento se basa en la formulación de indicadores que proporcionan una forma de estimar cuantitativamente y de manera simple, en la medida de lo posible, la realización de las medidas previstas y sus resultados.

De los valores tomados por estos indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario. Para esto, los indicadores van acompañados de umbrales de alerta que señalan el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en el programa. Estos indicadores formarán, por tanto, parte de los informes.

Asimismo los informes incluirán en el capítulo de conclusiones, una evaluación de las posibles desviaciones respecto a los impactos previstos y en su caso propondrá medidas correctoras adicionales y/o modificaciones en la periodicidad de los controles realizados.

Para el logro de estos objetivos la información de estos documentos debe ser:

- **Precisa:** Toda la información debe estar basada en hechos recogidos a partir de prácticas de inspección, muestro y análisis reconocidos.

- **Relevante:** La información recogida en los Informes debe responder al objeto y alcance de la inspección.

- **Comprensible:** El contenido del Informe deberá estar fundamentado en información relevante y basada en hechos demostrables (mediciones, análisis,…).

- **Coordinada:** Toda la información referente al objeto del informe deberá estar adecuadamente relacionada. La documentación adicional que se anexe al Informe (fotografías, análisis, etc.) deberá estar convenientemente referenciada de modo que cualquiera que tenga acceso al Informe tenga una idea completa, clara y concisa del objeto de la inspección y vigilancia.

- **Objetiva:** La información deberá ser objetiva y basada en hechos demostrables; no se deben sacar conclusiones subjetivas.

3.9.1 OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

Los objetivos principales de los Informes de Vigilancia y Seguimiento sobre las Aves son:

- Dejar constancia documental de las tareas de vigilancia y seguimiento y por tanto del cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental.

- Organizar y relacionar de un modo comprensivo y manejable todas las evidencias detectadas e informaciones recopiladas durante las tareas de vigilancia y seguimiento.

- Servir como herramienta para la toma de decisiones, tanto por parte de la autoridad pertinente como de la promotora del parque eólico.

3.9.2 TIPOS DE INFORMES

En principio y sin perjuicio de lo expuesto en la D.I.A., que prevalecerá en todo caso, se plantean los siguientes informes:

3.9.2.1 Informes ordinarios

Entre los informes ordinarios se distinguen los que se realicen durante la fase de obras, en que se presentarán los resultados del seguimiento de la población de aves en comparación con el estudio preoperacional, y los que se realicen durante la fase de explotación del parque, cuyo contenido mínimo será:

- Resultados del seguimiento de la población de aves.
- Resultados del estudio de la frecuencia de vuelo.
- Seguimiento del número de aves muertas o heridas. Detección de puntos negros.
- Análisis y discusión causal de los resultados, valoración y conclusiones.
- En su caso, adopción de medidas complementarias de protección de la avifauna y quirópteros y las correspondientes acciones de vigilancia y control.

3.9.2.2 Informes extraordinarios

Se emitirá un informe especial cuando se presenten circunstancias excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo, tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento. Un ejemplo de ello puede ser la detección de mortalidad de especies incluidas en los catálogos de especies amenazadas.

3.9.3 ESTRUCTURA DE LOS INFORMES

Los informes periódicos mantendrán la misma estructura y calidad de información. En cada uno de ellos se presentarán:

- Los datos obtenidos durante las prospecciones en la zona, así como el calendario de las mismas.
- Plano donde se indiquen las zonas prospectadas y los aerogeneradores revisados en cada campaña.

- Factores de corrección y tratamiento estadístico aplicados a los datos obtenidos. Las pruebas estadísticas requieren disponer de un conjunto de datos, por lo que se aplicarán cuando se disponga del número de muestreos necesarios.

- Conclusiones sobre la evolución de los impactos y la necesidad de medidas correctoras adicionales.

Los Informes de vigilancia y seguimiento ambiental de aves, de forma general, presentarán la siguiente estructura:

MEMORIA
1 Introducción y objetivos
2 Metodología
2.1 *Descripción de los muestreos realizados*
2.2 *Período de muestreo*
3 Presentación de resultados obtenidos
3.1 *Resultados de censos de avifauna*
3.2 *Resultados de estudios de frecuencias de vuelo*
3.3 *Resultado de muestreo de colisión de aves*
4 Interpretación de los resultados y conclusiones
PLANOS
ANEXOS
Reportaje fotográfico

Tabla 2 – Resumen del contenido de los informes periódicos del Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre las Aves

3.10 DEFINICIÓN E IDENTIFICACIÓN DE UMBRALES DE RIESGO

El impacto de un parque eólico sobre la avifauna puede ser medido en relación a la población (nidificante, migradora e invernante) presente en el área de afección o bien respecto a la población a una escala espacial más amplia, como podría ser la población regional.

Para la definición y establecimiento de umbrales de riesgo se ha atendido a tres categorías de aves y a dos escalas espaciales:

Las tres categorías de aves se han definido en función de lo expuesto en el CGEA. De esta forma se han establecido umbrales de riesgo, por un lado, para 11 de las 13 especies catalogadas como en "Peligro de Extinción", descartando a la Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y al Arao (*Uria aalge*) por su biología estrictamente marina. Estas especies se han definido como "**Muy Sensibles**".

Por otro lado, 10 de los 15 taxones catalogados como "Vulnerables" en el CGEA han servido para definir otro nivel de umbral de riesgo. Este grupo de especies se ha considerado como "**Sensible**". Sobre estas dos categorías de riesgo, la escala espacial adoptada es la regional, estableciendo los umbrales de riesgo en función de la población que estas especies presentan en el conjunto de Galicia.

Para el resto de la avifauna, los umbrales de afección definidos se consideran en términos de variaciones porcentuales respecto a la población local inventariada, tanto sobre la densidad de la especie como sobre la diversidad del conjunto de la comunidad de aves. Este conjunto de especies se ha considerado "**Compatible**".

La identificación de una situación de riesgo significativo va a depender de un período amplio de seguimiento, de manera que se garantice la representatividad y consistencia de los datos. Un cambio en el uso del espacio de la avifauna en la zona de ocupación del parque eólico, podrá ser detectado por comparación entre los datos obtenidos en la campaña 0 y zonas control con los datos obtenidos en las sucesivas campañas.

Un descenso en el número de individuos que atraviesan el área muestreada puede también deberse a factores ajenos a la existencia de la infraestructura. En el diseño del muestreo este hecho se ha tenido en cuenta, por lo que se incluye la toma de datos relacionados con factores ambientales (alteraciones de hábitat ajenas al proyecto, tendencias naturales, etcétera). También el número de muestreos es una variable importante y cuanto mayor sea más fiable y menos sesgado será el resultado final.

Una vez se vayan obteniendo resultados de los sucesivos seguimientos, deberán evaluarse de forma conjunta para determinar cuál es la evolución de la comunidad de aves a lo largo del tiempo en el área de estudio. Se hace imprescindible fijar un baremo o límites cuya superación indique la necesidad de adoptar medidas preventivas o correctoras que disminuyan la afección sobre las poblaciones, para ello se definen los umbrales de riesgo.

El umbral de alerta indica una evolución negativa o grave del impacto para la cual deberá aplicarse una acción correctora de urgencia. El umbral inadmisible indica un nivel de impacto todavía mayor para el que es preciso aplicar medidas inmediatas. El diseño de estos umbrales ha de garantizar que el impacto es atribuible a la instalación y actividad del parque eólico. Se aplicaran umbrales de riesgo para las categorías establecidas en función de dos fenómenos, la mortalidad por colisión y la pérdida de diversidad.

3.10.1 UMBRALES DE RIESGO POR COLISIÓN

Respecto a la mortalidad por colisión, fijaremos el umbral de alerta en función de la detección de víctimas de colisión, haciéndolo específico para cada una de las tres categorías de aves convenidas. De esta manera, la aparición de un ejemplar colisionado perteneciente a la categoría de aves "**muy sensibles**" se considera como umbral de alerta, mientras que si los ejemplares colisionados superasen esta cifra, supondría un umbral de riesgo inadmisible.

	UMBRAL DE RIESGO	**POR COLISIÓN**
Aves "Muy Sensibles"	Alerta	1 ejemplar
	Inadmisible	2 ó más ejemplares

Tabla 3 – Valores de umbrales de riesgo establecidos para especies de aves "Muy Sensibles"

Tomado como referente el grupo de especies consideradas "**sensibles**", el umbral de alerta se desencadenaría por el registro de colisiones que supusieran un 10% de la población gallega. Si este porcentaje llegase al 20% se establecería el umbral de riesgo inadmisible. Los datos de población referentes a Galicia serán extraídos de la bibliografía existente.

	UMBRAL DE RIESGO	**POR COLISIÓN**
Aves "Sensibles"	Alerta	10% de la población gallega
	Inadmisible	20% o más, de la población gallega

Tabla 4 – Valores de riesgo establecidos para especies de aves "Sensibles" dependientes de la colisión

Para el resto de aves consideradas "**compatibles**", más comunes y abundantes, se establece otro criterio para definir los umbrales de riesgo. El umbral de alerta se establece cuando se registre un número de ejemplares colisionados que suponga el 40% de la población local para la especie en el caso de rapaces y el 30% para el resto de aves. Si estos porcentajes superan el 50% y 40% respectivamente se consideran como umbral inadmisible.

	UMBRAL DE RIESGO	MAYÚSCULAS
Aves "Compatibles"	Alerta	40% de una especie para rapaces
		30% de una especie para el resto de grupos
	Inadmisible	> 50% de una especie para rapaces
		> 40% de una especie para el resto de grupos

Tabla 5 – Valores de umbrales de riesgo establecidos para especies "Compatibles" en función de la colisión detectada.

3.10.2 UMBRALES DE RIEGO POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Para le definición de los umbrales de riesgo por pérdida de biodiversidad, la atención se centra en la comunidad de aves presentes en el área de afección del parque eólico.

Los datos más fiables acerca de la pérdida de biodiversidad van a ser aquellos extraídos de los seguimientos programados en el Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre la Avifauna. De esta forma, se establecen unos umbrales de riesgo en función de la disminución de la densidad, específica o global, y en función de la diversidad para la comunidad de aves objeto del seguimiento. Consideraremos umbral de alerta cuando la diversidad detectada de especies disminuya más de un 30%, si esta disminución supone un 50% se alcanzará el umbral inadmisible.

En cuanto a la densidad, el límite de alerta se establece cuando la densidad específica sea inferior al 50% o bien cuando la densidad global para la zona disminuya un 30%. El umbral inadmisible se alcanzará cuando el descenso de estas densidades llegue a un 70 y/o 50% respectivamente.

	UMBRAL DE RIESGO	PÉRDIDA DE DIVERSIDAD	DISMINUCIÓN DE DENSIDAD
Aves "Compatibles"	Alerta	> 30%	> 50% específica
			> 30% global
	Inadmisible	> 50%	70% específica
			50% global

Tabla 6 – Valores de umbrales de riesgo establecidos para especies "Compatibles" en función de la pérdida de biodiversidad.

3.11 ESTUDIO DE EFECTOS SINÉRGICOS

Hay dos aspectos importantes en relación con el análisis de efectos acumulativos en el desarrollo de la energía eólica. El primero de ellos hace referencia a los efectos acumulativos sobre una población o comunidad a lo largo del tiempo. Estos efectos pueden ser muy sutiles a corto plazo, por lo que solo un estudio a largo plazo podría revelar la tendencia de este impacto. Este tipo de afección es muy difícil de cuantificar, siendo necesario un enorme gasto de recursos. Con el fin de optimizar esta labor, es preciso establecer, a corto plazo, un riguroso modelado de los efectos (como el que se describe en el presente Plan de Vigilancia sobre la Avifauna) que permita recoger todos los impactos potenciales frente a una variedad de posibles escenarios. De esta manera, se podrán hacer inferencias que podrían explicar los efectos a largo plazo mediante proyecciones de modelos de población.

El segundo aspecto de interés referido a los efectos sinérgicos sobre las aves, se relaciona con el eje espacial. Para una correcta evaluación del impacto de la energía eólica sobre las aves, es esencial que todos los enclaves con proyectos de parque eólicos no solo sean considerados separadamente, sino como partes de una evaluación conjunta. Los parques eólicos en Galicia suelen ocupar medios montanos o colino-montanos, donde existe una comunidad de aves más o menos específica. Con el fin de analizar los efectos sinérgicos a escala espacial, desde NORVENTO, se han establecido metodologías de seguimiento sobre la avifauna estandarizadas para todos sus proyectos. Dado que en los próximos años NORVENTO desarrollará diversos parques eólicos por todo la geografía gallega, el análisis de los efectos sinérgicos a escala espacial tendrá como finalidad la evaluación conjunta de todas estas infraestructuras.

4 MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

En función de la información arrojada por el Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre la Avifauna, en relación con los umbrales de riesgo definidos, se podrán desarrollar una serie de medidas correctoras y compensatorias. En caso de considerarse de necesidad, se aplicarán diferentes acciones encaminadas, por un lado a disminuir la incidencia que el parque eólico pudiera tener sobre este grupo de fauna, y por otro lado, a potenciar sus poblaciones.

4.1 MEDIDAS CORRECTORAS

Se trata de una serie de medidas que tienen como finalidad disminuir la afección real sobre las aves, atenuando las situaciones de riesgo que sean detectadas durante el periodo de seguimiento. Otro objetivo es el de desarrollar y mejorar el protocolo del trabajo realizado en el seguimiento.

Existen variedad de medidas correctoras que podrán aplicarse cuando se hayan alcanzado los niveles de alerta. La elección de la medida adecuada o la combinación de varias deberá hacerse en función del impacto detectado y de la especie objetivo, teniendo en cuenta la viabilidad de la propuesta y su eficacia.

Para la minimización o eliminación de impactos inaceptables, las medidas correctoras o mitigadoras se deben desarrollar en base a datos defendibles. Existen múltiples técnicas que han sido evaluadas por su potencial para reducir la mortalidad de la avifauna con los aerogeneradores, pero su aplicación y resultados pueden ser muy diferentes dependiendo de numerosos factores. Así mismo, a pesar de los avances en la resolución de los problemas de las colisiones de aves con una gran variedad de infraestructuras antrópicas, las soluciones conocidas para evitar estos accidentes con los aerogeneradores son limitadas y están en desarrollo.

Como ya se ha explicado, lo importante es disponer de una amplia gama de medidas destinadas a corregir estos efectos negativos. En NORVENTO hemos estudiado un conjunto de acciones cuya aplicación, bien de forma individual o bien en conjunto, podrá mitigar las afecciones negativas que en un momento dado pudieran surgir como consecuencia del funcionamiento del parque eólico.

Todas estas acciones buscan evitar la afección sobre las aves causada por un proyecto de estas características. Dependiendo de la aplicación de las medidas, se han clasificado en tres grupos. Por un lado tenemos medidas que van destinadas a los técnicos y el control en campo. Un segundo bloque de medidas busca la mitigación del impacto actuando sobre las infraestructuras. Por último, hay una serie de medidas que actúan sobre el medio.

4.1.1 MEDIDAS CORRECTORAS APLICABLES SOBRE EL TRABAJO TÉCNICO

Se trata de medidas que tienen como sujeto de su acción al personal técnico encargado del Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre la Avifauna. Estas medidas van enfocadas, en un primer momento, a discernir el origen del problema para a continuación ayudar en su resolución.

4.1.1.1 Aumento del esfuerzo de control

En caso de que se llegara a alcanzar un nivel de impacto preocupante sobre la avifauna en general, o sobre alguna especie o grupo en particular, se procedería a incrementar la frecuencia de los controles a efectuar con el fin de obtener más datos y caracterizar mejor el impacto.

De esta manera, las visitas propuestas para el estudio de mortalidad, basadas en las revisiones de colisiones de aves y los registros de frecuencias de vuelo podrían duplicarse. Así, se pasaría de 2 visitas al mes en períodos de importancia del ciclo anual (abril-junio y septiembre-octubre) y una visita mensual el resto del año, a 4 y 2 visitas respectivamente.

Esta primera medida es de vital importancia. Por un lado va a ratificar, o no, que se están produciendo impactos intolerables. Por otro lado va a servir para recabar un mayor volumen de información de cuyo análisis se desprenderán soluciones en forma de nuevas iniciativas que servirán para mitigar el impacto detectado en base a unos criterios contrastados.

4.1.1.2 Establecimiento de una red de vigilancia preventiva

Se trata de una medida que puede resultar útil para determinados momentos del ciclo anual, en el que diferentes especies pueden formar concentraciones de aves en el área de influencia del parque eólico (migraciones, movimientos dispersivos, cría colonial). Esta medida se basa en un protocolo establecido mediante el cual, una red de vigilantes da una señal de parada para un determinado aerogenerador cuando algún ejemplar o bando se acerca a su área de influencia.

La operatividad de esta técnica se relaciona, por tanto, con paradas selectivas temporales de una parte de las infraestructuras, pero su origen y buen funcionamiento depende de la red de vigilancia.

Esta medida, junto con el programa de seguimiento, ha conseguido disminuir la mortandad de aves en un 27% en algunos lugares donde se ha aplicado.

4.1.2 MEDIDAS CORRECTORAS APLICABLES SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS

Se trata de acciones aplicadas sobre las infraestructuras que configuran el parque eólico. Algunas de las medidas de corrección barajadas por NORVENTO y que se han propuesto e implementado en parques eólicos de todo el mundo son las siguientes:

4.1.2.1 Pintado de aspas con pintura convencional

Se trata de una técnica con la que se busca hacer más visibles las aspas de los aerogeneradores. Existen estudios preliminares de experimentos para determinar la efectividad del pintado de las aspas de los aerogeneradores cuyos resultados han sido esperanzadores (Howell et al., 1991; McIsaac, 2001). Experimentos con ejemplares cautivos de rapaces (*Falco sparverius*, *Buteo jamaicensis*) en América, indican que un buen diseño de pintado de las aspas de los aerogeneradores puede incrementar su visibilidad bajo diversas condiciones, sin embargo, un patrón de pintado mal diseñado puede disminuirla.

Se ha propuesto que la motion smear (degradación de visibilidad de objetos moviéndose rápido) puede reducir la capacidad de las rapaces y otras aves para ver los aerogeneradores (Hodos *et al*. 2001). Este fenómeno ocurre sobre todo en los extremos de las aspas, pudiendo hacer que a altas velocidades parezcan totalmente transparentes. De ahí la búsqueda de patrones de pintado que aumenten la visibilidad de las aspas. Otros estudios indican que con el pintado de una de las tres aspas de color negro puede ser efectivo.

De acuerdo con experimentos con diversos patrones de pintado de las aspas de los aerogeneradores, se recomiendan aquellos que lleven cuadros o bandas blancas y negras a lo largo de la pala. En la figura que sigue se muestra alguno de estos ejemplos:

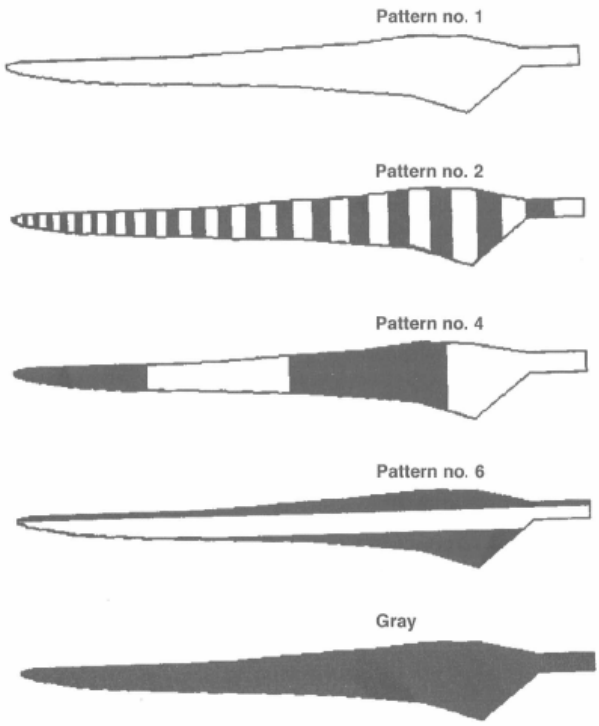


Figura 2 – Diferentes modelos de pintado de aspas probados para reducir el riesgo de colisión (fuente: McIsaac, 2001)

4.1.2.2 Pintado de aspas con pintura reflectante de luz Ultra Violeta (UV)

La mayoría de aves diurnas, incluidas las rapaces, probablemente pueden detectar la luz Ultra Violeta (UV), espectro de luz no percibido por el ojo humano (Jacobs, 1992). La visión UV es, potencialmente, importante para muchos aspectos de la biología de las aves, incluidos la selección sexual, la antipredación, la alimentación, la orientación y migración. El pintado de las aspas del aerogenerador con productos UV-reflectantes podría reducir las colisiones, haciendo más visibles estas estructuras para las aves.

Esta técnica está siendo probada en la actualidad, sometiéndola a un análisis estadístico que la relaciona con diferentes variables como son el comportamiento de las aves, la mortalidad y la distancia entre los aerogeneradores tratados con el fin de lograr un diseño óptimo.

4.1.2.3 Instalación de dispositivos emisores de señales de microondas

Diversos experimentos han determinado que las aves pueden detectar pulsos de microondas (Kreithen, 1996), proponiendo el uso de este tipo de señales para advertir a las aves de la presencia de un obstáculo peligroso. Sus ventajas se basan en su elevada velocidad de transmisión, en su capacidad para penetrar en la niebla, su operatividad tanto de día como de noche y en que no es necesario que las aves que se aproximan al aerogenerador mantengan su visión sobre él para detectarlo. Un problema de esta técnica es que el ave en su primer acercamiento al aerogenerador, aun detectándolo, no lo reconozca como un obstáculo peligroso, de manera que su aprendizaje se basaría en detectar al obstáculo pero no en evitarlo. Otra desventaja de esta técnica es que la instrumentación necesaria está todavía por desarrollar.

4.1.2.4 Establecimiento de detectores automáticos de presencia de aves

Se trata de mecanismos de última generación que funcionan gracias a la instalación de un dispositivo capaz de detectar a las aves a distancias de hasta 750 m. Se fundamentan en prototipos basados en cámaras y/o rádares. Dichos sistemas pueden desencadenar diferentes mecanismos para evitar la colisión de las aves que se aproximan a las máquinas, entre los que destacan la emisión de ruidos o la disminución de la velocidad de rotación y parada momentánea del aerogenerador conflicto.

En ensayos de campo, uno de estos prototipos ha mostrado ser efectivo, dando un margen de maniobra de hasta 67 segundos para reducir la velocidad del rotor ante la aproximación de un ave.

4.1.2.5 Reubicación de máquinas conflictivas en posiciones de reserva

Es un hecho demostrado que no todos los parques eólicos desencadenan la misma mortandad de aves, incluso dentro de un mismo parque eólico hay aerogeneradores que provocan significativamente más impactos que otros. Con el plan de vigilancia se podrá identificar la existencia o no de uno de estos aerogeneradores. En caso de comprobar que un aerogenerador, comparativamente tiene mayores implicaciones negativas sobre la avifauna, se podrá reubicar con el fin de reducir la mortalidad que genere.

4.1.2.6 Realización de paradas técnicas temporales

Esta medida estará asociada a determinadas situaciones de las aves y determinadas épocas. En cualquier caso, no se parará el parque eólico entero, sino aerogeneradores individuales que por determinadas circunstancias pueda suponer un peligro para una especie sensible.

Un ejemplo de ello podría ser la localización de un territorio de cría y zona de campeo de una determinada especie en las proximidades de un aerogenerador, en función de la actividad y comportamiento de esta especie, se podrán proponer paradas técnicas temporales que minimicen las situaciones de riesgo.

4.1.3 MEDIDAS CORRECTORAS APLICABLES SOBRE EL HÁBITAT

Esta batería de medidas busca mitigar las posibles afecciones sobre la avifauna mediante acciones encaminadas al manejo del hábitat. Estas acciones se basan en una modificación del hábitat o de alguno de los elementos que lo conforman.

4.1.3.1 Control de presas

Diversos estudios relacionan el número de colisiones de diferentes especies de rapaces con el incremento y abundancia de presas en las zonas adyacentes a los aerogeneradores (Smallwood *et al.*, 2001; Hover *et al.*, 2001). Una de las conclusiones que surge como propuesta mitigadora del impacto es el control de las especies presas en las zonas de riesgo de colisión (explanadas y vuelo del aerogenerador). Para mitigar la perdida que supondría esta disminución de especies presas, se podrían potenciar sus poblaciones fuera del área de aprovechamiento eólico. Este último aspecto se desarrolla como una de las medidas compensatorias.

4.1.3.2 Control de la carroña

La presencia de animales muertos (reses de ganado y/o animales salvajes) en las inmediaciones del parque eólico suponen una situación de riesgo, ya que este hecho puede derivar en una afluencia masiva de aves carroñeras. Para evitar esta situación, tanto el personal encargado de Plan de Vigilancia como el personal de mantenimiento del parque eólico, procederán a la retirada de la carroña depositándola en enclaves destinados a tal fin. La localización de los puntos de depósito de la carroña retirada estarán exentos de suponer un riesgo de colisión con los aerogeneradores para la avifauna que acuda a esta fuente de alimento.

4.1.3.3 Modificación de la estructura del hábitat

Se trata de una medida basada en la modificación de la fisionomía de la vegetación. Con ello se busca evitar situaciones de riesgo para determinadas especies. Muchas de las situaciones de riesgo se producen en rapaces que cazan sobre el suelo (Busardo ratonero, Cernícalo vulgar, etcétera), de manera que cuando detectan una presa en los aledaños del aerogenerador inician un vuelo de ataque que puede llevarlos a colisionar con las aspas de la máquina. Estas especies cazan pequeños animales sobre hábitats abiertos (pastizal, matorral poco denso), de manera que una modificación de estos hábitats en puntos concretos (explanadas de aerogeneradores y vuelo de maquinas) puede evitar estas situaciones. Esta modificación se podría basar en una revegetación con arbustivas o árboles de pequeño porte que eviten el uso de estos enclaves potencialmente peligrosos como zonas de caza.

Las modificaciones en la estructura del hábitat han de planearse teniendo en cuenta el uso del espacio del conjunto de fauna presente en la zona, buscando modificaciones óptimas que beneficien al mayor número de especies sin poner a otras en peligro y sin que ello suponga cambios profundos en los ecosistemas presentes.

4.2 MEDIDAS COMPENSATORIAS

Estas medidas tienen por objeto compensar específicamente los efectos negativos del proyecto sobre la avifauna local, garantizando la contribución funcional de ese lugar a la conservación de uno o más taxones de aves. En general, estas medidas están diseñadas para que el lugar afectado por el proyecto pueda seguir contribuyendo a la conservación, en un estado favorable, de las especies orníticas sobre las que se pueda desencadenar un impacto negativo inaceptable.

NORVENTO muestra su disposición a colaborar en la conservación y potenciación de las especies de aves más sensibles. Para ello establece una serie de medidas compensatorias que nuevamente, podrán tener diferentes ámbitos de aplicación. Estas medidas podrán actuar sobre personal técnico, en la búsqueda del impulso de trabajos cientifico-técnicos que sirvan como soporte para actuaciones de conservación y sensibilización sobre diferentes aspectos de las aves.

Otra serie de medidas podrán tener como finalidad la de promover la conservación y potenciación de las poblaciones de determinadas especies que, por su grado de amenaza requieran el desarrollo de actuaciones encaminadas a tal fin. Estas medidas se aplicarían, o bien sobre los hábitats o bien sobre las especies.

4.2.1 MEDIDAS COMPENSATORIAS DE SOPORTE TÉCNICO

4.2.1.1 Seguimiento de la opinión pública

Se trata de una medida que estaría destinada a conocer la opinión pública sobre el parque eólico en el entorno social más próximo, especialmente entre los grupos de naturalistas, ecologistas y conservacionistas con interés en la avifauna. Con esta acción se pretende evaluar la valoración existente al respecto y así poder desarrollar las estrategias y medidas, tanto correctoras como compensatorias, convenientes en cada momento.

Este seguimiento de la opinión pública puede ser una buena herramienta para la detección de impactos menores o subjetivos que se puedan escapar al seguimiento ambiental. A grandes rasgos, puede describirse como un intercambio de información entre NORVENTO y los colectivos sociales con implicaciones en las aves silvestres, en la búsqueda de la resolución de potenciales conflictos.

4.2.1.2 Sensibilización y divulgación social

Desde NORVENTO y por medio de esta iniciativa, se pretende potenciar el conocimiento sobre las ventajas que ofrece la energía eólica como fuente de energía frente a las alternativas energéticas convencionales, haciendo hincapié en las ventajas para la conservación de la biodiversidad mundial en general, y respecto a la avifauna en particular.

Dentro de este programa de sensibilización, un objetivo primordial y recurrente es hacer hincapié en la necesidad de hacer un uso racional de la energía eléctrica.

Entre las actividades divulgativas barajadas que se podrán desarrollar, cabe mencionar las siguientes:

- Señalización del parque con paneles informativos sobre la avifauna presente.
- Programas de visitas de colectivos sociales, especialmente escolares.
- Contactos y charlas informativas con grupos y colectivos interesados.
- Desarrollo de una política informativa de plena transparencia hacia los medios de comunicación y los colectivos interesados.

4.2.1.3 Establecimiento de un programa de vigilancia ecotoxicológica

El empleo de cebos envenenados en el medio natural es ilegal, no obstante es una práctica habitual muy difícil de erradicar. Las aves rapaces son unas de las principales víctimas de este descomedimiento, reconociendo al uso de venenos como una de las causas de los declives poblacionales y el mal estado de conservación de algunas especies. En Galicia, especies como el Águila real, el Buitre leonado, el Milano real o el Alimoche entre otras, podrían verse perjudicadas por esta práctica.

Desde NORVENTO mostramos nuestra plena disposición para ayudar a erradicar esta práctica, colaborando con los organismos pertinentes para el establecimiento de un programa de vigilancia ecotoxicológica mediante el cual, los operarios de mantenimiento y el personal técnico encargado del Plan de Vigilancia y Seguimiento Ambiental, podrán realizar determinadas tareas encaminadas al control y vigilancia sobre el empleo de cebos envenenados en la zona de afección del parque eólico.

4.2.1.4 Desarrollo de proyectos técnicos sobre la avifauna

Se trata de participar y promocionar diferentes estudios que ahonden en el conocimiento sobre la biología de determinadas especies, como por ejemplo actividades de investigación y divulgación.

Estos trabajos podrían ser de dos tipos, por una parte se pretende potenciar proyectos de investigación encaminados a profundizar en el conocimiento sobre la biología de especies concretas, lo cual abarca desde seguimientos de determinadas poblaciones (censos, caracterización de dieta, parámetros reproductivos, etcétera) hasta un mejor conocimiento de la interacción de estas especies con los parques eólicos. Estos trabajos podrán servir como soporte técnico a partir del cual, en caso de necesidad, se establecerán nuevas medidas correctoras y compensatorias.

Otra línea de trabajos que se podría promocionar va encaminada a la edición y divulgación de material informativo técnico (trípticos, manuales, guías, etcétera) que tiene como finalidad dar a conocer a la opinión pública diferentes aspectos relacionados con la avifauna de Galicia y su conservación.

Para este tipo de medidas compensatorias, NORVENTO podría establecer convenios de colaboración con diferentes entidades (Organismos públicos, entidades privadas, ONGs, etcétera).

4.2.2 MEDIDAS COMPENSATORIAS SOBRE EL HÁBITAT Y LAS ESPECIES

4.2.2.1 Mejoras de hábitat

Una de las amenazas más importantes para la conservación de la fauna en general y de las aves en particular es la destrucción, alteración y disminución de sus hábitats. En NORVENTO, contemplamos destinar esfuerzos para corregir este impacto. En base a la información recabada durante el plan de seguimiento y la información aportada por (entre otros) los documentos técnicos generados a partir de las acciones descritas en el punto anterior, se podrán establecer como objetivos fundamentales la protección y mejora de la calidad del hábitat para las especies más vulnerables presentes en la zona de afección. Además, se podrían ejecutar acciones encaminadas a incrementar la superficie de dicho hábitat.

En este sentido, se podrán efectuar tareas basadas en tratamientos selvícolas y desbroces selectivos, recuperación de hábitats (revegetaciones, plantaciones, etcétera) que sirvan para aumentar la disponibilidad y calidad del hábitat de las especies objetivo.

4.2.2.2 Alimentación suplementaria

La disponibilidad de presas condiciona la supervivencia y el éxito reproductivo de las aves, especialmente de las rapaces (Newton, 1979). La elevada densidad, rentabilidad energética y alto consumo de algunas presas puede conllevar un aumento del éxito reproductor en las poblaciones de rapaces.

Una medida compensatoria podrá ser la suelta de especies presa dirigidas a reforzar las poblaciones o paliar bajas densidades de estas en determinados territorios, siempre fuera de la influencia del parque eólico. De esta manera, se busca incrementar la supervivencia preadulta y favorecer el establecimiento de determinadas aves en una zona geográfica libre de conflictos con el parque eólico instalado. Para su desarrollo se barajan dos especies, el Conejo común y la Perdiz roja, como fuentes de suplemento alimenticio.

Para las especies carroñeras se podrá proceder a la instalación de ”comederos artificiales” o muladares. Se trata de áreas de alimentación suplementaria controladas en las que se depositan periódicamente cadáveres y restos de animales muertos. Este tipo de acciones han contribuido en otras regiones a incrementar el número y la expansión de especies como el Quebrantahuesos, el Buitre leonado y el Alimoche, típicamente carroñeras. No obstante, es un hecho contrastado que otras muchas especies (como el Águila real) pueden consumir restos de animales muertos, sobre todo en condiciones de carestía de alimento.

4.2.2.3 Fomento de disponibilidad de lugares de nidificación

La escasez de lugares idóneos para la nidificación se presenta como un fuerte factor limitante para la viabilidad de determinadas poblaciones de aves. Para solventar esta situación, existen diversas medidas dirigidas a incrementar la reproducción mediante la colocación de estructuras o nidos artificiales en determinados enclaves.

Esta medida presenta un amplio rango de especies objetivo, que pueden ir desde pequeñas aves insectívoras hasta aves rapaces de tamaños mayores. La instalación de este tipo de nidos artificiales varía en su diseño dependiendo de la especie o especies sobre las que se busca el beneficio. Su instalación se podrá efectuar en localizaciones óptimas en función de la especie objetivo.

A continuación se muestran diversos modelos comerciales destinados a diferentes especies.

Figura 3 – Modelo de caja anidadera para pequeñas aves insectívoras

Figura 4 – Cesta anidadera para rapaces diurnas

Figura 5 – Caja anidadera para rapaces nocturnas

Figura 6 – Diferentes modelos específicos de cajas anidaderas

5 RESULTADOS PRELIMINARES DE CENSO PREOPERACIONAL

En el presente apartado se exponen los resultados obtenidos para un censo realizado en una de las visitas efectuadas en el marco del estudio ambiental de la zona donde se proyecta la construcción del Parque Eólico Carracedo.

5.1 MATERIAL Y MÉTODOS

Con fecha de 18/05/2009 se realizaron seis transectos de censo de 250 m de longitud cada uno de ellos. La metodología aplicada es le descrita en el apartado 3.5.1 del presente Anexo. El desarrollo de los censos tuvo lugar entre las 9 y 11 horas (solar).

La climatología se caracterizó por presentar cielos nubosos sin precipitaciones, con viento moderado del noreste y visibilidad media. La temperatura, al inicio de la jornada de censo, registró 10 ºC.

Los transectos definidos muestran las siguientes características de localización:

TRANSECTO	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		HÁBITAT
	UTM X	UTM Y	UTM X	UTM Y	
Transecto 1	636.188	4.803.813	636.353	4.804.001	Brezal-Pastizal
Transecto 2	636.074	4.803.354	636.173	4.803.584	Brezal-Pastizal
Transecto 3	635.743	4.803.039	635.887	4.803.244	Brezal Húmedo
Transecto 4	636.236	4.802.899	635.994	4.802.959	Tojal-Brezal
Transecto 5	636.484	4.802.734	636.245	4.802.808	Brezal Húmedo
Transecto 6	636.715	4.802.784	636.943	4.802.887	Tojal-Brezal

Tabla 7 – Datos de los transectos de censo realizados

Para el desarrollo del censo se empleo óptica 10x42 y un GPS convencional para localizar los transectos. En el cálculo de las densidades se excluyeron a las aves rapaces y otras especies como las de la familia corvidae y apodicidae, dado que son aves muy conspicuas para las que el método de censo seleccionado no permite el cálculo adecuado de densidades. No obstante, estas especies sí que se tuvieron en cuenta para determinar la riqueza específica y los índices de biodiversidad.

5.2 RESULTADOS

Atendiendo a los diferentes hábitats para las aves, definidos en función de la vegetación, se han obtenido los siguientes resultados:

Hábitat	Número de transectos	Riqueza Epecífica	Densidad media	Diversidad media (H´)	Equitatividad media (J)
Brezal-Pastizal	2	3	17,69 (±9,12)	0,72 (±0,22)	0,78 (±0,06)
Brezal Húmedo	2	8	67,46 (±8,66)	0,95 (±0,6)	0,65 (±0,15)
Tojal-Brezal	2	13	59,62 (±7,08)	1,9 (±0,16)	0,92 (±0,02)

Tabla 8 – Resultados poblacionales en función de los hábitats presentes. La densidad se corresponde a aves/10 ha. Los valores medios se muestran con el error típico entre paréntesis

El mayor número de especies, así como la diversidad y equitatividad más elevadas, se registro para el tipo de hábitat Tojal-Brezal. No obstante, la densidad media más alta se correspondió con el tipo de hábitat Brezal Húmedo. Por otra parte, el tipo de hábitat denominado Brezal-Pastizal mostró peores resultados.

Centrándonos de forma individual en las especies, las densidades obtenidas para cada uno de los hábitats son las siguientes:

Especie		Brezal-Pastizal	Brezal Húmedo	Tojal-Brezal
Nombre común	**Nombre científico**			
Perdiz común	*Alectoris rufa*	-	-	16 (±16)
Alondra común	*Alauda arvensis*	17,69 (±9,12)	61,40 (±2,60)	13,49 (±4,12)
Chochín	*Troglodytes troglodytes*	-	-	17,37 (±1,37)
Acentor común	*Prunella modularis*	-	-	4,69 (±4,69)
Tarabilla común	*Saxicola torquata*	-	-	9,02 (±9,02)
Curruca rabilarga	*Sylvia undata*	-	8±8	8 (±8)
Zorzal charlo	*Turdus vicivorus*	-	-	8 (±8)

Tabla 9 – Densidades (aves/10 ha) obtenidas para la diferentes especies en relación al tipo de hábitat. Error típico entre paréntesis

Sin tener en cuenta el tipo de hábitat, las densidades medias específicas para la zona se muestran en la tabla que sigue:

Especie		Densidad media en la zona (aves/10 ha)
Nombre común	**Nombre científico**	
Perdiz común	*Alectoris rufa*	5,3
Alondra común	*Alauda arvensis*	30,9
Chochín	*Troglodytes troglodytes*	5,8
Acentor común	*Prunella modularis*	1,6
Tarabilla común	*Saxicola torquata*	3,0
Curruca rabilarga	*Sylvia undata*	5,3
Zorzal charlo	*Turdus vicivorus*	2,7

Tabla 10 – Densidades (aves/10 ha) de las principales especies detectadas para el conjunto de la zona

La comunidad de paseriformes que han sido detectadas en las prospecciones realizadas, pero cuya distribución de registro no ha permitido el cálculo de densidades, se completa con el Pardillo común (*Carduelis cannabina*) y el Mosquitero ibérico (*Phylloscopus ibericus).* Además de la Corneja negra (*Corvus corone*) y el Cuervo común (Corvus *corax*), cuya bioecología imposibilita el empleo e esta metodología para el cálculos poblacionales correctos.

5.3 CONCLUSIÓN

A falta de obtener más datos, lo que se producirá a medida que continué el desarrollo del seguimiento preoperacional, la comunidad de aves presente en la zona de afección del Parque Eólico Carracedo se caracteriza por la dominancia de especies típicas de medios abiertos.

Cabe señalar las altas densidades de Alondra común, lo que es achacable a la presencia de juveniles del año en la zona, ya que esta especie comienza su reproducción en marzo- abril, llegando a realizar hasta cuatro puestas al año.

Todas las especies se corresponden con elementos típicos y comunes en los ecosistemas de matorral en Galicia.

A medida que se vayan obteniendo más datos en los censos planificados, se abordaran los informes correspondientes.

6 CONCLUSIONES

En la redacción del presente documento quedan plasmadas las directrices que sellan la actitud de NORVENTO en referencia al respeto por la biodiversidad en general y por la avifauna en este caso particular. Nuestra filosofía es la búsqueda de un aprovechamiento sostenible del recurso eólico, de modo que sea compatible con la conservación, e incluso mejora, de las comunidades de aves.

Para lograr esto se establece un *modus operandi* que desde el inicio del desarrollo de un proyecto busca el mínimo impacto potencial sobre la avifauna (además de sobre otros aspectos del medio ambiente), basándose para ello en una localización y diseño del parque eólico óptimos.

En una segunda etapa se desarrolla un exhaustivo plan de vigilancia basado en criterios científicos y cuya finalidad es comprobar la afección real sobre la avifauna derivada de la instalación y funcionamiento del parque eólico. Este plan de vigilancia, además, sirve para definir y detectar los posibles impactos inaceptables. Impactos, que por otra banda, pueden desencadenar la aplicación de diversas medidas correctoras y compensatorias.

Finalmente se cuenta con una serie de medidas correctoras y compensatorias que abarcan un gran abanico de acciones. Parte de ellas son de carácter general, pero otras van dirigidas a especies clave. Con estas medidas se busca contrarrestar los posibles efectos negativos sobre la avifauna derivados de la implantación del parque eólico.

7 REFERENCIAS

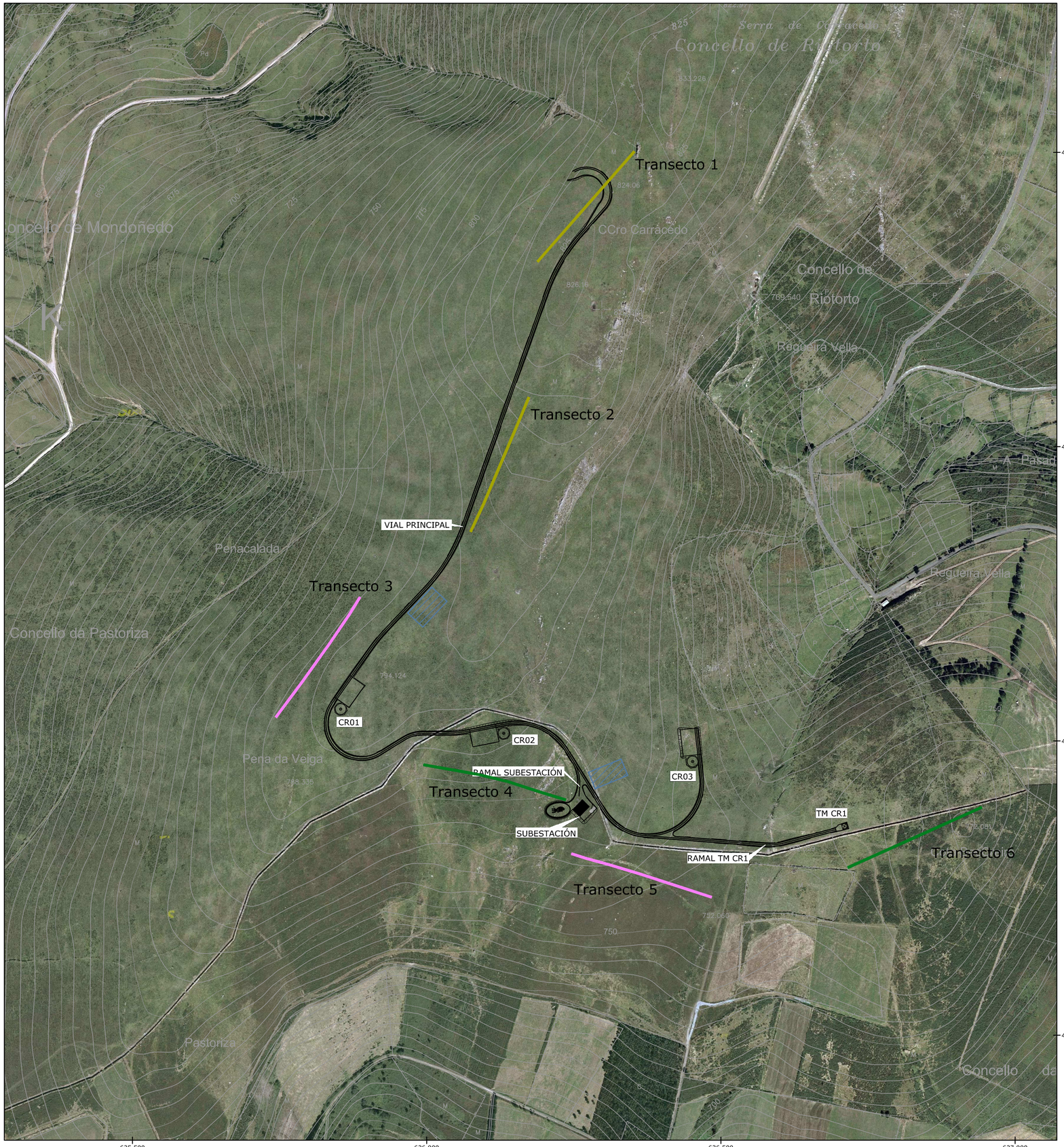
7.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Factores de corrección de las cantidades de aves colisionadas en el campo, aplicables para calcular el número estimado de colisiones. 33
Tabla 2 – Resumen del contenido de los informes periódicos del Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre las Aves 37
Tabla 3 – Valores de umbrales de riesgo establecidos para especies de aves "Muy Sensibles" 39
Tabla 4 – Valores de riesgo establecidos para especies de aves "Sensibles" dependientes de la colisión 39
Tabla 5 – Valores de umbrales de riesgo establecidos para especies "Compatibles" en función de la colisión detectada. 40
Tabla 6 – Valores de umbrales de riesgo establecidos para especies "Compatibles" en función de la pérdida de biodiversidad. 41

7.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Zonificación de alturas de para el vuelo de las aves a través de un aerogenerador (modificado de Morrison, 1998) 29
Figura 2 – Diferentes modelos de pintado de aspas probados para reducir el riesgo de colisión (fuente: McIsaac, 2001) 45
Figura 3 – Modelo de caja anidadera para pequeñas aves insectívoras 52
Figura 4 – Cesta anidadera para rapaces diurnas 52
Figura 5 – Caja anidadera para rapaces nocturnas 53
Figura 6 – Diferentes modelos específicos de cajas anidaderas 53

PLANO



LEYENDA

- VIAL NUEVA CONSTRUCCIÓN
- TM CR1 — TORRE METEOROLÓGICA
- CR 01 — AEROGENERADOR
- TRANSECTOS DE CENSO

PETICIONARIO: norvento enerxía

		FECHA	NOMBRE
PROYECTADO		Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO		Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO		Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

ING. TÉC.AGRÍCOLA: JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

TRANSECTOS DE CENSO AVIFAUNA

ESCALAS:	CÓDIGO
1:5.000	I1095-05-AN-06-PL

PLANO Nº	Ver./Rev.	HOJA
01	01.00	1 de 1

ANEXO VII. PLAN DE SEGUIMIENTO SOBRE LOS QUIRÓPTEROS

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 INTERACCIONES DE LA ENERGÍA EÓLICA Y LOS QUIRÓPTEROS 1

1.1.1 ESTADO DE LA PROBLEMÁTICA 1

1.1.2 SOLUCIONES ADOPTADAS 2

2 PLAN DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO SOBRE LOS QUIRÓPTEROS 5

2.1 INTRODUCCIÓN 5

2.2 FASE PREOPERACIONAL 5

2.3 FASE DE FUNCIONAMIENTO 7

2.3.1 DISEÑO DEL SEGUIMIENTO 7

2.3.2 MÉTODOS DE SEGUIMIENTO 8

2.3.3 ESFUERZO DE MUESTREO 8

2.3.4 TIPOS DE MUESTREO 9

2.3.4.1 Búsqueda de refugios de cría 9

2.3.4.2 Detección de actividad 9

2.3.5 INFORME Y EVALUACIÓN 10

2.4 SUPERVISIÓN 11

2.4.1 MONITOREO DE LOS IMPACTOS 12

2.4.1.1 Pérdida de hábitat 13

2.4.1.2 Estudio de mortalidad 14

2.4.1.2.1 Búsqueda de murciélagos colisionados 14

2.4.1.2.2 Estimación de la tasa de mortalidad 16

3 MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS 18

3.1 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS 18

3.1.1 AUMENTAR EL ESFUERZO DE CONTROL 19

3.1.2 INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ALERTA Y DISUASORIOS 19

3.1.3 REUBICACIÓN DE MÁQUINAS CONFLICTIVAS EN POSICIONES DE RESERVA 20

3.1.4 REALIZAR PARADAS TÉCNICAS TEMPORALES 20

3.1.5 MODIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT 20

3.2 MEDIDAS COMPENSATORIAS 21

3.2.1 PLAN DE POTENCIACIÓN DE REFUGIOS 21

3.2.2 DESARROLLO DE PROYECTOS TÉCNICOS SOBRE MURCIÉLAGOS 24

3.2.3 ACTIVIDADES DIVULGATIVAS Y EDUCATIVAS 24

4 CONCLUSIÓN 26

5 REFERENCIAS 27

5.1 ÍNDICE DE FIGURAS 27

1 INTRODUCCIÓN

Europa en general y España en particular hacen frente a la necesidad de abordar el cambio climático y su calentamiento global, sobre el que tiene gran responsabilidad la contaminación ambiental generada por la emisión de gases de efecto invernadero. La energía eólica es uno de los métodos sostenibles para cubrir las demandas de energía eléctrica. El gobierno de Galicia también atiende a la necesidad de reducir el cambio del clima para la supervivencia, a largo plazo, de la biodiversidad.

1.1 INTERACCIONES DE LA ENERGÍA EÓLICA Y LOS QUIRÓPTEROS

A pesar de sus ventajas ambientales, la energía eólica puede provocar conflictos para algunas especies de animales, pudiendo desencadenar impactos negativos sobre las poblaciones de quirópteros, sobre sus presas y sus hábitats. Algunos de estos impactos son:

- Daños, molestias y/o destrucción de zonas de alimentación y corredores de comunicación.
- Daños, molestias y/o destrucción de refugios.
- Incremento del riesgo de colisión en vuelo.
- Desorientación de murciélagos en vuelo debido a la emisión de ultrasonidos.

1.1.1 ESTADO DE LA PROBLEMÁTICA

El estudio de las afecciones de la energía eólica sobre los murciélagos ha despertado poco interés por parte de las administraciones y los científicos, en parte, por la gran complejidad que representa trabajar con este grupo animal. Los aerogeneradores y su interacción con la avifauna han sido estudiados desde los inicios de la década de los 90, pero los conflictos de la energía eólica con respecto a los quirópteros fueron discutidos por primera vez en dos artículos científicos publicados en 1999 (Bach *et al.*, 1999; Rahmel *et al.*, 1999), después de que en 1998 se encontrase el primer murciélago muerto en un parque eólico de Alemania.

Al mismo tiempo, en los Estados Unidos, un estudio mostraba que el número de quirópteros muertos bajo los aerogeneradores resultó, ocasionalmente, mayor que el número de aves. Mientras, otros trabajos y seguimientos corroboraban los hallazgos de murciélagos colisionados en parque eólicos (Dürr, 2001; Trapp *et al.*, 2002; Dürr & Bach, 2004; Ahlén, 2003; Alcalde, 2003).

Hasta finales del 2009, la última recopilación de datos registrados de mortalidad de quirópteros en Europa alcanzo los 2.431 individuos de 23 de las 35 especies presentes en Europa, en 14 países.

1.1.2 SOLUCIONES ADOPTADAS

Es importante tener en cuenta a las poblaciones de quirópteros a la hora de seleccionar el emplazamiento de un parque eólico, siendo razonable asumir que, dependiendo del sitio seleccionado, puede haber un impacto muy pequeño o nulo sobre este grupo faunístico.

Así mismo, es necesaria la planificación de un seguimiento ambiental destinado a comprobar los impactos que el parque eólico puede ejercer sobre las poblaciones de murciélagos presentes en el área de afección. Estos seguimientos, los ha de realizar personal experimentado y durante las épocas apropiadas.

El Plan de Vigilancia debe de servir para comprobar los posibles efectos del parque eólico sobre los murciélagos en términos de perturbaciones, de efecto barrera para sus movimientos tanto de búsqueda de alimento como de migración, en cuanto a la pérdida de hábitat y en referencia a la mortalidad causada por colisión.

La manera de actuación para la selección de los proyectos óptimos y la minimización de los impactos de nuestros parques eólicos sobre los quirópteros se desarrolla en etapas progresivas que de forma esquemática se pueden resumir en:

I. Fase preoperacional

En esta fase, además de una amplia revisión bibliográfica, se realizaran muestreos de campo con el fin de tener en consideración la presencia de poblaciones de quirópteros, de manera que se tratará de identificar los refugios y áreas de campeo que pudieran existir en la zona de estudio.

En la búsqueda de una minimización preventiva del impacto sobre los murciélagos, se estudiará la presencia de hábitats propicios para este grupo faunístico, evitando la afección sobre ellos en la medida del posible.

Entre los hábitats susceptibles de tener en cuenta para minimizar el impacto potencial sobre los murciélagos destacan:

- Formaciones boscosas
- Masas de agua y cursos fluviales
- Cuevas y formaciones kársticas

La presencia de estos ambientes aumentará la probabilidad de que los murciélagos puedan campear por la zona de estudio. En cambio, hábitats muy abiertos caracterizados por una cobertura de estrato arbustivo pueden ser menos propicios para la presencia de quirópteros, aunque estos ambientes pueden formar parte de corredores de comunicación o de rutas migratorias.

La información sobre los hábitats y los lugares donde los aerogeneradores pueden causar un mayor impacto ayudará a la toma de decisiones a la hora de diseñar el plan de seguimiento sobre los quirópteros.

II. Fase de construcción

En caso de la existencia de alguna colonia de murciélagos importante en el área de influencia del proyecto, las acciones a ejecutar durante la fase de construcción del parque eólico se planificarán teniendo en cuenta la actividad de los mismos.

Esta planificación requiere conocimientos locales a cerca de las especies presentes en el área de estudio y sobre su ciclo anual.

De forma general, a lo largo del ciclo anual los murciélagos muestran un periodo de actividad entre abril-octubre y otro periodo en el que están menos activos o hibernando entre noviembre-marzo. Esta fenología va a variar para cada especie y dependiendo de la localización geográfica. Además puede mostrar diferencias interanuales dependiendo de la climatología. El comportamiento de algunas especies también puede jugar un papel importante en esto, ya que determinadas especies son más tolerantes al frío, permaneciendo activas durante el invierno.

Los viales de acceso y edificios permanentes relacionados con la construcción del parque eólico también se considerarán como posibles fuentes de perturbaciones y molestias. Las actividades constructivas se programarán a las horas apropiadas para reducir al mínimo los impactos generados por el ruido, vibraciones, iluminación y otras potenciales molestias sobre los murciélagos.

De esta manera, las acciones necesarias para la construcción se podrán delimitar en el espacio y tiempo, en la medida necesaria para que no se generen impactos inaceptables sobre las épocas y localizaciones más sensibles para los quirópteros.

III. Fase de funcionamiento

Durante esta fase se realizará un seguimiento periódico para corroborar el nivel del impacto que el funcionamiento del parque eólico pudiera generar sobre las poblaciones de quirópteros presentes en la zona de afección.

En función del impacto detectado se tomarán decisiones encaminadas a mitigar el impacto, las cuales han de partir de un desarrollo de medidas correctoras y compensatorias.

IV. Fase de desmantelamiento

En el Programa de Seguimiento Ambiental se incluirán las acciones necesarias para el desmantelamiento de las infraestructuras una vez que cese la actividad del parque eólico.

A esto respecto, cabe señalar que los aerogeneradores se pueden desmontar de forma fácil y rápida. En este proceso se considerará la minimización sobre los impactos que pudieran darse sobre los murciélagos y sus hábitats, siguiendo los mismos criterios que se marcaron para la fase constructiva.

2 PLAN DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO SOBRE LOS QUIRÓPTEROS

2.1 INTRODUCCIÓN

Varios estudios indican que en el transcurso de un año, la mayoría de los murciélagos muertos por colisión se localizaron en el verano tardío y el otoño (Alcalde, 2003; Johnson *et al*., 2003) y con mayores frecuencias sobre especies migratorias (Ahlén, 2002; Johnson *et al*., 2003; Petersons, 1990) aunque las colonias locales también pueden verse afectadas (Arnett, 2005; Brinkmann *et al.*, 2006).

La metodología del plan de seguimiento tendrá en consideración tanto la primavera como el verano y el otoño, con la finalidad de corroborar y mitigar los posibles impactos sobre los quirópteros de forma satisfactoria. Se desarrollará desde un momento preoperacional, cuando se realizará un Estudio 0 y cuyos resultados servirán como base de partida para lo comparativa con las campañas de muestreo futuras.

2.2 FASE PREOPERACIONAL

El objetivo de seguimiento en la fase preoperacional es identificar las especies así como las características del medio usadas por los murciélagos y que pueden representar conflictos con la ubicación de los aerogeneradores.

Estos resultados forman la base de la evaluación que servirá para medir los impactos que se pudieran generar sobre las poblaciones de murciélagos. Las conclusiones extraídas de su control servirán para evitar o atenuar los impactos.

- **Revisión de la información existente**

Es importante hacer una revisión de toda la información disponible que pueda ser útil para caracterizar la comunidad de murciélagos presentes en el área de afección.

Existen diversas fuentes de información que nos pueden ayudar a perfilar que especies de murciélagos nos podemos encontrar en el área de afección. Entre ellas, una fuente interesante de información es aquella referida a la disponibilidad y características de los hábitats presentes, para lo cual se consultarán diferentes mapas temáticos y fotografías aéreas.

Además, hay información concreta acerca de la distribución de las diferentes especies que componen este grupo de fauna. La disposición de una mayor información va a depender de la búsqueda de mapas de distribución como puede ser el Atlas de los Mamíferos Terrestres de España, el Atlas de Vertebrados de Galicia así como de un análisis de las citas y registros publicados en diferentes medios como las revistas científicas, publicaciones de grupos locales y regionales, etcétera.

- **Evaluar la presencia de murciélagos**

Además del estudio bibliográfico se realizará un estudio de campo preliminar (Estudio 0) que ha de servir para identificar y confirmar las características potenciales dentro del área de estudio que podría ser utilizada por los murciélagos.

Durante este estudio preliminar es importante establecer una escala espacial de estudio e identificar las funciones posibles para cada parte del área. Por ejemplo, localizar refugios, zonas de alimentación, corredores de migración, etcétera.

- **Identificar los impactos potenciales**

La revisión bibliográfica y el estudio preliminar han de servir para saber si hay presencia de quirópteros en el área de afección, el número de especies, si las características del medio circundante son buenas para los murciélagos (refugios, alimentación, desplazamientos, etcétera) y qué impactos son probables o podrían potencialmente presentarse.

Se considerarán los impactos potenciales para cada una de las localizaciones de los aerogeneradores. De forma general, estos impactos podrán ser:

- Muerte por colisión con las aspas o baro-traumatismo

- Perturbaciones sobre rutas migratorias, corredores de movimientos locales y sobre zonas de alimentación.

- Molestias sobre refugios, con mayor probabilidad en aquellos aerogeneradores localizados en hábitats de bosque o próximos a construcciones.

➢ **Planificar el seguimiento**

Considerando los potenciales efectos de los aerogeneradores, se tendrán en cuenta los movimientos locales de los quirópteros entre los refugios y las zonas de alimentación, los movimientos de fondo acaecidos entre localidades estivales y los lugares de hibernación, y la dispersión otoñal.

En la planificación del seguimiento se tendrán en cuenta aspectos importantes del relieve que podrían tener implicaciones sobre los desplazamientos de los murciélagos, así se considerarán rasgos del paisaje como los valles fluviales y cantos de meseta, ambas zonas prioritarias para realizar el seguimiento.

2.3 FASE DE FUNCIONAMIENTO

2.3.1 DISEÑO DEL SEGUIMIENTO

El diseño del seguimiento se realizará en función de la ubicación de los aerogeneradores. De esta manera, se establecerá una escala espacial para el seguimiento que tenga en cuenta al tamaño y el número total de aerogeneradores, el potencial uso del área por los murciélagos y cómo estos factores pueden afectar al desarrollo del trabajo de campo necesario para realizar un seguimiento óptimo.

Las aspas de los aerogeneradores proyectados tienen un diámetro de rotación que va desde los 60 a los 175 m de altura, con un radio de rotación de 56 m, lo cual va a establecer las dimensiones sobre las cuales se va fijar el seguimiento. En principio, el potencial impacto tendrá lugar sobre especies que vuelan a grandes alturas como el Murciélago rabudo (*Tadarida teniotis*), no obstante, el seguimiento se realizará sobre todas las especies con presencia en la zona.

Considerando el potencial impacto del parque eólico sobre los quirópteros, un seguimiento serio y realista implicará tener en cuenta su distribución a lo largo de todo el ciclo anual de actividad característico de este grupo de fauna. Según la especie y la localización geográfica, este ciclo de actividad puede variar de mediados de febrero a mediados de diciembre, por lo que la intensidad del trabajo de seguimiento también fluctuará.

Aunque la climatología es un aspecto importante a la hora de realizar el seguimiento, es trascendental centrar los muestreos en la primavera y en el otoño, cuando los murciélagos son más vulnerables por su fenología y sus movimientos migratorios. De esta manera, el calendario de visitas estará diseñado en función de ciertos fenómenos como el abandono de los refugios de hibernación o cuando las colonias de cría se dispersan.

2.3.2 MÉTODOS DE SEGUIMIENTO

Los seguimientos de las poblaciones de quirópteros del área de estudio se realizarán mediante el empleo de métodos y personal técnico cualificado. En dicho seguimiento los detectores de ultrasonidos juegan un papel importante.

Los muestreos para determinar la actividad de murciélagos en el área de influencia del parque eólico se limitarán a una distancia máxima de 1 km del aerogenerador más próximo, mientras que la búsqueda y seguimiento de refugios se extenderá hasta un radio máximo de 5 km.

Para proporcionar una identificación de rutas de migración, la revisión entorno al radio de 1 km sobre los aerogeneradores se intensificará en la primavera y finales de verano o principios de otoño.

En ha evitado la instalación de aerogeneradores dentro de formaciones boscosas, procurando guardar una distancia suficiente sobre las mismas.

2.3.3 ESFUERZO DE MUESTREO

Dependiendo de las especies que pudieran hibernar en el área, las fechas para el principio y final del seguimiento anual podrán variar. Además, el esfuerzo de muestreo también podrá fluctuar, adaptándose a las características particulares del emplazamiento del parque eólico y a los impactos potenciales.

En cuanto a los periodos de actividad, de forma general se diferenciarán:

- Conmutación de los refugios tras la hibernación
- Migración de primavera
- Actividad de poblaciones locales sedentarias
- Dispersión de colonias de cría a finales de verano principios de otoño
- Migración otoñal
- Conmutación de los refugios de prehibernación

2.3.4 TIPOS DE MUESTREO

2.3.4.1 Búsqueda de refugios de cría

Se realizará una búsqueda y caracterización de refugios de cría en un radio máximo de 5 km del parque eólico. El seguimiento de la colonia servirá, entre otras cosas, para determinar la actividad de las poblaciones locales y la dispersión de las colonias de cría a finales del verano.

Las acciones destinadas a este seguimiento tendrán lugar entre mayo y agosto.

2.3.4.2 Detección de actividad

Se establecerán muestreos basados en el empleo de detectores de ultrasonidos para todas las etapas de actividad de los quirópteros.

Se diseñará un muestreo estratificado en base a los hábitats presentes en un radio de 1 km alrededor de los aerogeneradores, estableciendo estaciones de escucha y grabación. Se calcularán los índices de actividad en función del número de contactos por periodo de tiempo. Además, se profundizará en el análisis de los contactos para determinar las especies registradas. Para ello se recurrirá al software BatSound o similar, empleado para la identificación de las diferentes especies de murciélagos en base al estudio de los sonogramas de sus emisiones ultrasónicas.

Para la detección de la actividad en el área de influencia se establecerá un calendario y un horario de visitas teniendo en cuenta la fenología anual y los ritmos circadianos de los murciélagos, de manera que el seguimiento podría tener una cronología similar a la que se expone a continuación:

- **Muestreo 1**: 15 Febrero - 31 Marzo, al menos una visita, durante la primera mitad de la noche sin extenderse más allá de 2 horas tras el crepúsculo y comenzando media hora antes del mismo.

- **Muestreo 2**: solo necesario en caso de que el muestreo 1 resultará infructuoso. Se realizaría en el periodo de 15 Marzo – 15 Mayo, un muestreo al mes, durante las 4 primeras horas de la noche tras el crepúsculo.

- **Muestreo 3:** 1 Junio – 15 Julio, al menos un muestreo quincenal, que podría extenderse durante toda la noche, comenzando media hora después del crepúsculo.

- **Muestreo 4:** 1 – 31 Agosto, al menos un muestreo quincenal, durante las 4 primeras horas tras la puesta del sol.

- **Muestreo 5:** 1 Septiembre – 31 Octubre, al menos un muestreo quincenal, durante las 4 primeras horas de la noche tras el crepúsculo. Durante este periodo es importante estar atento a la presencia de perchas y territorios de apareamiento.

- **Muestro 6:** 1 Noviembre – 15 Diciembre, un muestreo siempre y cuando las condiciones climáticas sean apropiadas para que se siga manteniendo la actividad de los murciélagos en la zona. El muestreo se realizará duran te las 2 primeras horas de la noche comenzando media hora antes del crepúsculo.

En función de la actividad detectada y de las poblaciones locales, este exhaustivo seguimiento podría verse reducido a los periodos de primavera y de finales de verano principios de otoño.

2.3.5 INFORME Y EVALUACIÓN

La información derivada de los muestreos se expondrá de forma clara y concisa con el fin de facilitar la comprensión por parte del destinatario, entre los aspectos expuestos en los informes se incluirán:

- Las especies presentes en el área de estudio y su estado de conservación y protección en base a los diferentes listados y catálogos existentes.

- Los métodos y equipos empleados para la realización del seguimiento así como las limitaciones de estos.

- Los resultados de las jornadas de muestreo así como las condiciones climáticas existentes.

- Las especies identificadas durante el muestreo y su comportamiento deducido (desplazamiento, alimentación, dispersión, etcétera) así como la fecha y hora del registro.

- Las diferencias, si existen, en la actividad según las fases de la noche.

- Las diferencias de actividad en base a desiguales rasgos del biotopo como pueden ser la altitud, el hábitat, las condiciones climáticas, etcétera.

- La localización exacta sobre mapas de cada uno de los contactos registrados, así como el tiempo de grabación.

La evaluación tendrá en cuenta, para cada una de las especies detectadas, la situación estatal y regional en términos de protección y estado de conservación, así como la función y el empleo de los habitas establecidos y los diferentes impactos potenciales debido al emplazamiento de las máquinas.

A partir de esta información, se podrá establecer un análisis del conflicto que podrían generar los aerogeneradores para las especies de murciélagos registradas. De esta manera, cada posición de aerogenerador será evaluada y en consecuencia, se podrán desarrollar acciones para corregir el impacto. Estas acciones seguirán un orden de anulación, mitigación y compensación.

2.4 SUPERVISIÓN

Será necesario combinar los seguimientos de actividad y refugios con la búsqueda de ejemplares de murciélagos colisionados bajo los aerogeneradores. Los métodos para este monitoreo se proponen en el siguiente apartado. La búsqueda de murciélagos colisionados podrá ayudar a evaluar si hay un problema real derivado de las colisiones con los aerogeneradores.

2.4.1 MONITOREO DE LOS IMPACTOS

Respecto a los murciélagos, los planes de vigilancia y seguimiento ambiental en parques eólicos, rara vez están hechos de manera que sirvan para evaluar de forma real sus afecciones y mucho menos han sido diseñados de forma que sirvan para evaluar los efectos sinérgicos o acumulativos por la existencia de varios parques eólicos en un área. Para ello, los estudios deberían de emplear unos métodos estandarizados que permitiesen una evaluación conjunta.

Debido a ello, desde NORVENTO promovemos un seguimiento en base a los criterios establecidos internacionalmente, entre los que destacan los promovidos por Agreement on the Conservation of Populations of European Bats (UNEP/EUROBATS).

De esta forma, en el presente apartado se muestran diferentes métodos sugeridos para monitorizar los impactos y establecer los modos de mitigarlos.

El impacto directo derivado del funcionamiento de un parque eólico aún no está totalmente entendido, desconociéndose la causa de la mayoría de las colisiones. Para su explicación, entre otras, se han propuesto diferentes hipótesis como:

- La generación de turbulencias que provocan baro-traumatismos.

- Fracaso en el reconocimiento del obstáculo debido a una serie demasiado corta de impulsos de ecolocalización o bien por una velocidad de rotación de las aspas demasiado elevada.

- Presencias de elevadas concentraciones de insectos presa alrededor de la góndola, lo que puede atraer murciélagos a esta zona de riesgo.

El monitoreo de los impactos del parque eólico sobre los murciélagos sólo tendrá rigor científico si se tiene en cuenta el estado inicial de las poblaciones de murciélagos presentes en el área de afección. Por lo tanto, será necesario realizar un estudio previo a la construcción del proyecto.

Para evitar concluir que cualquier cambio detectado sobre la biología de los murciélagos es imputable al parque eólico, cuando en realidad podría deberse a otros factores como variaciones anuales, se establecerán unas estaciones de control en zonas próximas al proyecto en las que no existan máquinas y que presenten características ecológicas similares a las de la zona de estudio.

El esquema del monitoreo de los impactos, para ser eficiente, enfocará al menos cuatro temas de seguimiento: la pérdida de hábitats, la mortalidad por colisión, la migración y el comportamiento.

2.4.1.1 Pérdida de hábitat

Para evaluar si el parque eólico causa una pérdida en la disponibilidad de hábitats para los murciélagos es necesario conocer:

- **Estudio 0:** Se realizara un seguimiento durante un periodo anual acerca de las especies presentes en el área de afección así como del uso que hacen del espacio. Este seguimiento definirá también las zonas de control. Para ello se desarrollarán:

  - Seguimientos sobre los refugios conocidos localizados en un radio de 5 km alrededor del parque eólico.

  - Estudio del uso del espacio mediante el empleo de los detectores de murciélagos.

- **Seguimiento durante la fase de construcción:** Se trata detectar qué especies no reaparecen durante el periodo de obras, comprobando los impactos sobre los hábitats y las molestias potenciales derivadas de las acciones constructivas.

  - Seguimientos sobre los refugios

  - Continuación del estudio de empleo del espacio.

- **Seguimiento durante primeros años de funcionamiento:** durante la fase inicial de funcionamiento del parque eólico se continuará el seguimiento con el fin de ver las afecciones sobre las poblaciones de quirópteros residentes. Para lograr esto se recurrirá al empleo de detectores de murciélagos, comprobando qué especies continúan presentes en el área de afección y si hay una disminución o no del índice de actividad así como un cambio de comportamiento en comparación con los resultados del Estudio 0.

2.4.1.2 Estudio de mortalidad

El número de ejemplares que potencialmente podrían colisionar podrá variar considerablemente según el emplazamiento de los aerogeneradores y de las especies presentes.

El número de cadáveres encontrados, al igual que ocurría para el caso de las aves, va estar influido por la presencia de carroñeros y por la eficacia del técnico que desarrolle el trabajo de búsqueda. El tipo de cubierta vegetal en la zona de búsqueda también podrá dificultar el hallazgo de cadáveres. Por lo tanto, la supervisión del estudio de mortalidad se desarrollará en dos etapas:

2.4.1.2.1 Búsqueda de murciélagos colisionados

Está búsqueda obedecerá a diferentes criterios que buscan la optimización de los muestreos:

a) Área de búsqueda

El tamaño de la zona donde se centrará la búsqueda de ejemplares colisionados bajo los aerogeneradores se establecerá en función del tamaño de los mismos, de manera que se realizarán muestreos en círculo de radio, al menos, igual al radio de rotación de las aspas del aerogenerador. En muchas ocasiones y debido a la cubierta vegetal y a la presencia de obstáculos naturales, esta área no puede ser rastreada de forma correcta en su totalidad, por lo que se priorizará la búsqueda sobre superficies más pequeñas con menos cobertura vegetal.

No obstante, el radio de búsqueda nunca será menor a los 50 m desde la base del aerogenerador. En dicha área se establecerán bandas de rastreo de 5 m de ancho, y si por cualquier razón no se puede hacer una búsqueda de la totalidad del área, se calculará en porcentaje de suelo que queda sin batir.

b) Número de aerogeneradores muestreados:

De ser posible, cada uno de los aerogeneradores debería ser muestreado en cada visita programada. En el caso de que el número de maquinas y la disponibilidad de tiempo no lo permita, se priorizará el realizar las revisiones sobre las máquinas más próximas a hábitats con mayores probabilidades de albergar murciélagos (próximas a bosques, riberas fluviales, etcétera) y sobre otras establecidas al azar.

c) Calendario de visitas:

La programación de las visitas para la búsqueda de ejemplares colisionados comenzará en el momento en que los murciélagos se muestren activos tras el periodo de hibernación y hasta que no vuelvan a sus refugios de invierno.

El programa de visitas podrá variar en función de las condiciones meteorológicas, además, en base a la bibliografía de referencia disponible, las mayores tasas de mortalidad por colisión con aerogeneradores tienen lugar en los períodos de migración, por lo que el esfuerzo de búsqueda de ejemplares colisionados será más intenso en primavera y otoño:

- 15 Febrero – 31 Marzo: 1 control mensual como mínimo
- 1 Abril – 15 Mayo: 1 control quincenal como mínimo.
- 16 Mayo – 31 Julio: 1 control mensual como mínimo.
- 1 Agosto – 15 Octubre: 1 control quincenal como mínimo.
- 16 Octubre – 15 Diciembre: 1 control mensual como mínimo.

d) Metodología de búsqueda:

El personal técnico encargado de la revisión en búsqueda de murciélagos colisionados se desplazará con paso lento y regular, buscando víctimas a ambos lados de una línea de avance sobre bandas de 5 m de ancho. La búsqueda no comenzará antes de una hora después de la salida del sol, cuando las condiciones de iluminación permitan distinguir a los murciélagos muertos que yacen en el suelo.

En caso de que aparezca algún cadáver, se registrarán (entre otras) las siguientes variables:

- Posición del mismo: coordenadas UTM mediante GPS, la dirección respecto al aerogenerador, la distancia a la base del fuste.
- Su estado: fresco; unos días; descompuesto; restos.
- Tipo de heridas.
- Altura de la vegetación donde fue encontrado.

- Datos climatológicos: temperatura; viento; precipitaciones; fase lunar; etcétera.

Hay que reseñar que los muestreos para el registro y búsqueda de ejemplares colisionados de murciélagos se podrán compatibilizar con sus homólogos para aves, los cuales son detallados en la propuesta correspondiente.

2.4.1.2.2 Estimación de la tasa de mortalidad

Para calcular la tasa de mortalidad en el parque eólico podrá ser necesario un análisis estadístico en el que se tenga en cuenta los sesgos derivados por la desaparición de cadáveres debido a la presencia de carroñeros y predadores así como por la eficiencia de los técnicos que realicen el trabajo de búsqueda.

a) Experimentos de tasas de eliminación de cadáveres por depredación

Realizar estudios de tasas de eliminación de cadáveres es una posibilidad para corregir la tasa de mortalidad. Se podrán realizar si se detecta una mortalidad de quirópteros de cierta índole en el parque eólico.

A priori, los cadáveres de murciélagos resultan, probablemente, menos atractivos a los carnívoros que los de aves. Sin embargo, es posible que para estos experimentos haya que emplear pequeños paseriformes, dada la dificultad de conseguir cuerpos de murciélagos. Para el acopio de este material se podrán establecer contactos con diferentes entidades como los centros de recuperación de fauna salvaje, donde es posible disponer de diferentes animales fallecidos en su proceso de recuperación.

Cada experimento podrá prolongarse hasta un máximo de 10 días consecutivos, con el fin de determinar el tiempo de permanencia de los cadáveres sobre el suelo antes de ser aprovechados por mamíferos, aves e insectos.

b) Experimentos de eficacia en la búsqueda de cadáveres por parte del personal técnico

Otro tipo de experimentos que podrían desarrollarse con el fin de obtener factores de corrección sobre la mortalidad hallada son los relativos a la eficacia del personal en la búsqueda de cadáveres.

Para ello es importante establecer una clasificación de la cobertura del suelo (altura y tipo de vegetación, hábitats que reducen la visibilidad. etcétera) con el fin de determinar clases de detectabilidad para cadáveres. Para ello también se tendrán en cuenta rasgos del área como la presencia de obstáculos, la pendiente, y cualesquiera que puedan interferir en la búsqueda. Esta clasificación resultará importante para el análisis estadístico.

La eficacia del personal técnico encargado de realizar la búsqueda deberá ser probada para las diferentes clases de detectabilidad establecidas. Los cuerpos de los murciélagos se distribuirán azarosamente bajo los círculos de búsqueda de algunos aerogeneradores, y el personal encargado de la búsqueda deberá actuar de igual manera que en un muestreo rutinario.

3 MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

Finalmente, en función de la información arrojada por el Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre los Quirópteros se podrán desarrollar una serie de medidas correctoras y compensatorias. En caso de considerarse necesarias se podrán aplicar diferentes acciones encaminadas, por un lado, a disminuir la incidencia que el parque eólico pueda tener sobre este grupo de fauna y por otro lado, a potenciar sus poblaciones.

3.1 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

Se trata de una serie de medidas que tienen como finalidad disminuir la hipotética mortalidad real de los murciélagos, atenuando las situaciones de riesgo que sean detectadas durante el periodo de seguimiento. También servirán para desarrollar y mejorar el protocolo del trabajo a realizar.

La elección de la medida adecuada o la combinación de varias deberá hacerse en función del impacto detectado y de la especie afectada, teniendo en cuenta la viabilidad de la propuesta y su eficacia.

Para la minimización o eliminación de impactos inaceptables, las medidas correctoras o mitigadoras se desarrollarán en base a datos defendibles. Existen múltiples técnicas que podrían ser aplicadas para reducir la mortalidad de este grupo faunístico con los aerogeneradores, pero su aplicación y resultados pueden ser muy diferentes dependiendo de numerosos factores.

Como ya se ha explicado, lo importante es disponer de una amplia gama de medidas destinadas a corregir estos efectos negativos. En NORVENTO hemos desarrollado un conjunto de acciones cuya aplicación bien individual o bien en conjunto, en caso de necesidad, podrá mitigar las afecciones negativas que en un momento dado pudieran surgir como consecuencia del funcionamiento del parque eólico. Todas estas acciones buscan evitar la mortalidad de quirópteros causada por los aerogeneradores.

3.1.1 AUMENTAR EL ESFUERZO DE CONTROL

En caso de que se llegara a alcanzar un nivel de impacto preocupante sobre los murciélagos en general, o sobre alguna especie o grupo en particular, se podrá incrementar la frecuencia de los controles a efectuar con el fin de obtener más datos y caracterizar mejor el impacto.

De esta manera, las visitas propuestas para el estudio de mortalidad, basado en las revisiones de colisiones de murciélagos y los muestreos de actividad podrían duplicarse.

Esta primera medida es de vital importancia. Por un lado va a ratificar (o no) que se están produciendo impactos intolerables. Por otro lado, va a servir para recabar un mayor volumen de información de cuyo análisis se desprenderán soluciones en forma de nuevas iniciativas que servirán para mitigar el impacto detectado en base a unos criterios contrastados.

3.1.2 INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE ALERTA Y DISUASORIOS

En la actualidad están siendo probados diferentes mecanismos electrónicos que buscan minimizar el número de colisiones de los murciélagos con los aerogeneradores.

Uno de estos mecanismos consiste es un dispositivo que alerta de la presencia de quirópteros en zonas de riesgo de colisión con el aerogenerador, desencadenado una respuesta que modifica la velocidad de rotación de la turbina.

Otros dispositivos desarrollan mecanismos para alertar y/o disuadir a los murciélagos de la presencia del aerogenerador, con el fin de mantenerlos alejados de las zonas de riesgo.

Estas técnicas todavía están en fase experimental y de testificado de resultados, pero en caso de obtener resultado eficaces y un posterior lanzamiento comercial, en NORVENTO no descartamos su empleo si se estima conveniente.

3.1.3 REUBICACIÓN DE MÁQUINAS CONFLICTIVAS EN POSICIONES DE RESERVA

Es un hecho demostrado que no todos los parques eólicos desencadenan la misma mortandad de murciélagos, incluso dentro de un mismo parque eólico hay aerogeneradores que provocan significativamente más impactos con murciélagos que otros. Con el plan de vigilancia se podrá identificar la existencia o no de uno de estos aerogeneradores conflictivos. En caso de comprobar que un aerogenerador, comparativamente tiene mayores implicaciones negativas sobre los quirópteros, se podrá reubicar con el fin de reducir la mortalidad que pudiera generar.

3.1.4 REALIZAR PARADAS TÉCNICAS TEMPORALES

Se trata de una medida asociada a determinadas situaciones de los murciélagos y en determinadas épocas. En cualquier caso, no se parará el parque eólico entero, sino aerogeneradores individuales que por determinadas circunstancias pueda suponer un peligro para alguna especie sensible.

Un ejemplo de ello podría ser la localización de una zona empleada como pasillo durante los desplazamientos migratorios. En esta situación se podrían producir elevadas concentraciones de quirópteros en las proximidades de un aerogenerador, en función de la actividad y comportamiento de las especies migratorias se pueden proponer paradas técnicas temporales que minimicen las situaciones de riesgo.

3.1.5 MODIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL HÁBITAT

Se trata de una medida basada en la modificación de la fisionomía de la vegetación. Con ello se busca evitar situaciones de riesgo para determinadas especies. Estas modificaciones en la estructura del hábitat han de planearse teniendo en cuenta el uso del espacio del conjunto de especies presentes en la zona, buscando unas modificaciones óptimas que beneficien al mayor número de especies sin poner a otras en peligro.

3.2 MEDIDAS COMPENSATORIAS

Adicionalmente a las medidas preventivas y correctoras del impacto ambiental que el parque eólico pudiera generar sobre los murciélagos, en la presente propuesta, se definen una serie de Medidas Compensatorias con el fin de garantizar la biodiversidad de quirópteros en el entorno próximo. Dichas acciones se fundamentarán en la conservación y potenciación de los hábitats y poblaciones de este grupo faunístico.

Las medidas compensatorias, a diferencia de las actuaciones correctoras de impacto, no están dirigidas a reducir las consecuencias directas que la construcción de una infraestructura como esta pudiera provocar sobre los murciélagos, sino a paliar sus posibles efectos difusos, de manera que su desarrollo dependerá del impacto detectado.

En este sentido, estas medidas se orientan a reforzar o fortalecer las especies más sensibles del ecosistema, con el objetivo de reducir su fragilidad. Más difícil es decidir *a priori* qué elementos o especies de la zona pueden ser más sensibles a los problemas derivados de la construcción del parque eólico, por ello, la aplicación de las medidas compensatorias estará predispuesta a los datos aportados por el Plan de Vigilancia y Seguimiento sobre los Quirópteros. Algunas de las medidas compensatorias potencialmente aplicables se indican a continuación.

3.2.1 PLAN DE POTENCIACIÓN DE REFUGIOS

Cuando resulte factible y oportuno se definirán actuaciones concretas encaminadas a mejorar las condiciones de los refugios existentes en la zona de influencia del parque eólico, así como a la creación de otros nuevos que puedan albergar poblaciones de murciélagos.

a) Acondicionamiento de refugios existentes

El acondicionamiento previo de refugios existentes incluirá tareas de desbroce de vegetación y retirada de materiales, que puedan suponer un obstáculo limitante de la disponibilidad de espacio para los murciélagos.

Cuando sea conveniente, en determinados refugios se podrá realizar un enfoscado con un acabado rugoso de paramentos y colocación de malla plástica con el fin de permitir el agarre de los ejemplares a los techos y paredes.

Otros refugios podrán requerir cerramientos, éstos se podrán realizar en mampostería y ladrillo, a los efectos de limitar el acceso a los mismos, y así evitar perturbaciones sobre las poblaciones de murciélagos.

b) Creación de nuevos refugios mediante la instalación de cajas-nido

Las cajas-nido especialmente diseñadas para quirópteros son utilizadas por varias especies de murciélagos forestales. Para conseguir una mayor tasa de ocupación, las cajas han de estar localizadas en grupos (mínimo de 3 cajas), situadas entre 3 y 5 m del suelo, y orientadas de manera que reciban el mayor tiempo posible de insolación. Hay muchos modelos de cajas, pero todas ellas han de ser estancas, con una única entrada en forma de fisura de alrededor de 15 mm, de paredes gruesas (mínimo 15 mm) y sin que hayan sido impregnadas con tratamientos tóxicos.

La utilización de cajas-nido para quirópteros conlleva los siguientes beneficios:

- Incremento de la disponibilidad de refugios en bosques sin cavidades naturales (bosques jóvenes y/o sometidos a gestión forestal).

- Incremento de la disponibilidad de refugios con diferentes condiciones microclimáticas (diferentes tipos de caja, orientaciones y soportes). Esto permitirá a las especies utilizar un tipo u otro de caja para criar, aparearse o invernar.

- Disminución de la presión de depredación, pues los orificios de entrada tienen una medida parecida a la de un quiróptero.

- Disminución de la competencia interespecífica e intraespecífica por la utilización de refugios.

- Fácil monitorización de poblaciones.

Figura 1 – Refugio para murciélagos de tipo panel, adecuado para colocar sobre muros y paredes.

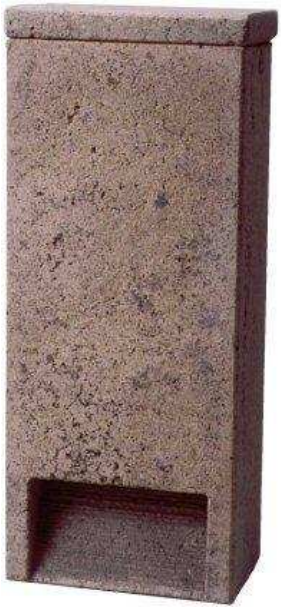


Figura 2 – Refugio para murciélagos de tipo tubular. Su ventaja es la no necesidad de mantenimiento

Figura 3 – Caja de hibernación, con aislamiento muy eficaz y control de la condensación interior para especies forestales.

Figura 4 – Caja de diseñada para su empleo como refugio de cría de especies forestales.

3.2.2 DESARROLLO DE PROYECTOS TÉCNICOS SOBRE MURCIÉLAGOS

Se trata de participar y promocionar diferentes estudios que ahonden en el conocimiento sobre la biología de determinadas especies, tales como actividades de investigación y divulgación.

Estos trabajos podrán ser de dos tipos, por una parte se pretende potenciar proyectos de investigación encaminados a profundizar en el conocimiento sobre la biología de especies concretas, lo cual abarca desde seguimientos de determinadas poblaciones (censos, caracterización de dieta, localización de refugios, etcétera) hasta un mejor conocimiento de la interacción de estas especies con los parques eólicos. Estos trabajos podrán servir como soporte técnico a partir del cual, en caso de necesidad, se establecerán nuevas medidas correctoras y compensatorias.

Otra línea de trabajos que se podría promocionar va encaminada a la edición y divulgación de material informativo técnico (trípticos, manuales, guías, etcétera) que tiene como finalidad dar a conocer a la opinión pública diferentes aspectos relacionados con los murciélagos de Galicia y su conservación.

Para este tipo de medidas compensatorias, NORVENTO podría establecer convenios de colaboración con diferentes entidades (Organismos públicos, entidades privadas, ONGs, etcétera).

3.2.3 ACTIVIDADES DIVULGATIVAS Y EDUCATIVAS

Desde NORVENTO y por medio de esta iniciativa, se pretende potenciar el conocimiento sobre las ventajas que ofrece la energía eólica frente a las energías convencionales, especialmente en cuanto a la conservación de la biodiversidad mundial en general, y respecto a los murciélagos en particular.

Dentro de este programa de sensibilización, un objetivo primordial y recurrente es hacer hincapié en la necesidad de hacer un uso racional de la energía eléctrica.

Entre las actividades divulgativas barajadas que se desarrollaran, cabe mencionar las siguientes:

- Instalación de carteles informativos sobre los murciélagos presentes en el área de influencia del parque eólico.

- Programas de visitas de diferentes colectivos sociales, especialmente escolares.

- Contactos y charlas informativas con grupos y colectivos interesados.

- Desarrollo de una política informativa y de plena transparencia hacia los medios de comunicación y los colectivos interesados.

4 CONCLUSIÓN

El Plan de seguimiento sobre quirópteros propuesto está integrado en la definición y aplicación del modelo de gestión ambiental sobre una actuación tan compleja desde el punto de vista ambiental como es la instalación y funcionamiento de un parque eólico. Así, puede y debe considerarse como una experiencia práctica de la conciliación del desarrollo económico y social con la protección ambiental. Es decir, una verdadera puesta en práctica del concepto de desarrollo sostenible como la entendemos en NORVENTO.

5 REFERENCIAS

5.1 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Refugio para murciélagos de tipo panel, adecuado para colocar sobre muros y paredes. 23
Figura 2 – Refugio para murciélagos de tipo tubular. Su ventaja es la no necesidad de mantenimiento 23
Figura 3 – Caja de hibernación, con aislamiento muy eficaz y control de la condensación interior para especies forestales. 23
Figura 4 – Caja de diseñada para su empleo como refugio de cría de especies forestales. .. 23

ANEXO VIII. MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO SOBRE HERPETOFAUNA Y MAMÍFEROS

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 INTERACCIONES CON LA FAUNA 2

2.1.1 DESTRUCCIÓN Y ALTERACIÓN DE HÁBITATS 2

2.1.2 EFECTO BARRERA SOBRE HERPETOFAUNA Y MICROMAMÍFEROS 2

2.1.3 PERTURBACIONES EN LA FASE DE OBRAS 3

2.1.4 PERTURBACIONES EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN 3

3 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS 5

3.1 DISEÑO DE LAS INFRAESTRUCTURAS 5

3.1.1 DISEÑO DE LOS VIALES 5

3.1.2 DISEÑO DE SISTEMAS DE ESCAPE EN PASOS CANADIENSES 6

3.1.2.1 Descripción del sistema de escape 7

3.1.3 SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y DE ESCAPE EN OBRAS DE DRENAJE 9

3.1.3.1 Descripción del sistema de arquetas en las entradas de las ODTs 10

3.1.3.2 Descripción del sistema de salida en ODTs 11

3.2 CONTROL DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA 12

3.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIO-TEMPORAL Y CONTROL SOBRE LAS TAREAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN 12

3.2.2 RESTRICCIONES EN EL USO DE LOS VIALES DEL PARQUE EÓLICO 13

4 PLAN DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL 15

4.1 CONTROL DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE 15

4.2 INCIDENCIA DE LOS ATROPELLOS SOBRE LA FAUNA 15

5 MEDIDAS COMPENSATORIAS 17

5.1.1 DISEÑO DE PASOS PARA FAUNA 17

5.1.1.1 Paso para anfibios y reptiles 17

5.1.1.2 Paso para mamíferos de tamaño medio 18

5.2 CREACIÓN DE HÁBITATS PARA ANFIBIOS 19

5.3 AUMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE REFUGIOS PARA REPTILES 20

5.4 AUMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE REFUGIOS PARA MICROMAMÍFEROS Y PEQUEÑOS CARNÍVOROS 21

5.5 MEJORAS DE HÁBITAT 22

6 REFERENCIAS 23

6.1 ÍNDICE DE FIGURAS 23

1 INTRODUCCIÓN

La construcción y explotación de un parque eólico conlleva la necesidad de establecer una red de accesos y viales, hecho que implica un cierto grado de fragmentación del hábitat. El posible efecto barrera generado podría dificultar la movilidad de determinada fauna silvestre, pudiendo provocar el aislamiento de poblaciones y la reducción su territorio disponible.

Por otra parte, en determinadas ocasiones, la actividad derivada de la ejecución de las obras (tráfico de maquinaria, trasiego de personas, emisión de ruidos, etcétera) podría provocar el retraimiento y abandono temporal de la zona de algunos ejemplares de las especies más sensibles. En principio, las especies más vulnerables a este fenómeno serían los grandes mamíferos.

Otra consecuencia que se deriva del establecimiento de viales es el aumento de la accesibilidad a la zona. La mayor permeabilidad del espacio para actividades humanas ajenas al aprovechamiento eólico (caza, ganadería, senderismo, tráfico de vehículos, etcétera) puede desembocar en afecciones sobre la fauna tales como el aumento de la actividad cinegética, atropellos, pérdida de hábitat, etcétera.

Con el fin de minimizar estos impactos potenciales, desde la experiencia que atesora, NORVENTO ha desarrollado una serie de propuestas encaminadas a evitar estos conflictos. Dichas medidas y propuestas se desarrollan en el presente documento.

Es de señalar que el presente documento se centra en los impactos y soluciones frente la afecciones que un parque eólico puede generar sobre las herpetofauna y los mamíferos presentes en el área de ubicación del proyecto. Quedan fuera del ámbito de este trabajo la avifauna y los quirópteros, que por su mayor sensibilidad frente a este tipo de infraestructuras cuentan con una propuesta de de seguimiento ambiental específica para cada uno de ellos.

2 INTERACCIONES CON LA FAUNA

Las principales afecciones sobre los anfibios, reptiles y mamíferos donde se instala un parque eólico se desprenden de las perturbaciones causadas durante la fase constructiva y, posteriormente, de las implicaciones que sobre ellos puede generar el establecimiento de una red de viales e infraestructural lineales. A continuación, se indican cuales podría ser los impactos desencadenados por estas infraestructuras.

2.1.1 DESTRUCCIÓN Y ALTERACIÓN DE HÁBITATS

La destrucción o alteración de hábitats puede convertirse en una grave amenaza para determinadas especies. Así, no respetar un determinado ecosistema acuático (charca, turbera, etcétera) puede provocar la desaparición de la población de anfibios de la zona.

Por ello, el diseño del parque eólico se ha hecho con el máximo respeto sobre los hábitats de mayor interés y particularidad de la zona de afección, intentando minimizar la afección sobre los mismos.

2.1.2 EFECTO BARRERA SOBRE HERPETOFAUNA Y MICROMAMÍFEROS

El efecto barrera que puede provocar la implantación de viales en el área de estudio se va a centrar en la herpetofauna y en los micromamíferos, ya que la limitada extensión y anchura de los viales los hacen permeables para la fauna de mayor tamaño.

Este efecto se vera reducido por la implementación de ODTs (Obras de Drenaje Transversales) a lo largo de toda la longitud de los viales. Estas ODTs estarán diseñadas de manera que sirvan como pasos para este tipo de fauna, cumpliendo así con una doble función, por un lado actuar como drenaje de la aguas dando continuidad al flujo natural de las mismas y, por otro lado, evitar el potencial efecto barrera que para determinadas especies podría suponer la red de viales. De esta manera, se han diseñado diferentes sistemas de escape para las estructuras de drenaje con el fin de evitar que éstas se conviertan en una trampa mortal para este tipo de fauna.

En caso de considerarse necesario, se podrán diseñar pasos de fauna específicos que complementarían la función de la obras de drenaje en cuanto a disminuir el efecto barrera para pequeños vertebrados.

2.1.3 PERTURBACIONES EN LA FASE DE OBRAS

El mayor grado de perturbación sobre este tipo de fauna tendrá lugar durante la fase de obras. Las diferentes acciones que se desarrollan en esta etapa podrían desencadenar episodios de abandono temporal de la zona por parte de las especies más sensibles a la presencia humana. De estas más sensibles, en la zona de implantación del proyecto podrían presentarse entre otras, el Lobo (*Canis lupus*), el Zorro (*Vulpes vulpes*), el Gato montés (*Felis silvestris*), el Jabalí (*Sus scrofa*) y el Corzo (*Capreolus capreolus*).

Este impacto es de carácter temporal, no suponiendo una amenaza real, por lo que los animales desplazados podrán regresar a la zona una vez se acomoden a las molestias o, en todo caso, cuando finalicen éstas.

Con todo, se podrán establecer medidas para delimitar la zona de obras de forma que se restringa la ocupación y uso del espacio de las zonas adyacentes al proyecto, tratando así de mitigar el grado espacial de las perturbaciones potenciales del las fase constructiva.

2.1.4 PERTURBACIONES EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN

Como ya se ha mencionado, una de las posibles consecuencias de establecer una red de viales en un espacio de estas características es el aumento de la presencia humana en la zona.

La existencia de pistas de acceso puede conducir a un incremento en la actividad cinegética en la zona, o incluso, al uso de prácticas ilegales que podrían tener graves consecuencias sobre determinadas especies cazables o no.

Por otra parte, la ejecución de nuevos viales en zonas con presencia de ganado en régimen de libertad o semilibertad llevará aparejada la necesidad de ejecución de **pasos canadienses**, obstáculos diseñados para evitar que el ganado traspase los límites de las fincas. Un mal diseño de los pasos canadienses puede convertir a éstos en trampas para la fauna salvaje por lo que es importante realizar un diseño que contemple vías de escape para la fauna que puede llegar al foso de estas construcciones sin que ello suponga un perjuicio en su funcionalidad.

Otro tipo de afección podría surgir por el tránsito de vehículos por los viales del parque y los potenciales episodios de atropello de fauna que pudieran surgir. El atropello de fauna suele tener más incidencia sobre los anfibios, reptiles y determinadas especies de mamíferos, con una mayor proporción de incidencias acaecidas durante las horas nocturnas.

Una medida que podría reducir estos efectos negativos sobre la fauna es la de restringir el acceso de vehículos por los viales del parque eólico. Esta restricción podría limitarse a las horas nocturnas *a priori* más críticas o bien, en caso de considerarlo necesario, extenderlas a toda la jornada.

3 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

Las medidas protectoras y correctoras del los potenciales impactos sobre este grupo de fauna van a depender de dos aspectos básicos, por un lado del diseño de las propias infraestructuras y por otro lado de la actividad humana que en ellas se pueda generar.

3.1 DISEÑO DE LAS INFRAESTRUCTURAS

La selección de un diseño de las infraestructuras que permita atenuar problemas como el efecto barrera, la caída de animales en estructuras trampa, la destrucción o alteración de ecosistemas singulares, etcétera, puede convertirse en la mejor solución para la minimización de este tipo de impacto. Se trata de medidas correctoras y protectoras preventivas, que se implantan con anterioridad a la ocurrencia del conflicto.

A este respecto, cabe señalar que la selección de aerogeneradores más potentes ha reducido de manera importante el número de unidades necesarias para lograr la potencia deseada, y por consiguiente, se ha visto reducida la longitud total de viales proyectados.

3.1.1 DISEÑO DE LOS VIALES

Durante el diseño del proyecto se han tomado como base una serie de premisas fundamentales que van a redundar en la minimización del impacto sobre la fauna vertebrada:

- Aprovechar al máximo el trazado de caminos y viales existentes, minimizando así la superficie de nueva ocupación.

- Reducir, al mínimo necesario para el desarrollo del proyecto, la anchura de los viales. Esto permite minimizar las afecciones sobre los hábitats. Además favorece una mayor adaptación a los caminos existentes de trazado estrecho.

- Reducir al máximo el movimiento de tierras y compensar los volúmenes de desmontes y terraplenes, lo que evita la manipulación y posterior almacenamiento de materiales innecesarios.

- Se ha evitado, en la medida de lo posible, la ejecución de grandes taludes, tanto terraplenes como desmontes. Con el fin de disminuir la aversión de la fauna por estos taludes se revegetarán con especies propias del entorno.

- Se han planificado las distintas fases de la obra de forma que se reduzca el tiempo de ejecución de la misma. Así se consigue acortar el período de retraimiento que se puede generar sobre determinadas especies.

3.1.2 DISEÑO DE SISTEMAS DE ESCAPE EN PASOS CANADIENSES

Muchas de las fincas por las que discurren las instalaciones del parque eólico se dedican a pastos para el ganado, debiendo resultar la construcción y explotación del parque compatible con los usos tradicionales en la zona de ubicación.

Así, con el fin de minimizar las afecciones a los propietarios de los terrenos, se colocarán mecanismos de control del ganado que eviten que éste traspase los límites de la fincas. Entre otros, se instalarán pasos canadienses en los viales diseñados.

Los pasos canadienses son obstáculos diseñados para evitar que el ganado circule libremente. Normalmente, son fosos de hormigón de profundidad variable y longitud adaptada al ancho del vial, provistos de barras en su parte superior con una separación entre las mismas que puede dar lugar a que la fauna de tamaño reducido, anfibios, reptiles y micromamíferos principalmente, caiga y quede atrapada en su interior.

La minimización del impacto que este tipo de infraestructuras tiene sobre la fauna está siendo objeto de seguimientos e investigaciones que tienen como finalidad mejorar el conocimiento tanto sobre los mecanismos que influyen en el impacto, como sobre las medidas correctoras aplicables para su mitigación.

En los años de experiencia que NORVENTO posee en el seguimiento ambiental de parques eólicos y, aunque la mortalidad detectada en los pasos canadienses durante los seguimientos ambientales realizados ha sido muy baja, se han observado diferentes tipologías de afección:

- Mortandad de micromamíferos por ahogamiento a causa del agua acumulada en el foso.

- Mortandad de anfibios que tras caer o acceder al foso no logran encontrar la salida del mismo.

- Mortandad de anfibios que utilizan el foso inundado como zona de cría en la que depositan sus puestas que, a posteriori y dependiendo de la climatología, pueden perderse por la desecación del agua acumulada o por no encontrar la salida para completar su ciclo vital en fase terrestre.

3.1.2.1 Descripción del sistema de escape

Durante la experiencia de NORVENTO en la proyección, ejecución y mantenimiento de parques eólicos se han barajado diferentes soluciones para evitar la mortalidad de este tipo de fauna en relación con los pasos canadienses.

Las primeras medidas a tener en cuenta van encaminadas a disminuir las posibilidades de que la fauna salvaje caiga en los fosos de los pasos canadienses. Para ello se ha acortado la distancia entre las barras metálicas, pasando de 10 cm a un máximo de 7 cm.

Otra serie de medidas tienen como finalidad posibilitar la salida de los animales que han caído dentro. La solución pasa por un diseño del paso canadiense en el que se contemple uno o varios orificios que faciliten tanto la salida de agua como la de los animales atrapados.

Una de las enmiendas, sencilla y efectiva, que se ha demostrado eficaz consiste en colocar un drenaje (por ejemplo un tubo de PVC) enrasado con el fondo y con salida al exterior, localizado en la parte media del lateral del foso, en el talud de terraplén. El diámetro mínimo será de 40 cm. En caso de ser necesario se podría instalar más de un tubo. Los tubos se dispondrán con cierta pendiente longitudinal para facilitar la evacuación de agua evitando así su acúmulo. El fondo del paso canadiense tendrá una inclinación del 5% para que el agua discurra hacia los tubos de salida. A continuación, si las particularidades del terreno así lo requieren, se colocará una embocadura de aleta.

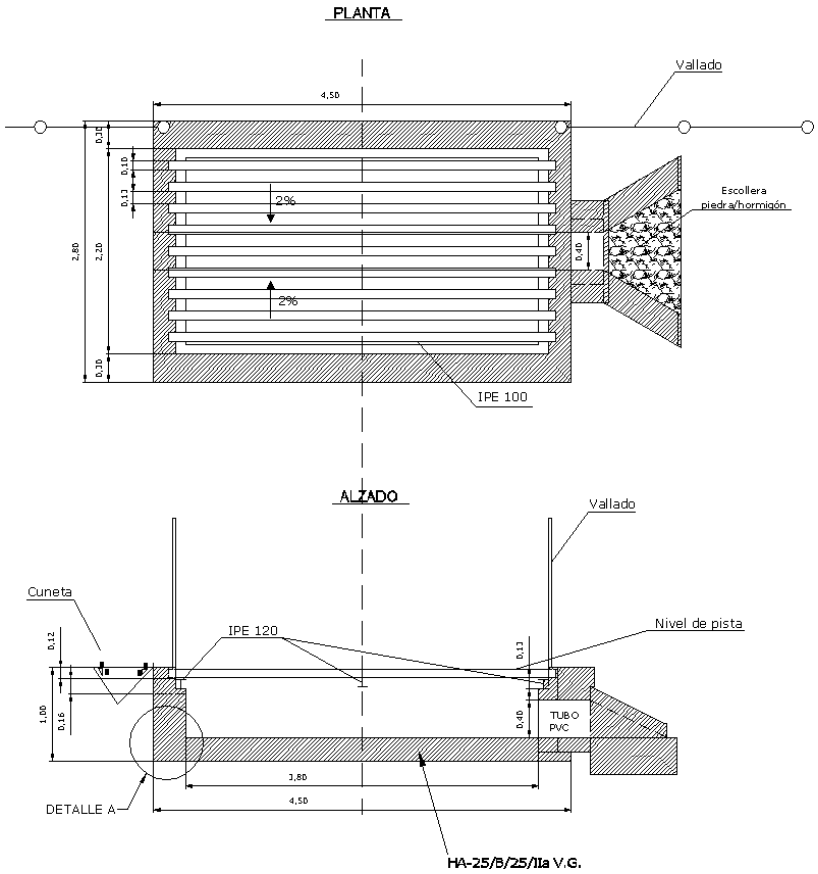


Figura 1 – Esquema general de paso canadiense con tubo de PVC para la salida de agua en un paso canadiense

Figura 2 – Embocadura en aleta en la salida de un paso canadiense.

Si las características del perfil del terreno imposibilitasen ejecutar los pasos canadienses según las especificaciones anteriormente descritas, se propone una segunda solución consistente en la construcción de rampas que se dispongan desde el interior de la cavidad hacía los bordes externos, con una pendiente contenida que no supere el 30% y una superficie rugosa para facilitar el acceso de la fauna al exterior.

Una tercera solución sería la construcción de rampas de 20 cm de ancho desde el interior del paso, hasta las paredes laterales, donde se dejarán aberturas hacia el exterior; estas rampas serán rugosas y con una pendiente del 27%.

Figura 3 – Construcción de rampa de escape para animales de pequeño tamaño en pasos canadienses

Las salidas de los pasos canadienses tienen que garantizar la entrada de luz para facilitar el escape de los animales que en el pudieran verse atrapados. Además, dichas salidas, deben de estar libres de obstáculos y de vegetación, para favorecer el movimiento de los pequeños vertebrados, e incluso de determinados invertebrados.

3.1.3 SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y DE ESCAPE EN OBRAS DE DRENAJE

Una forma de atenuar el efecto barrera que una estructura lineal, como los viales de un parque eólico, puede generar sobre determinados grupos de fauna, es realizar un diseño de los drenajes transversales que reúna unas características adecuadas para permitir el paso de esta fauna. Para ello, las salidas de las ODTs no deben presentar estructuras que impidan la movilidad de los vertebrados a través de las mismas.

El acondicionamiento de la las obras de drenaje para que sirvan como pasos de fauna va a facilitar que diferentes grupos de pequeños vertebrados puedan desplazarse de un lado al otro del vial, sin que este se convierta en una barrera.

3.1.3.1 Descripción del sistema de arquetas en las entradas de las ODTs

Las obras de drenaje transversal (ODTs), suelen presentar en su entrada una arqueta con un pozo necesario para decantar los materiales que el agua arrastra, y que de otra manera podrían obstruir el drenaje o provocar arrastres por las laderas.

Esta estructura, al igual que lo señalado para pasos canadienses, puede ser una trampa mortal para determinadas especies de vertebrados, especialmente para aquellas que por su tamaño accedan a ellas sin lograr salir. Con el fin de evitar este impacto, se aplicaran diferentes diseños y estructuras tales como:

- **Colocación de rejillas de tipo trámex:** se colocan en la parte superior del pozo de entrada de la ODT, de manera que evite la caída accidental de animales en su interior. El sistema de sujeción de dichos trámex permitirá su fácil desmontaje cada vez que sea necesario para la limpieza de los pozos.

- **Diseño que facilite el escape:** otra forma de evitar una mortalidad no deseada de animales en este tipo de infraestructuras pasa por un óptimo diseño de los pozos. De esta manera, aunque no se pueda evitar la caída accidental de fauna a su interior, si que se facilita la salida de los ejemplares que acaben en él. Para ello se procurará que los lados de estos elementos que están orientados en la dirección del flujo de agua sean lo suficientemente tendidos y rugosos como para permitir el escape de la pequeña fauna que pudiera caer en ellos accidentalmente.

Figura 4 – Rejilla tipo trámex colocada en el pozo de entrada de las ODTs con el fin de evitar la caída accidental de animales

3.1.3.2 Descripción del sistema de salida en ODTs

Un aspecto fundamental en la distribución de las ODTs es el de simular un flujo de las aguas similar al natural sin permitir, en la medida de lo posible, la concurrencia de una excesiva escorrentía que pueda desencadenar procesos erosivos en las zonas de desagüe. De lo contrario, es frecuente la formación de cárcavas en la misma salida, fenómeno que dificulta el acceso de pequeños y medanos animales. Una medida que reduce este inconveniente es la instalación de una solera de mampostería en la salida de la ODT.

Así mismo, el tubo de drenaje ha de presentar una superficie suficientemente grande como para permitir el paso de luz, garantizando que pueda ser empleado por las diferentes especies de vertebrados que pretendan cruzar el vial a través de la ODT, a la vez que se reduce la presión del flujo de agua.

Figura 5 – Salida de ODT en la que se ha instalado una solera de mampostería con el fin de evitar erosión en el terreno y facilitar el flujo de fauna de pequeño tamaño a su través.

3.2 CONTROL DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA

Es un hecho demostrado que la actividad humana puede provocar molestias y perturbaciones sobre la fauna. Como ya se ha mencionado anteriormente, en lo que respecta a la fauna que estamos tratando hay que decir que las mayores molestias van a generarse por las diferentes acciones ocurridas durante la construcción de las infraestructuras. Además, el posterior uso de lo viales ejecutados, también podrá acarrear ciertas perturbaciones.

Para mitigar las molestias y perturbaciones que podrían provocar el retraimiento y abandono del área de afección de algunas especies, en caso necesario se podrán desarrollar diferentes medidas.

3.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIO-TEMPORAL Y CONTROL SOBRE LAS TAREAS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Durante la construcción del parque eólico, la fauna local se ve impactada de forma indirecta por la presencia de personas y vehículos, sufriendo desplazamientos temporales o alterando sus ciclos biológicos. La afección directa a la fauna se da en caso de destrucción de nidos, madrigueras, charcas, atropellos por la maquinaria de obra, etcétera.

Para minimizar este impacto sobre la fauna se aplicarán medidas preventivas tales como limitar las alteraciones causadas por los movimientos de maquinaria y personal operario, circunscribiendo dichos movimientos estrictamente a la zona de obras mediante el empleo de balizados.

En cualquier caso, si se detectaran signos evidentes de actividad biológica (nidos, puestas, madrigueras, etcétera) en zonas de potencial afección, se podrá tomar alguna de las siguientes medidas según su viabilidad:

- retrasar las acciones de obra para evitar su destrucción
- modificar el proyecto para evitar la afección en esa zona
- su traslado a la zona más próxima sin afección

Las dos últimas acciones únicamente se realizarán con la autorización expresa del organismo competente e incluso bajo su supervisión. Estas medidas de prevención son especialmente importantes si se trata de especies con poblaciones amenazadas o escasas.

3.2.2 RESTRICCIONES EN EL USO DE LOS VIALES DEL PARQUE EÓLICO

Un efecto indirecto a tener en cuenta de los parques eólicos es la mayor accesibilidad que presentan los terrenos por la creación de accesos, lo que aumenta la presión humana que podría resultar muy negativa para determinadas especies. Para limitar el acceso al público, en caso de considerarse necesario, se podrán aplicar medidas de restricción o disuasión como cartelería o vallados de protección.

Una de las formas en las que se puede manifestar este tipo de impacto es en un aumento de los atropellos de fauna. Para evitarlo, puede ser preciso recurrir a un control del tráfico rodado por los viales.

Esta medida puede resultar especialmente efectiva durante la noche, sobre todo en aquellas localizaciones donde el vial intercepta un flujo importante de anfibios que acuden a sus lugares de reproducción, atenuando así el efecto que podría provocar un atropellamiento masivo de ejemplares reproductores.

Cuando no sea posible realizar un corte total del tráfico en las áreas más conflictivas, se instalarán señales indicadoras del paso de fauna y dispositivos tendentes a reducir la velocidad de los vehículos.

4 PLAN DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Uno de los contenidos del Plan de Vigilancia y Seguimiento Ambiental (PVSA) del parque eólico será el de comprobar y analizar que las medidas ambientales correctoras y protectoras desarrolladas para minimizar el impacto potencial sobre la fauna son efectivas.

De esta forma, se realizará un seguimiento periódico sobre las estructuras de drenaje y sobre los viales. Este seguimiento tiene una doble función, por un lado comprobar el correcto funcionamiento de estas infraestructuras y por otro lado, comprobar que no se están produciendo afecciones ambientales inaceptables sobre las poblaciones de anfibios, reptiles y mamíferos de la zona.

4.1 CONTROL DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE

Se realizará un seguimiento de los dispositivos de drenaje atendiendo a lo indicado en el *Anexo 11. Plan de Seguimiento de los Dispositivos de Drenaje*.

La finalidad, además de comprobar su buen funcionamiento respecto a los flujos de agua, es conocer si existen afecciones sobre la fauna terrestre. El seguimiento sobre estos dispositivos tendrá más intensidad en la época de lluvias, cuando es más probable que pueda causar mortandad sobre la fauna. En cualquier caso, la planificación de este seguimiento también tendrá continuidad en la época seca, atendiendo a lo indicado en el anexo correspondiente.

4.2 INCIDENCIA DE LOS ATROPELLOS SOBRE LA FAUNA

Una de las potenciales afecciones del proyecto es el desencadenamiento de episodios de atropellos de pequeños vertebrados (fundamentalmente anfibios y reptiles). Este hecho va a depender de la existencia de desplazamientos en la búsqueda de recursos que se localizan en lado opuestos del vial, o bien porque comienzan a utilizar microhábitats que surgen en sus márgenes.

Con el fin de comprobar este hecho se realizarán periódicamente 10 transectos de 200 m de longitud distribuidos aleatoriamente a lo largo de todo el vial proyectado, lo que significa una cobertura del 82% del mismo. Se avanzará en zig-zag con el fin de batir toda la superficie de vial. A cada transecto se le dedicará el esfuerzo necesario que garantice, en caso de ocurrencia, el hallazgo de las potenciales víctimas de atropellos.

Todos los cadáveres localizados serán posicionados mediante el empleo de un GPS, fotografiados e identificados hasta el nivel taxonómico que su estado permita. Posteriormente serán removidos con el fin de evitar dobles conteos en las próximas prospecciones.

Las prospecciones tendrán lugar en el periodo adecuado, realizando al menos dos muestreos en la época de lluvias para los anfibios (otoño-primavera), y otros dos muestreos para reptiles en la época cálida (primavera-verano). Estas mismas prospecciones servirán para detectar la posible mortalidad sobre otros grupos faunísticos, con el caso de micromamíferos.

En función del resultado obtenido, la intensidad y periodicidad de este seguimiento se podrá ver disminuida o aumentada. Si con el paso del tiempo no se registran atropellos de fauna, este seguimiento podrá ser suspendido.

En caso de detectar una mortalidad por atropellos elevada se dispondrán las medidas correctoras y compensatorias oportunas.

5 MEDIDAS COMPENSATORIAS

La atención del presente documento se centra en la afección sobre los anfibios, reptiles y mamíferos del área de afección del proyecto del parque eólico. Estos grupos faunísticos, en comparación con la avifauna y los quirópteros, podrán presentar menores conflictos por la implantación de un proyecto de estas características en su área de distribución.

Las medidas correctoras y protectoras descritas anteriormente han de servir para evitar los impactos potenciales sobre este tipo de fauna vertebrada, con todo, desde NORVENTO mostramos una vez más nuestro interés en colaborar positivamente en la conservación de la biodiversidad y es por ello que, en caso de considerarlo necesario, se podrán desarrollar diferentes medidas compensatorias.

5.1.1 DISEÑO DE PASOS PARA FAUNA

Una vez en funcionamiento el parque eólico, en el marco del seguimiento ambiental se podrán identificar zonas en las que resulte conveniente la ejecución de pasos para fauna. De forma general, se podrán establecer pasos de dos tipos.

5.1.1.1 Paso para anfibios y reptiles

En el caso de los anfibios, estos pasos se emplazarán en zonas de elevada humedad, donde el trabajo de campo efectuado haya puesto de manifiesto la existencia de poblaciones que se hayan quedado aisladas. Para reptiles, su colocación dependerá, de igual manera, de los datos obtenidos previamente.

Para los anfibios se pretende que el nivel freático del agua dentro del paso proyectado y en los extremos sea el mismo. Para ello se colocará una tubería ranurada, de diámetro nominal aproximado de 400 mm, colocado sobre una lámina impermeable de forma que se forme una balsa de agua, lo que conlleva la saturación del terreno adyacente. La tubería tendrá un 0,5% de pendiente longitudinal únicamente para que el agua no repose en el tubo. El relleno de alrededor del tubo ha de realizarse con grava, ya que, gracias a su alta permeabilidad, facilita la entrada o filtración del agua sobre la superficie ranurada.

El diseño del paso para el caso de los reptiles es igual, únicamente varían las condiciones a escala de microhábitat, resultando de mayor interés en aquellas zonas con presencia de roquedos, matorral y otros hábitats seleccionados por esta clase faunística.

Se atenderá en todo momento a los principios de luminosidad y armonía ecológica, con la intención de que los pasos proyectados resulten atractivos para la fauna, cumplan su función y se integren en el medio.

Figura 6 – Imagen representativa de un paso de fauna específico para herpetos.

5.1.1.2 Paso para mamíferos de tamaño medio

Se podrán emplear dos tubos colocados en paralelo. El de mayor diámetro (800-1200 mm) posibilitará el paso es de animales de tamaño medio, tales como conejos, liebres, mustélidos, zorros y animales semejantes. También podría ser usado por anfibios y reptiles. El de menor diámetro cumplirá el papel de tubería de drenaje transversal.

El tubo de mayor tamaño se rellenará de tierra en su parte inferior, sobre la misma se extenderá semilla de hierba. El tubo de drenaje se sobredimensiona, de forma que el arrastre de tierra que puede causar un temporal quede minimizado en la medida de lo posible.

Figura 7 – Imagen representativa de un paso de fauna específico para pequeños mamíferos

5.2 CREACIÓN DE HÁBITATS PARA ANFIBIOS

De los grupos faunísticos tratados en este anexo los anfibios presentan una particularidad, y es la necesidad de puntos de agua para poder completar su ciclo biológico. Muchos estudios realizados por investigadores de todo el mundo ponen de manifiesto la extinción global que sufren los anfibios, a día de hoy, por encima incluso de mamíferos y aves. Este hecho se debe en gran parte a que las zonas húmedas son actualmente uno de los ecosistemas más amenazados del mundo.

Durante el diseño del parque eólico se ha prestado una especial atención para no afectar a ningún ecosistema acuático o afín (charcas, lagunas, turberas, etcétera). Si a lo largo de la vida útil del parque se detectan afecciones a priori no previstas, se podrá recurrir a la creación de nuevos ambientes acuáticos con el fin de potenciar las poblaciones de anfibios presentes en el área de afección. Esta medida se consensuará con el organismo ambiental pertinente.

Esta medida compensatoria, además de beneficiar a las poblaciones de anfibios, contribuirá al aumento de la disponibilidad de hábitat para una amplia variedad de fauna invertebrada asociada a los ecosistemas acuáticos, con el consiguiente beneficio sobre el conjunto de la biocenosis.

5.3 AUMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE REFUGIOS PARA REPTILES

Es un hecho probado que la colocación de refugios artificiales es una medida eficaz para una buena restauración del hábitat para reptiles, facilitando así su recolonización y dispersión.

La mayoría de reptiles requieren refugios como troncos, grandes piedras y fisuras donde poder aislarse de temperaturas extremas y termorregular, depositar sus huevos, alimentarse y refugiarse de sus depredadores. Estos enclaves, además son imprescindibles como etapas de dispersión y colonización de nuevas zonas.

Una forma de crear refugios para reptiles podrá ser la colocación de troncos de 1,2 m de longitud y 0,2 m de diámetro dispuestos regularmente. Una ventaja de este tipo de refugios es la buena integración de la madera en el medio y su degradación por procesos naturales. Otra forma de aumentar la disponibilidad de refugios para los reptiles de la zona es hacer pequeños cúmulos de piedras, de manera que presenten huecos y espacios entre ellas. La ventaja de esta opción es su durabilidad temporal.

También es posible recurrir a numerosos modelos de refugios comerciales. Normalmente se trata de pequeñas estructuras tubulares rodeadas de una rejilla metálica que sirve para que las plantas puedan enraizar y naturalizarlos en el medio.

Figura 8 – Modelo comercial de refugio para reptiles

5.4 AUMENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE REFUGIOS PARA MICROMAMÍFEROS Y PEQUEÑOS CARNÍVOROS

Este grupo de fauna, en determinados casos, es considerada como bioindicadora del estado de conservación de los ecosistemas y biotopos que ocupa. Así mismo, constituye la dieta principal de otras muchas especies.

Dependiendo de las afecciones derivadas del desarrollo del proyecto del parque eólico se podrán realizar acciones encaminadas a un aumento de la disponibilidad de refugios para la este grupo funístico, facilitando así el establecimiento y desarrollo de sus poblaciones.

Este tipo de refugios aumentan la disponibilidad de lugares de cría, además de servir de protección frente determinados depredadores. Algún ejemplo de ellos se muestra a continuación:

Figura 9 – Modelo comercial de refugio comercial para Erizo común micromamíferos

Figura 10 – Modelo de refugio-madrigera para lagomorfos construido con elementos naturales

5.5 MEJORAS DE HÁBITAT

Además de la creación de madrigueras y refugios, una de las medidas que se podrían emplear para lograr un incremento de las poblaciones de este tipo de fauna, particularmente en micromamíferos, es la mejora del hábitat. Entre las medidas más frecuentes para lograr esto se encuentran las siembras y los desbroces selectivos.

Los manejos de hábitat con sus mejoras se realizarán en caso de considerarse necesario y previa consulta con la administración competente. Para ello se identificará cuales son las medidas más apropiadas y se potenciarán en los lugares idóneos.

6 REFERENCIAS

6.1 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema general de paso canadiense con tubo de PVC para la salida de agua en un paso canadiense 8
Figura 2 – Embocadura en aleta en la salida de un paso canadiense. 8
Figura 3 – Construcción de rampa de escape para animales de pequeño tamaño en pasos canadienses..... 9
Figura 4 – Rejilla tipo trámex colocada en el pozo de entrada de las ODTs con el fin de evitar la caída accidental de animales 11
Figura 5 – Salida de ODT en la que se ha instalado una solera de mampostería con el fin de evitar erosión en el terreno y facilitar el flujo de fauna de pequeño tamaño a su través. 12
Figura 6 – Imagen representativa de un paso de fauna específico para herpetos. 18
Figura 7 – Imagen representativa de un paso de fauna específico para pequeños mamíferos 19
Figura 8 – Modelo comercial de refugio para reptiles..... 20
Figura 9 – Modelo comercial de refugio comercial para Erizo común micromamíferos 21
Figura 9 – Modelo de refugio-madrigera para lagomorfos construido con elementos naturales 22

ANEXO IX. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL NIVEL DE RUIDOS

INDICE DE DOCUMENTOS

MEMORIA

PLANO

MEMORIA

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN GENERADA 2

2.1 FACTORES IMPLICADOS EN LA PROPAGACIÓN DEL RUIDO 2

2.2 FASES DE PRODUCCIÓN DE RUIDO EN UN PARQUE EÓLICO 3

2.3 PROYECCIÓN EFECTO SONORO 4

3 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO 7

3.1 FASES DEL PROGRAMA 7

3.2 ELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL 8

3.3 VARIABLES DE MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO 11

3.4 RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS 12

3.4.1 ESTUDIO PREOPERACIONAL O CAMPAÑA 0 13

3.4.2 FASE DE OBRA 13

3.4.3 FASE DE FUNCIONAMIENTO 13

3.5 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA 13

4 MEDIDAS CORRECTORAS Y DE MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO PRODUCIDO 15

4.1.1 PANTALLAS ACÚSTICAS 15

4.1.2 PANTALLAS VEGETALES 15

4.1.3 DIQUES DE TIERRA 16

5 CONCLUSIÓN 17

6 REFERENCIAS 18

6.1 ÍNDICE DE TABLAS 18

6.2 ÍNDICE DE FIGURAS 18

1 INTRODUCCIÓN

A pesar de las indiscutibles ventajas ambientales de la energía eólica frente a otras fuentes energéticas, la implantación de un parque eólico no deja de causar impactos ambientales que deben ser tenidos en cuenta y mitigados en la medida de lo posible. Entre estos impactos se encuentra el posible deterioro de la calidad atmosférica en cuanto a la generación de ruido se refiere, aspecto en el que se centra el presente documento.

NORVENTO es una empresa comprometida con el medio ambiente y busca que la instalación de un parque eólico sea lo más respetuosa posible con el entorno. Para lograr este objetivo, se centra en la búsqueda de técnicas de corrección y minimización de los posibles impactos ambientales que se puedan generar, tanto en la fase de obra como en la de explotación de dicha infraestructura.

Aunque la distinción entre ruido y sonido es un fenómeno con un alto factor psicológico, se puede definir el ruido como un sonido no deseado o molesto. Si el nivel de ruido supera cierto umbral, provoca molestias físicas y psicológicas, y puede incidir profundamente en el estado de salud del individuo e incluso, en el comportamiento de determinados grupos de fauna.

La medición del ruido de forma precisa es muy complicada, ya que ningún paisaje está en silencio absoluto, las aves, las hojas de los árboles, las actividades humanas, los cauces de ríos, etcétera, emiten sonidos que enmascaran el ruido emitido por un aerogenerador en movimiento. Lo mismo ocurre con los ruidos derivados del funcionamiento de la línea de evacuación y de la subestación, ambas infraestructuras asociadas al parque eólico.

2 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN GENERADA

Los aerogeneradores producen ruido derivado de su propio funcionamiento, cuatro son los factores que determinan el grado de molestia:

- El propio ruido producido por el aerogenerador.
- La posición de las turbinas.
- La distancia a la que se encuentran los receptores del área con respecto a los aerogeneradores.
- El sonido de fondo existente.

El funcionamiento de los aerogeneradores dará lugar a un nivel apreciable de ruido, del que se pueden distinguir dos tipos: el mecánico y el aerodinámico.

El ruido mecánico procede del generador, la caja multiplicadora y las conexiones, y puede ser fácilmente reducido mediante técnicas convencionales de diseño.

El ruido de naturaleza aerodinámica, producido por el movimiento de las palas, tiene un tratamiento más difícil por métodos convencionales. Este ruido puede ser disminuido reduciendo la velocidad del rotor.

Actualmente, los aerogeneradores se diseñan con criterios para disminuir el ruido aerodinámico. Los modelos existentes en el mercado y concretamente, los que desde NORVENTO proponemos para el proyecto, tienen niveles de ruido que en general están por debajo del "ruido de fondo" del propio viento.

2.1 FACTORES IMPLICADOS EN LA PROPAGACIÓN DEL RUIDO

Son muchos los factores que intervienen en la propagación y recepción del sonido. Por un lado la topografía del terreno y los factores meteorológicos afectan a la propagación del ruido en la atmósfera; el viento (su velocidad y dirección) es el factor que más preponderancia tiene.

Por otro lado, está el llamado ruido de fondo. Como ya se ha indicado, ningún paisaje está en silencio absoluto, los diferentes elementos del medio natural y las actividades humanas emiten sonidos y a velocidades de viento de alrededor de 4-7 m/s o superiores, el ruido del viento en las hojas, arbustos, árboles, etcétera enmascarará gradualmente cualquier potencial sonoro de los aerogeneradores.

Factores como la reflexión del sonido por parte de las superficies del terreno o la dirección del viento, son determinantes a la hora de su percepción por un receptor. En general, corriente arriba de las fuentes apenas se oye ningún sonido. Por el contrario, en situaciones de viento a favor se crean condiciones muy propicias para la propagación del sonido a largas distancias, produciéndose además reflexiones que luego se refractan formando canales.

Todos estos factores hacen que la medición del sonido producido por los aerogeneradores de forma precisa sea muy difícil. Generalmente a velocidades de 8m/s y superiores llega a ser una cuestión bastante absurda el discutir las emisiones de sonido de los aerogeneradores modernos.

En condiciones de orografía llana, es decir, en ausencia de obstáculos, la distancia y la propagación del sonido tienen una relación inversa, la energía de las ondas sonoras (y por tanto la intensidad del sonido) caerán con el cuadrado de la distancia a la fuente sonora, es decir, a una distancia de 200 m de un aerogenerador, el nivel de sonido será un cuarto del que teníamos a 100 metros.

2.2 FASES DE PRODUCCIÓN DE RUIDO EN UN PARQUE EÓLICO

El impacto generado por un parque eólico en cuanto a ruido se refiere tiene dos fases bien diferenciadas: la fase de obras y la fase de explotación.

Durante la fase de obras los ruidos generados se deben básicamente, al tránsito y funcionamiento de la maquinaria; se trata de un impacto puntual que cesa al terminar las obras. En dicha fase se implementarán medidas protectoras y correctoras propuestas para paliar el impacto acústico.

Es durante la fase de explotación cuando este impacto es casi permanente (aunque con distinta intensidad), por lo que se ha de prestar una mayor atención a la necesidad de establecer medidas correctoras y de minimización durante este periodo.

2.3 PROYECCIÓN EFECTO SONORO

Para el cálculo teórico del efecto sonoro del PE Carracedo se ha empleado el software de diseño y simulación de parques eólicos GH Windfarmer, versión 4.2.20.0, concretamente su aplicación para la modelización acústica "Mapa de ruido", que utiliza para ello un algoritmo de predicción calibrado sobre los parámetros previstos por la norma **ISO 9613-2:1996(E)** "Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part2: General method of calculation";

Según el modelo de simulación empleado, los parámetros a considerar para el cálculo del nivel de ruido producido por una fuente puntual (en este caso un aerogenerador) se reparten en dos categorías principales:

- Características técnicas de la fuente sonora (tipo de turbina, potencia, emisiones sonoras, altura, etc.)

- Características del espacio de propagación (altitud, morfología del terreno, tipo de suelo, atenuación atmosférica, condiciones meteorológicas, etc.)

En el caso del PE Carracedo la predicción del efecto sonoro del parque ha sido calculada considerando como fuentes puntuales 3 aerogeneradores del tipo Vesta V112-3MW, de potencia unitaria 3MW y altura del buje 119 m. La propagación del ruido para las turbinas se consideró en bandas de octava; para evaluar las correcciones debidas a la morfología del terreno se ha empleado un modelo digital del terreno de resolución 10 m (elaborado a partir de información SITGA).

La imagen en la página siguiente representa el mapa del efecto sonoro previsto para el PE Carracedo en funcionamiento a régimen completo (véase tabla 1 de coordenadas UTM de las máquinas).

Aerogenerador	X	Y
CR01	635.854	4.803.054
CR02	636.131	4.803.013
CR03	636.452	4.802.965

Tabla 1 – Localización aerogeneradores PE Carracedo

Los niveles de ruido se representan por isolíneas, clasificadas en tres categorías según el valor de decibelios: verdes entre 1 a 33 dB, azul entre 34 a 45 dB, morado entre 46 y 55 dB.

Como se puede observar, las zonas de percepción máxima de ruido se localizan en la inmediata cercanía de las máquinas, bajando rápidamente la intensidad sonora a medida que se incrementa la distancia a la fuente, de modo que se obtienen valores próximos a los 45dB a unos 320 m de distancia del aerogenerador. En amarillo, rojo y negro se ha representado una distancia de 1, 2 y 3 km respectivamente del parque.

En la tabla 2 se muestra el resumen del análisis efectuado sobre la proyección del efecto sonoro y su afección a potenciales fuentes receptivas (núcleos de población).

Fuente receptiva	Intensidad sonora prevista
Os Currás	35 – 36 dB
Os Alvites	32 – 33 dB
Abelleira	31 – 32 dB

Tabla 2 – Intensidad sonora prevista en las fuentes receptivas próximas al Parque Eólico Carracedo

La intensidad sonora prevista en las fuentes receptivas más cercanas, en máximo régimen de funcionamiento, es de nivel bajo, comparable con la producida por una conversación en tono normal.

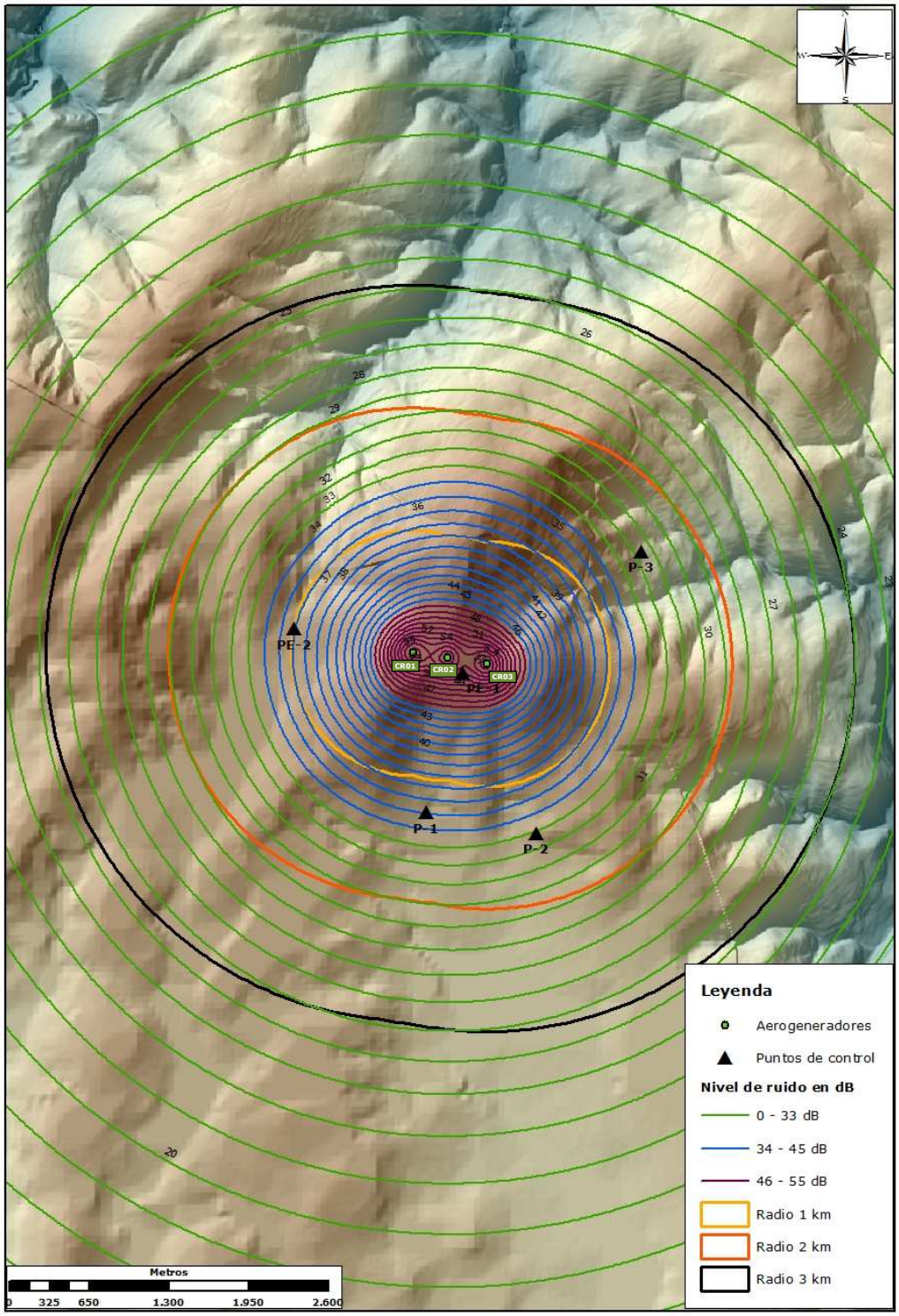


Figura 1 – Representación del efecto sonoro previsto para el P.E. Carracedo

3 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

El objeto de este documento es evaluar la afección que tiene la instalación de un parque eólico en cuanto a la generación de ruidos y establecer medidas de corrección y minimización en caso necesario.

Para ello se establece un Programa de Seguimiento sobre el Nivel de Ruido que tiene como finalidad la de controlar las emisiones sonoras que se puedan derivar de la construcción y aprovechamiento de un parque eólico, así como las posibles incidencias que sobre el nivel sonoro de fondo puede tener esta instalación y en que medida puede afectar a la fauna, a los núcleos de población y a las actividades desarrolladas en su zona de influencia.

Como punto de partida hay que establecer de manera prioritaria:

- Adecuada elección de las zonas de control en función de criterios establecidos.
- Adecuado protocolo que desarrolle los métodos de medición y parámetros de control.

El plan de seguimiento del nivel de ruido, tiene como finalidad establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas correctoras y protectoras propuestas.

3.1 FASES DEL PROGRAMA

El Programa de Seguimiento sobre el Nivel de Ruidos, como se ha comentado anteriormente, tiene como finalidad establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas correctoras y protectoras propuestas para la zona de afección. Se contemplarán las siguientes fases:

1- Objetivos

El programa de seguimiento establecerá los objetivos medioambientales a cumplir desde la fase de obras y puesta en funcionamiento del parque eólico hasta su clausura y desmantelamiento. Estos objetivos deben identificar los sistemas afectados, así como los posibles impactos y los indicadores seleccionados, que deben ser fácilmente medibles y representativos del sistema afectado.

2- Recogida y análisis de datos

Incluye la recogida de datos, como variables o parámetros que deben ser representativos del aspecto medioambiental que se quiere evaluar. La recogida de datos ha de tener una frecuencia temporal adecuada que dependerá de la variable a controlar.

3- Interpretación de la información recogida

Es el aspecto más importante del programa de seguimiento. La interpretación de los posibles cambios en la zona de instalación y/o influencia del parque eólico, se puede realizar en base a criterios, que no deben ser excluyentes entre sí:

- Respecto a un estudio previo realizado con anterioridad a cualquier obra o modificación que pudiera tener lugar en la zona. Los resultados obtenidos en dicho estudio, también llamado Campaña 0, servirán como nivel de referencia o control testigo.

- Respecto a niveles de referencia establecidos por la legislación vigente

4- Retroalimentación de los resultados

Los resultados obtenidos servirán para establecer la eficacia de las actuaciones ejecutadas, así como de las medidas correctoras establecidas. Si fuera necesario, en base a la información obtenida, se podrían aplicar otras medidas en sustitución de las previas por su incorrecto funcionamiento.

3.2 ELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL

Debido a que la medición de los niveles sonoros está directamente relacionada con la proximidad a las fuentes de emisión de ruido, se propone como uno de los criterios de elección de los puntos de control (puntos en los que se van a hacer las mediciones) la cercanía de las zonas de control a los aerogeneradores instalados. Por otra parte, debe evitarse que las zonas de control elegidas estén demasiado próximas entre sí, de manera que se produjese un solapamiento de las áreas de influencia. Teniendo en cuenta estos factores, se podrán definir en base a los siguientes criterios:

- **Se establece un área alrededor del parque desde 1-2 km de distancia desde cualquier aerogenerador**. Se establecerán como zonas de control los núcleos de población que estén incluidos en dicha área.

- **Se establece un área de aproximadamente 500 m alrededor de cada uno de los puntos de elegidos**, cuando las áreas de dos o más puntos se solapen entre sí, y haya más de 5 estaciones de control de núcleos de población se podrá reducir el número de localizaciones.

NÚCLEO DE POBLACIÓN	AEROGENERADOR PRÓXIMO	DISTANCIA
OS CURRÁS	CR 02	1.221
OS ALBITES	CR 03	1.422
ABELLEIRA	CR 03	1.418

Tabla 2 – Distancia entre los núcleos de población situado sen las proximidades del parque y los aerogeneradores más cercanos

Además, se deberá tener en cuenta que la existencia de zonas de diferente sensibilidad acústica frente al impacto generado por el ruido ambiental, según lo cual se define el tercer criterio:

- **Se establece una zonificación territorial, de manera que al menos haya una estación de control representativa en cada zona de diferente sensibilidad acústica**. De tal manera que:

  - Se elegirá, como mínimo, un punto de control dentro del núcleo del parque eólico.

  - Se elegirá, al menos, un punto de control en una zona de acceso al parque.

  - Se elegirán, si es posible, 3 ó 4 puntos representativos de núcleos de población, en todo el perímetro del parque.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos, las estaciones de control del nivel de ruido elegidas son las siguientes:

ESTACIÓN DE CONTROL	CLASIFICACIÓN ZONAL	SITUACIÓN
Núcleo del parque	Zona de servidumbre	Ubicado en la Subestación eléctrica.
Vial de acceso al parque	Zona de servidumbre	Se sitúa en la carretera LU-125 de acceso al parque eólico, frente a una losera
Os Currás	Núcleo de población	Situado al suroeste del parque; se accede al mismo desde la LU-125
Os Alvites	Núcleo de población	Situado al sureste del parque, en las proximidades de la LU-122
Abelleira	Núcleo de población	Situado al noreste del parque

Tabla 3 – Clasificación zonal de las estaciones de control

ESTACIONES DE CONTROL EN EL NÚCLEO DEL PARQUE EÓLICO			
NOMBRE	CÓDIGO	Coordenadas UTM	
Núcleo del parque	PE-1	636259	4802892
Vial de acceso	PE-2	634881	4803248
ESTACIONES DE CONTROL EN LOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN			
NOMBRE	CÓDIGO	Coordenadas UTM	
Os Currás	P-1	636005	4801798
Os Albites	P-2	636900	4801615
Abelleira	P-3	637665	4803700

Tabla 4 – Coordenadas de las estaciones de control

3.3 VARIABLES DE MEDIDA DEL NIVEL DE RUIDO

El comportamiento del oído humano ante el ruido se ha estudiado experimentalmente, observándose que se perciben los sonidos como si se dispusiera de unos filtros a distintas frecuencias y niveles, de modo que permiten con más facilidad el paso de unos sonidos que de otros. Estos filtros se incorporan a los instrumentos de medida, sonómetros, con el fin de de que los aparatos midan las mismas perturbaciones que llegan al oído.

Las mediciones del nivel de ruido serán realizadas por un laboratorio homologado y certificado.

Para la realización de este estudio se seguirán las indicaciones que recoge la ley 7/1997, de protección contra la contaminación acústica. También se procederá bajo un estricto cumplimiento en lo que se refiere a la metodología de la medición, calibraciones de los sonómetros, a las características de los equipos autorizados y a los niveles máximos admitidos según el Decreto 150/1999, según los cuales la clasificación del tipo de ruido se establece en:

- Ruido continuo: se manifiesta ininterrumpidamente durante más de diez minutos. Puede ser continuo uniforme, continuo variable y continuo fluctuante.

- Ruido transitorio: se manifiesta ininterrumpidamente durante cinco minutos o menos. Puede ser transitorio periódico y transitorio aleatorio

- Ruido de fondo: Es el ruido existente durante el 90% de un tiempo de observación significativo, en ausencia del ruido objeto de inspección.

En el análisis de la evolución temporal del ruido se considerarán los percentiles, L10, L50 y L90. Estos parámetros permiten estudiar como varía el nivel de ruido con respecto al tiempo, mediante un análisis estadístico. Los percentiles indican el porcentaje de tiempo de medida (10%, 50% y 90%, para L10, L50 y L90, respectivamente), durante el que un cierto nivel de ruido es superado.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores, las variables a considerar en el seguimiento de nivel de ruido en el parque eólico objeto de estudio se agrupan el la tabla siguiente:

VARIABLES UTILIZADAS	DEFINICIÓN
L_{pAeq}: Considerado nivel legislativo, dB(A)	"Nivel de intensidad fisiológica"
L_{10}: Considerado como nivel de pico	"Ruido transitorio aleatorio"
L_{50}: Considerado como nivel de medio	"Ruido transitorio periódico"
L_{90}: Considerado como ruido de fondo	"Ruido de fondo"
L_{Cpk}, dB(A) : (Peak)	Mayor valor absoluto de la presión sonora instantánea
$MaxL_F$, dB(A): (Fast)	Valor máximo con promedio exponencial rápido (125 ms)
$MaxL_S$, dB(A): (Slow)	Valor máximo con promedio exponencial lento (1 s)

Tabla 5 – Variables de control del nivel de ruido ambiental

El nivel de ruido se medirá, habitualmente en horario diurno (08:00-22:00 horas), y el tiempo de duración de las medidas será aproximadamente de 10 minutos. Si el nivel de ruido en alguna de las estaciones de control, superase sistemáticamente el límite legislativo establecido para el horario nocturno (22.00-08-00 horas), se pueden realizar medidas en horario nocturno para comprobar dicha incidencia.

3.4 RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS

El programa de seguimiento del nivel de ruido consta de 3 etapas temporales claramente diferenciadas:

- Estudio preoperacional o Campaña 0.
- Fase de obras.
- Fase de funcionamiento o explotación.

3.4.1 ESTUDIO PREOPERACIONAL O CAMPAÑA 0

Se realizará, como mínimo, una recogida de datos con anterioridad al inicio de las obras, o de cualquier modificación que tuviera lugar en la zona en estudio, antes de la instalación del parque eólico. El principal objetivo de este estudio previo, es establecer el nivel de ruido ambiental en condiciones previas al inicio proyecto constructivo. Esta información servirá como nivel de referencia para establecer las acciones preventivas o correctivas necesarias, tanto durante la fase de obra como durante la fase de funcionamiento.

3.4.2 FASE DE OBRA

Se realizará una medición en cada punto de control propuesto en el momento en el que se estén ejecutando obras cerca del mismo. Del análisis de los resultados obtenidos y de las observaciones efectuadas durante la realización de las obras se sacarán las conclusiones de una posible alteración de la situación sin proyecto.

3.4.3 FASE DE FUNCIONAMIENTO

Durante la fase de explotación del parque se harán mediciones trimestrales durante el primer año de funcionamiento del parque eólico y durante el segundo año la recogida de datos será de carácter semestral, pudiendo variar en los años siguientes en función de los resultados obtenidos.

3.5 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA

En la Comunidad Autónoma de Galicia, es la Ley 7/1997, de protección contra la contaminación acústica, el documento de referencia frente al que interpretar la información recogida. Los valores límites establecidos por la legislación para diferentes horarios y diferentes zonas del territorio se resumen en la tabla siguiente:

ZONA	PERÍODO DIURNO	PERÍODO NOCTURNO
Alta sensibilidad acústica	60	50
Moderada sensibilidad acústica	65	55
Beja sensibilidad acústica	70	60
Zonas de servidumbre	75	65

Tabla 6 – Valores límite del nivel de presión sonora continuo equivalente para las diferentes zonas del territorio

Atendiendo a esta clasificación y tal como está establecido en el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica, podemos diferenciar las siguientes zonas:

- Los núcleos de población: "Zonas de sensibilidad acústica moderada"

- El área del parque eólico y las carreteras: "Zonas de servidumbre".

La valoración de resultados del parque eólico se realiza atendiendo a los valores límite diurnos establecidos por la Ley 7/1997, que es durante esta franja horaria (08:00 a 22:00 horas) cuando se realiza la medición.

En el Decreto 150/1999 se detalla la metodología que se debe utilizar para realizar una adecuada medición del nivel de ruido. También en este documento se especifican los requisitos mínimos que deben cumplir las entidades homologadas para la medición de ruidos, así como las características y verificaciones que deben cumplir los equipos utilizados, sonómetros y calibradores.

4 MEDIDAS CORRECTORAS Y DE MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO PRODUCIDO

Como se ha comentado anteriormente, el ruido mecánico producido por el funcionamiento de los aerogeneradores no se considera un problema a día de hoy, gracias a las mejoras en la ingeniería.

La instalación de los parques eólicos es en el medio natural, por lo que el número de receptores es reducido y la distancia a los núcleos de población más cercanos es de, como mínimo, 500 metros.

Para evitar la propagación de las ondas sonoras y frenar la propagación de la contaminación acústica en campo libre, se puede intercalar un apantallamiento entre el emisor y el receptor, las llamadas barreras acústicas, que en caso necesario serán instaladas.

4.1.1 PANTALLAS ACÚSTICAS

Son muros o barreras constituidas por elementos de pared relativamente delgada, verticales o inclinados, que presentan distinto grado de absorción acústica y que ofrecen una gran resistencia a la transmisión del sonido a su través, es decir, un índice de aislamiento a ruido aéreo suficiente.

Se trata de superficies absorbentes del ruido, tienen las características de pérdida de transmisión y están elaboradas con materiales fono-absorbentes que impiden la reflexión del ruido.

Son de fácil instalación y se dimensionarán en función de la altura de las viviendas, la distancia entre éstas y el punto emisor y se fabrican en distintos materiales y acabados, aspecto importante a tener en cuenta desde el punto de vista del efecto visual sobre el paisaje.

4.1.2 PANTALLAS VEGETALES

Son los llamados muros verdes, están constituidas por masas de vegetación perennifolia, muy densas e implantadas en una banda de anchura considerable (según la bibliografía consultada: se precisa una anchura del orden de 50 m de bosque de pino denso para obtener una reducción de 2 a 3 dBA).

Es necesario que la vegetación sea muy alta para conseguir una reducción física del ruido, ejercen un factor psicológico positivo ya que dan sensación de protección.

Esta medida es muy atractiva desde el punto de vista del impacto paisajístico. La especie vegetal a emplear en este tipo de barrera acústica o método de apantallamiento sería una que reuniera las características de espesor idóneas y que fuese propia de la zona a implantar.

4.1.3 DIQUES DE TIERRA

Son obstáculos formados por amontonamiento de tierra con grandes espesores en la base. Generalmente se suelen recubrir con tierra vegetal u otros elementos para facilitar la revegetación y el crecimiento de plantas. Su integración paisajística es óptima, particularmente en zonas rurales.

Es aconsejable la construcción de la pantalla inclinada, con ello se consigue aumentar el volumen de tierra en el interior mejorando la absorción de la capacidad acústica.

5 CONCLUSIÓN

Con la implementación del Plan de Seguimiento del Nivel de Ruido, tanto durante la fase de obra como la de explotación del parque eólico, se constatará que en ningún caso se superan los límites legales de emisión de ruido. En el caso de no ser así, se tomarán las medidas de minimización que mejor se adapten a la zona en cuestión, intentado, en la medida de lo posible, integrarlas en el entorno rural en el que se asienten.

6 REFERENCIAS

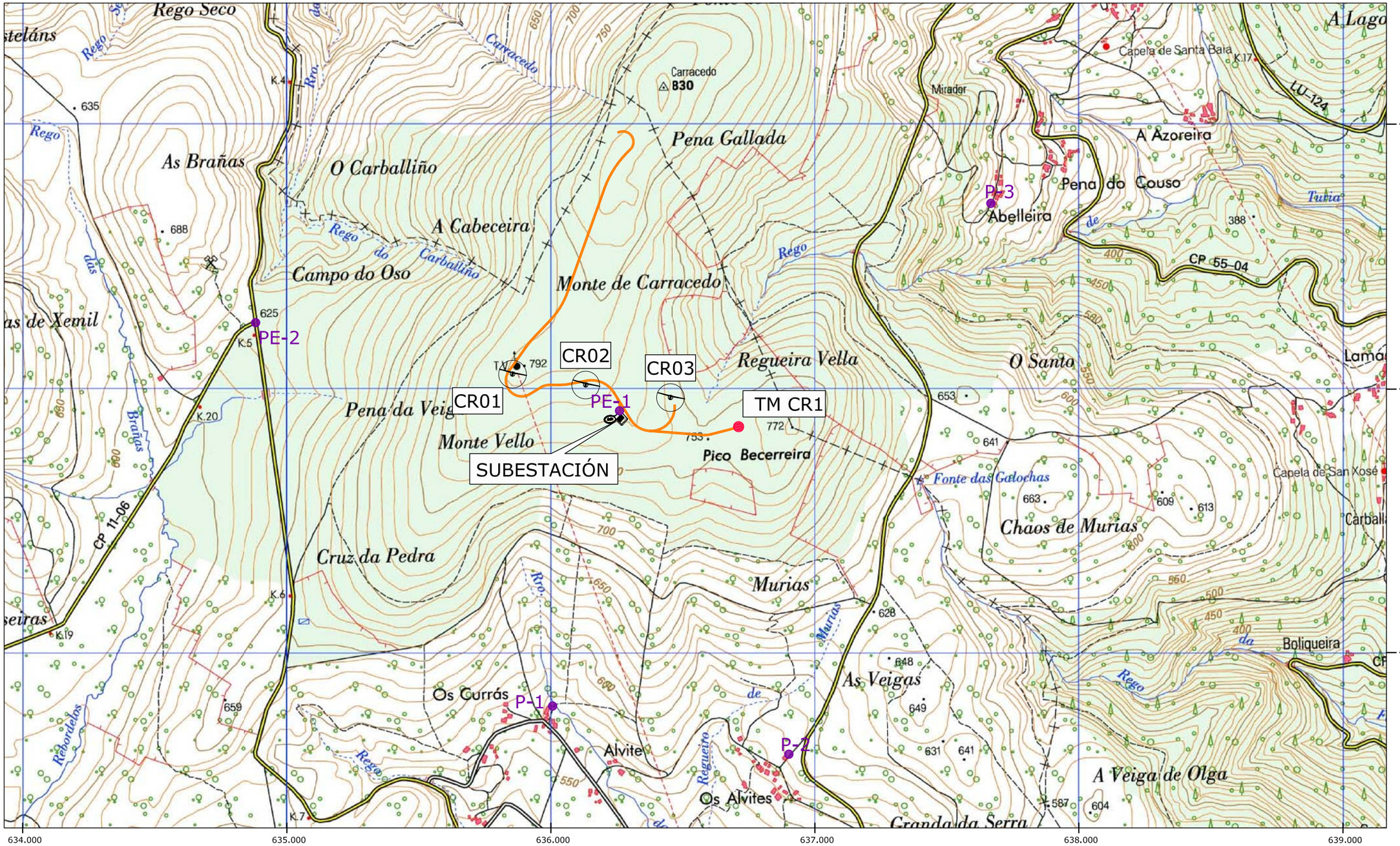
6.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Localización aerogeneradores PE Carracedo 4
Tabla 2 – Distancia entre los núcleos de población situado sen las proximidades del parque y los aerogeneradores más cercanos 9
Tabla 3 – Clasificación zonal de las estaciones de control 10
Tabla 4 – Coordenadas de las estaciones de control 10
Tabla 5 – Variables de control del nivel de ruido ambiental 12
Tabla 6 – Valores límite del nivel de presión sonora continuo equivalente para las diferentes zonas del territorio 14

6.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Representación del efecto sonoro previsto para el P.E. Carracedo 6

PLANO



LEYENDA

CR01	AEROGENERADOR
TM CR	TORRE METEOROLÓGICA
	VIAL PROYECTADO
PE-1	PUNTOS DE MUESTREO

PETICIONARIO: norvento enerxía

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CARRACEDO

TÍTULO

PUNTOS DE MUESTREO ACÚSTICO

	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

ING. TÉC.AGRÍCOLA: JESÚS BLANCO ROZAS

ESCALAS:	CÓDIGO
1:15.000	I1095-05-AN-09-PL

PLANO Nº	Ver./Rev.	HOJA
01	01.00	1 de 1

ANEXO X. PLAN DE SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE LAS AGUAS

INDICE DE DOCUMENTOS

MEMORIA

PLANO

MEMORIA

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN GENERADA 2

3 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO 3

3.1 FASES DEL PROGRAMA 3

3.2 ELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL 5

3.3 PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS 7

3.4 RECOGIDA Y ANÁLISIS DE MUESTRAS 8

3.4.1 ESTUDIO PROPERACIONAL O CAMPAÑA 0 9

3.4.2 FASE DE OBRAS 9

3.4.3 FASE DE FUNCIONAMIENTO 9

3.4.4 TOMA DE MUESTRA Y MÉTODOS DE ANÁLISIS 9

3.4.5 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 10

4 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS 14

4.1 FASE DE DISEÑO 14

4.2 FASE DE OBRAS 14

4.3 FASE DE EXPLOTACIÓN 17

5 REFERENCIAS 18

5.1 ÍNDICE DE TABLAS 18

1 INTRODUCCIÓN

Un tercio de la contaminación producida a nivel mundial ocurre en el proceso de generación de electricidad. El desarrollo de las energías renovables es deseable y necesario. El viento es una fuente de energía natural, renovable y no contaminante.

La generación de electricidad a partir del viento no produce gases tóxicos, no contribuye al efecto invernadero ni a la lluvia ácida y además no origina productos secundarios peligrosos como radiación ionizante ni residuos radiactivos. Estas no son las únicas ventajas medioambientales de la energía eólica, ya que se debe tener en cuenta que tan sólo requiere un recurso gratuito e inagotable como es el viento, por lo que se evitan fuertes impactos medioambientales frente a otra alternativas energéticas.

Este hecho no elude a la energía eólica de ciertos impactos ambientales, pero éstos son localizados, mayoritariamente reversibles y que se pueden intentar superar mediante soluciones técnicas, de manera que no suelen representar un peligro serio para el medio ambiente, a diferencia de las fuentes tradicionales de energía, cuyos impactos suelen ser generales, permanentes y costosos en su eliminación. La energía eólica está considerada como una fuente de electricidad "limpia" e inagotable.

Entre los impactos ambientales que han de tenerse en cuenta para ser mitigados en la medida de lo posible, podría darse el deterioro de la calidad de las aguas superficiales, generalmente relacionado con los movimientos de tierra y la modificación de las escorrentías debido a la instalación de los aerogeneradores y de la construcción de nuevos accesos en la zona.

NORVENTO es una empresa comprometida con el medio ambiente y que busca que la instalación de un parque eólico sea lo más respetuosa posible con el entorno. Se hace especial hincapié en la búsqueda de técnicas de corrección y minimización de los posibles impactos ambientales que se pudieran generar, tanto en la fase de obras como en la de explotación del proyecto.

La calidad de las aguas cercanas a la instalación de un parque eólico puede verse afectada en la fase de obra, debido al movimiento de tierras. En la fase de explotación, la afección sobre las aguas podría devenir de la introducción en el medio natural de elementos como viales o plataformas, que podrían suponer unidades que interrumpiesen el flujo natural de las aguas.

2 DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN GENERADA

La afección a las aguas producida por la instalación de un parque eólico se puede contextualizar en dos fases bien diferenciadas: la fase de obras y la fase de explotación.

Durante la fase de obras, las principales afecciones que se podrían producir sobre las aguas serán:

- Aumento de la turbidez de las aguas superficiales por los sedimentos procedentes del movimiento de tierras, de la construcción de las estructuras de hormigón y de las obras de drenaje.

- Contaminación de las aguas debida al derrame accidental de aceite y combustible de las máquinas, así como al vertido de otras sustancias como hormigón e hidrocarburos procedentes del lavado de la maquinaria en zonas no autorizadas.

- Afección a los acuíferos debido a la infiltración de los contaminantes a través del suelo hasta alcanzar las aguas subterráneas.

- Cambios en los flujos naturales de las aguas superficiales por modificación de la topografía del terreno.

Los viales y plataformas que forman parte del parque eólico son elementos que interrumpen el drenaje natural de la cuenca hidrológica. Durante la fase de explotación, se prestará especial atención a los dispositivos de drenaje que sirven para canalizar el agua y los materiales en suspensión originados en la época de lluvias e intentar así, mantener el estado natural de la situación sin proyecto, este último punto se trata con más detalle en el *Anexo 12. Propuesta de Seguimiento de los Dispositivos de Drenaje*.

3 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO

El Programa de Seguimiento de la Calidad de las Aguas Superficiales tiene como objetivo garantizar a largo plazo que no exista modificación del régimen hídrico ni contaminación de los cauces de la zona, para lo cual se deben implementar las medidas protectoras y correctoras adecuadas. El objetivo de dichas medidas es impedir posibles aterramientos que puedan obstaculizar el flujo natural de las escorrentías superficiales de la zona, así como evitar los vertidos indeseados causados por fuentes de contaminación antropogénica.

El Programa implica muestreos y análisis periódicos tanto durante la fase de obras, como durante la fase de funcionamiento del parque eólico. La toma de muestras y su posterior análisis serán realizados por un laboratorio homologado. Para poder contrastar los resultados obtenidos en dichos seguimientos es necesario contar con una Campaña 0, que sirva de referencia como escenario comparativo antes de la instalación del parque eólico.

Un aspecto importante para el correcto desarrollo del seguimiento sobre la calidad de las aguas es el de estandarizar la toma y análisis de muestras, para ello se establecerán de forma clara los siguientes elementos:

- Adecuada elección de las zonas de control en función de criterios establecidos
- Adecuado protocolo que desarrolle los métodos de medición y parámetros de control

3.1 FASES DEL PROGRAMA

El Programa de Seguimiento de la Calidad de las Aguas Superficiales, como se ha comentado anteriormente, tiene como finalidad establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas correctoras y protectoras propuestas en relación a los flujos y cauces de agua localizados en la zona de afección. Se contemplarán las siguientes fases:

1- Objetivos

El programa de seguimiento establecerá los objetivos medioambientales a cumplir desde la fase de obras y puesta en funcionamiento del parque eólico hasta su clausura y desmantelamiento. Estos objetivos deben identificar los sistemas afectados, así como los posibles impactos y los indicadores seleccionados, que deben ser fácilmente cuantificables y representativos del sistema afectado.

2- Recogida y análisis de datos

Incluye la recogida de datos, como variables o parámetros que deben ser representativos del aspecto medioambiental que se quiere evaluar. La recogida de datos ha de tener una frecuencia temporal adecuada que dependerá del parámetro a controlar.

3- Interpretación de la información recogida

Es el aspecto más importante del programa de seguimiento. La interpretación de los posibles cambios en la zona de instalación y/o influencia del parque eólico, se puede realizar en base a múltiples criterios, que no deben ser excluyentes entre sí:

- Respecto a un estudio previo realizado con anterioridad a cualquier obra o modificación que pudiera tener lugar en la zona. Los resultados obtenidos en dicho estudio, también llamado Campaña 0, servirán como nivel de referencia o control testigo.

- Respecto a niveles de referencia establecidos por la legislación vigente.

4- Retroalimentación de los resultados

Los resultados obtenidos servirán para establecer la eficacia de las actuaciones ejecutadas, así como de las medidas correctoras establecidas. Incluso si fuera necesario, en base a la información obtenida, se podrían aplicar otras medidas sustituyendo a las anteriores por un incorrecto funcionamiento.

3.2 ELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL

El control sobre la calidad del agua debe de estar directamente relacionada con la proximidad al parque eólico, tanto a la zona de implantación de los aerogeneradores como de las infraestructuras necesarias para acceder a él. Por ello, es necesario realizar una unificación de criterios para designar los puntos de control donde se realizará la toma de muestras, de los arroyos y ríos de la zona de afección.

Las estaciones de control de calidad de aguas superficiales, se seleccionarán atendiendo a lo siguiente:

- Los arroyos y ríos recogerán las escorrentías y posibles arrastres generados en las zonas altas del parque eólico, los cuales podrían deberse, bien a la acción de la maquinaria durante la fase de obras, o bien por el lixiviado y arrastre durante periodos lluviosos cuando el parque eólico esté en funcionamiento.

- La distancia de los puntos de control debe ser lo más próxima posible a la zona donde se produce la modificación. Esta incidencia puede deberse a la ejecución de la línea de aerogeneradores, o bien puede ser debida a la presencia de taludes o vías de acceso a los mismos y/o la subestación.

- Se elegirán al menos un punto de toma de muestra que represente las escorrentías de cada sub-grupo de aerogeneradores, teniendo siempre en cuenta las zonas de mayor riesgo de afección sobre las líneas de drenaje, así como la dirección natural de los cursos de agua.

Conforme a estos criterios, los cauces de agua superficial elegidos son los siguientes:

ESTACIÓN DE CONTROL	SITTUACIÓN
Rego de Turia	Recoge las escorrentías de la vertiente nordeste (aerogeneradores CR2 y CR3, subestación y torre).
Rego do Carballiño	Recoge las aguas de escorrentía del vial de acceso al parque eólico
Rego Portela	Recoge las escorrentías de la vertiente sur de la línea de aerogeneradores CR01-CR03

Tabla 1 – Puntos de control de la calidad del agua superficial.

ESTACIONES DE CONTROL			
NOMBRE	CÓDIGO	Coordenadas UTM	
Rego de Turia	P-1	636607	4802980
Rego do Carballiño	P-2	635738	4803461
Rego Portela	p-3	635905	4802262

Tabla 2 – Coordenadas de las estaciones de control de las aguas

3.3 PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Las aguas naturales son muy diversas en sus características físicas, químicas y biológicas, así como en su grado de sensibilidad frente a impactos externos. Las características químicas de las aguas superficiales generalmente están controladas por los equilibrios suelo-disolución del suelo, jugando un papel relativamente importante el tipo y la calidad de la precipitación. Los caminos que el agua sigue en el terreno y su interacción con el mismo, dependen principalmente de las condiciones hidrológicas y las características edáficas del suelo.

En condiciones naturales si se producen lluvias torrenciales, el agua discurre sobre la superficie del suelo o a través de macroporos; el tiempo de contacto es pequeño y la composición química del agua y del suelo apenas sufren cambios. Si por el contrario, la lluvia es suave y homogénea, el agua empapa el suelo aumentando el tiempo de contacto entre ambos, con el consiguiente cambio de sus respectivas composiciones químicas.

Cuando se modifican las condiciones naturales debido al impacto (como el movimiento de tierras y la modificación de las escorrentías naturales) generado en la construcción de un parque eólico, se pude producir una importante alteración en el equilibrio químico del sistema y por lo tanto, en la composición química de las aguas. Por ello, es importante elegir los parámetros de control adecuados para que la información aportada por los datos recogidos sea representativa de los cambios químicos que pueden tener lugar. Las variables de control de la calidad del agua superficial se especifican en la siguiente tabla:

VARIABLES	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
pH	pH	Aporta información sobre la acidez del agua. Una disminución del pH es indicativa de un incremento de la acidez en el agua.
Conductividad	uS/cm	Aporta información sobre las sales disueltas. Un incremento en la conductividad implica un aumento en las sales en disolución. Suele estar relacionado con un incremento en la acidez que provoca la disolución de algunos minerales del suelo.
Materias en suspensión	mg/L	Aporta información sobre la materia (no soluble) en el agua. Una gran concentración de sólidos en suspensión indica un gran arrastre de materiales a través de las escorrentías.
Sulfatos	mg/L	Variaciones en la concentración de sulfatos suele indicar alteración química del sustrato.
Compuestos nitrogenados	mg/L	Variaciones de los compuestos de nitrógeno (nitratos y amonio) en el agua, indican alteración del equilibrio químico del nitrógeno.
Aceites y grasas	mg/L	La presencia de aceites y grasas en aguas superficiales en zonas naturales indican un posible vertido de aceites, posiblemente generado por la presencia de maquinaria en la zona.

Tabla 3 – Resumen de los parámetros establecidos para el control de la calidad da las aguas

3.4 RECOGIDA Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

El Programa de Seguimiento de la Calidad de las Aguas consta de 3 etapas temporales claramente diferenciadas, para cada una de las cuales se programarán unos determinados muetreos

- Estudio preoperacional o Campaña 0.
- Fase de obras.
- Fase de funcionamiento o explotación.

3.4.1 ESTUDIO PROPERACIONAL O CAMPAÑA 0

Se realizará, al menos, una recogida de datos previamente al inicio de las obras, o de cualquier modificación que tuviera lugar en la zona de estudio, antes de la instalación del parque eólico. El principal objetivo de este estudio previo, es establecer la composición química del agua, en condiciones naturales. Esta información nos servirá como nivel de referencia para detectar posible afecciones y establecer las acciones preventivas o correctivas necesarias, tanto durante la fase de obra como durante la fase de funcionamiento.

3.4.2 FASE DE OBRAS

La recogida de datos durante la fase de obra se realizará con periodicidad trimestral. Del análisis de los resultados obtenidos y de las observaciones efectuadas durante la realización de las obras se sacarán las conclusiones de una posible alteración respecto a la situación inicial sin proyecto.

Al final de la fase de obras se elaborará un documento de síntesis, en el que se recopilarán todos los datos recogidos durante todo el seguimiento de la fase de obras.

3.4.3 FASE DE FUNCIONAMIENTO

Durante la fase de explotación del parque eólico se realizarán mediciones trimestrales durante el primer año de funcionamiento del mismo. Durante el segundo año, la recogida de datos será de carácter semestral, pudiendo variar o incluso suspenderse las mediciones en los años siguientes, en función de los resultados obtenidos.

3.4.4 TOMA DE MUESTRA Y MÉTODOS DE ANÁLISIS

Como se ha comentado con anterioridad, la toma de muestras y los análisis los realizará una empresa homologada. Tanto las mediciones realizadas "in situ" como los ensayos realizados en el laboratorio se llevarán a cabo siguiendo las especificaciones descritas en los procedimientos del laboratorio (PNT), basados en normas nacionales e internacionales (Normas UNE, ISO; Standard Methods).

Una vez recogidas las muestras serán trasladadas al laboratorio y almacenadas en frigorífico (T<4ºC y oscuridad). En los días inmediatamente posteriores se llevan a cabo las determinaciones analíticas pertinentes. Los métodos de ensayo a utilizar se describen en la siguiente tabla:

PARÁMETRO	COD. LABORATORIO	VALORES DE REFERENCIA
Métodos "in situ"		
Toma de muestra	PNT-M-01	
pH	PNT-M-05	Método 4500-H^{+}. B Standard Methods
Temperatura	PNT-M-07	Método 2550 B. Standard Methods
Oxígeno disuelto	PNT-M-06	Método 4500-O G. Standard Methods
Métodos "en laboratorio		
pH	PNT-A-01	Método 4500-H^{+}. B Standard Methods
Conductividad	PNT-A-02	Método UNE-EN 27888.1994
Sólidos en suspensión	PNT-A-04	Método UNE-EN 872.1996
Sulfatos (SO_4^{2-})	PNT-A-25	Método UNE 77049:2002
Nitrato (NO_3^-)	PNT-A-19	Método 4500-NO_3^- B. Standard Methods
Amonio (NH_4^+)	PNT-A-21	Método UNE 77028:2002
Aceites y grasas	PNT-A-18	Método 5520 C. Estándar Methods.

Tabla 4 – Resumen de la metodología y valores de referencia para determinar los parámetros de calidad de las aguas

3.4.5 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Para llevar a cabo la valoración de los resultados obtenidos se ha considerado que las aguas susceptibles de ser afectadas por las obras cumplirán lo preceptuado en el artículo 80 sobre calidad mínima exigible a las aguas continentales: Decreto 130/1997, de 14 de mayo, por el que se aprueba el "Reglamento de ordenación de la pesca fluvial y de los ecosistemas acuáticos continentales".

PARÁMETRO	UNIDAD	Valor admitido	Observaciones
ΔTemperatura	ºC	<21,5 (con carácter general) <10 (en períodos de reproducción de salmónidos)	Los vertidos no deberán provocar que la Tª natural del agua se incremente en más de 1.5ºC sobre el valor existente aguas arriba.
O2 disuelto	$mgO_2\ L^{-1}$	≥7	Los vertidos no provocarán que la concentración de O2<6 mg/L
pH	pH	6-9	Las variaciones artificiales del pH respecto a los valores constantes no deben superar ±0.5 unidades de pH.
Materias en suspensión	$mg\ L^{-1}$	≤ 25.0	Los vertido son deberán incrementar la concentración de mateiras en suspensión en el agua en más del 10% sobre el valor existente aguas arriba.
Aceites y productos lubricantes	-	-	No deben estar presentas en el agua en cantidades que: -Formen una película visible en la superficie. -Transmita a los peces sabor perceptible. -Provoquen efectos nocivos en los peces.

Tabla 5 – Calidad mínima exigible a las aguas continentales

En este sentido también se utilizará como criterio de calidad el establecido por la CEE (Directiva 2006/44/CE, de 6 de septiembre de 2006) y por la legislación española referente a las aguas continentales para ser aptas para la vida de los peces (Real Decreto 927/1988, de 29 de julio). Los valores de referencia presentan los niveles de calidad mínimos para aguas salmonícolas (Tipo S) y aguas ciprinícolas (Tipo C), siendo los niveles de calidad de las aguas más exigentes para las aguas salmonícolas que para las ciprinícolas.

- Aguas salmonícolas (S): Son aguas en las que viven o podrían vivir los peces que pertenecen a especies tales como el salmón (*Salmo salar*), la trucha (*Salmo trutta*), el tímalo (*Thymallus thymallus*) y el corégono (*Coregonus*).

- Aguas ciprinícolas (C): Son aguas en las que viven o podrían vivir los peces que pertenecen a los ciprínidos (*Cyprinidae*), o a otras especies, tales como el lucio (*Esox lucius*), la perca (*Perca fluvialitis*) y la anguila (*Anguilla anguilla*).

PARÁMETRO	UNIDAD	TIPO S	TIPO C
∆Temperatura aguas abajo	º C	1.5 (Tmáx=21.5)	3.0 (Tmáx=28.05)
O_2	mgO_2L^{-1}	≥9 (50%)	≥7 (50%)
pH	pH	6-9	6-9
Materias suspensión	mgL^{-1}	≤25.0	≤25.0
Amonio (NH_4^+)	mgL^{-1}	≤1	≤1

Tabla 6 – Valores de referencia para determinar la calida de las aguas en función de la vida piscícola

Y como tercer criterio de evaluación puede considerarse la legislación española para aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Los valores de referencia son los indicados en el R.D. 1541/1994, de 8 de julio, por el que se modifica el anexo número 1 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, aprobado por el R.D. 927/1988, de 29 de junio.

PARÁMETRO	UNIDAD	TIPO A1	TIPO A2	TIPO A3
pH	pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0
Sólidos en suspensión	mgL^{-1}	25	-	-
Conductividad	μScm^{-1}	1000	1000	1000
Sultafo	mgL^{-1}	250	250	250
Nitrato	mgL^{-1}	50	50	50
Amonio	mgL^{-1}	0.05	1.5	4.0
Hidrocarburos	mgL^{-1}	0.05	0.2	1.0

Tabla 7 – Niveles de calidad de algunos parámetros para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable tal como se reflejan en el R.D. 1541/1994

Siendo:

Tipo A1: tratamiento físico simple y desinfección.

Tipo A2: tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección.

Tipo A3: tratamiento físico y químico intensivos y desinfección.

4 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

Las medidas correctoras y de minimización del potencial impacto propuestas se clasifican en tres fases temporales: la fase de diseño, la fase de obras y la fase de explotación.

4.1 FASE DE DISEÑO

En la fase de diseño del parque eólico se ha buscado la mínima alteración a la red de drenaje natural, optimizando el trazado de los accesos, la ubicación de las plataformas y el resto de infraestructuras necesarias. Para ello se han tenido en cuenta los siguientes criterios generales:

- Utilizar y adecuar, en la medida de lo posible, los viales existentes.
- Minimizar la intercepción de cuerpos de agua, zonas de nacimientos y humedales.
- Minimizar la intervención en bosques riparios o ribereños y zonas protectoras de cuerpos de aguas.
- No cruzar cabeceras de cuencas donde existan nacimientos de agua o zonas de recarga de acuíferos.
- En la medida de lo posible no atravesar zonas boscosas.
- En la medida de lo posible, trazar los viales en zonas de pendiente moderada o baja.

4.2 FASE DE OBRAS

Durante la fase de obra las medidas a llevar a cabo, en caso de considerase necesarias, para reducir la posible afección a las aguas podrían será las siguientes:

- En zonas cercanas a cursos de aguas, con le fin de evitar que el material térreo originario de las excavaciones llegue a ellos, se conformarán barreras. Esta barreras podrán ser, sacos rellenos de material producto del descapote, biorrollos de geotéxtil, etcétera, colocados perpendicularmente a la posible trayectoria de las partículas.

- Se instalarán cunetas perimetrales que desvíen las aguas de manera que se separen las aguas de escorrentía procedentes del exterior de obra de las aguas interiores.

- Se ejecutarán canales interiores que desagüen en balsas de decantación construidas a tal efecto. Una vez terminadas las obras, los lodos procedentes de las balsas de decantación se gestionarán conforme a la legislación vigente.

- En las salidas de las ODTs se colocarán encachados de piedra que frenen la velocidad de las aguas evacuadas y retengan los sedimentos arrastrados por éstas; así mismo, para prevenir posibles arrastres de material ladera abajo, en caso necesario y como medida temporal, se colocarán mallas de protección provistas de geotextil para la retención de los elementos más finos.

Figura 1 –Detalle de red de retención de sólidos a la salida de aguas

- Si fuese necesario, de forma previa a la construcción de las escolleras de protección, pueden efectuarse pozos de decantación a la salida de las aguas, con redes de geotextil rodeándolos para retener las partículas en suspensión y materiales de arrastre.

Figura 2 – Malla de retención colocada a la salida de una ODT, durante la ejecución de la misma

- En cuanto a la tierra vegetal generada en la creación de los accesos, se debe tener en cuenta las siguientes indicaciones:

  - Evitar la caída de dicho material en cursos de agua cercanos.

  - Disponer el material vegetal de desecho en lugares preseleccionados para tal fin.

  - En los sitios de cruce con corrientes de agua, asegurar que el cauce este libre de material vegetal que haya caído durante la ejecución de las obras.

  - Esparcir el material vegetal uniformemente y alejado de las márgenes hídricas, para que éste se incorpore al ciclo de la descomposición biológica del suelo.

- En relación con el manejo de los materiales constructivos y material de carácter pétreo sobrante de cortes y excavaciones, se atenderá a las siguientes indicaciones:

  - Disponer el material sobrante en las zonas previamente seleccionada para tal fin, dicho material se podrá reutilizar para actividades de relleno o de lo contrario se llevará a los lugares autorizados para su depósito.

  - Evitar almacenar materiales cerca de cuerpos de agua y en sitios de moderada a alta pendiente (>12%).

  - En el lugar de almacenamiento temporal, se podrán cubrir los materiales con polietileno o plástico y colocar barreras perimetrales provisionales.

- Definir previamente un lugar para efectuar la carga y descarga del material. Éste se localizará distante de los cursos de agua y deberá adecuarse para evitar el arrastre de partículas fuera de los límites definidos, para lo cual se podrán establecer canales perimetrales y estructuras para el control de sedimentos.

- Disponer el material sobrante producto de las excavaciones y/o cortes en los alrededores del sitio de forma que no interrumpa los drenajes naturales y se conforme de acuerdo con la topografía del terreno.

- La disposición del material sobrante debe realizarse lo más rápido posible para evitar migración del material por efectos de la lluvia o el viento.

- El lavado de la maquinaria ha de realizarse en los lugares habilitados para dicho fin.

- Se dispondrá de material absorbente de hidrocarburos en medio líquido o sólido para solucionar cualquier vertido accidental y evitar que éste llegue por infiltración a los cursos de agua.

- De emplearse productos peligrosos o generarse residuos peligrosos, éstos se almacenarán en una de la caseta de la zona de obras, sobre cubeto de contención, en recipiente adecuado al producto/residuo de que se trate y convenientemente identificado. Su retirada la llevará a cabo un gestor autorizado.

Durante el plan de seguimiento y vigilancia ambiental que se realizará en la fase de obras se verificará que todas estas medidas se cumplan. Las analíticas realizadas deberán constatar que las obras no afectan a la calidad de las aguas.

4.3 FASE DE EXPLOTACIÓN

El sistema de drenaje está compuesto por distintos elementos destinados a disminuir la erosión y a favorecer el régimen hídrico natural de la situación sin proyecto. La descripción del sistema de drenaje describen con detalle en el documento correspondiente (véase *Anexo 11. Sistemas de drenaje y depuración*).

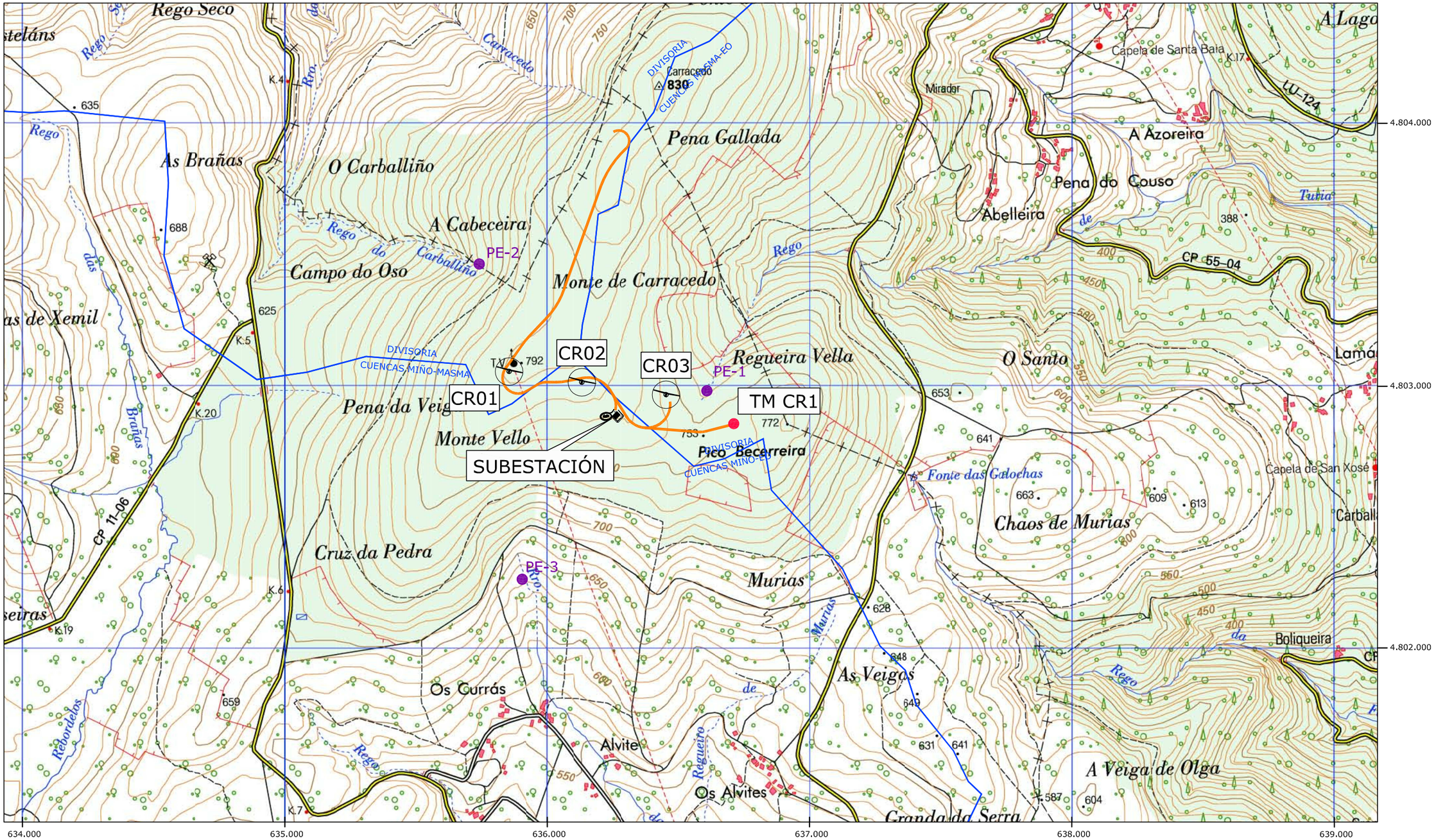
Durante la fase de explotación se debe comprobar que, las medidas correctoras y de minimización del potencial impacto propuestas basadas en la instalación de un sistema de drenaje surten su efecto y funcionan correctamente (véase *Anexo 12. Plan de control de los dispositivos de drenaje*).

5 REFERENCIAS

5.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Puntos de control de la calidad del agua superficial.....5
Tabla 2 – Coordenadas de las estaciones de control de las aguas 6
Tabla 3 – Resumen de los parámetros establecidos para el control de la calidad da las aguas8
Tabla 4 – Resumen de la metodología y valores de referencia para determinar los parámetros de calidad de las aguas 10
Tabla 5 – Calidad mínima exigible a las aguas continentales 11
Tabla 6 – Valores de referencia para determinar la calida de las aguas en función de la vida piscícola 12
Tabla 7 – Niveles de calidad de algunos parámetros para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable tal como se reflejan en el R.D. 1541/1994..... 12

PLANO



LEYENDA

CR01	AEROGENERADOR
TM CR	TORRE METEOROLÓGICA
	VIAL PROYECTADO
PE-1	PTOS DE MUESTREO

PETICIONARIO

norvento enerxía

	FECHA	NOMBRE
PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACIÓN

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

ING. TÉC.AGRÍCOLA: JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

PUNTOS DE MUESTREO (AGUAS)

ESCALAS:	CÓDIGO
1:15.000	I1095-05-AN-09-PL

PLANO Nº	Ver./Rev.	HOJA
01	01.00	1 de 1

ANEXO XI. SISTEMAS DE DRENAJE Y DEPURACIÓN

INDICE DE DOCUMENTOS

MEMORIA

PLANO

MEMORIA

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 CÁLCULO DE CAUDALES 3

2.1 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA. 4

2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN. 5

3 DRENAJE LONGITUDINAL 8

3.1 INTRODUCCIÓN. 8

3.2 BASES DE CÁLCULO. 8

3.2.1 SUBCUENCAS DE DESMONTE 9

3.2.2 SUBCUENCAS DE TERRAPLÉN. 9

3.3 APORTACIÓN DE LA PLATAFORMA. 9

3.4 APORTACIÓN DE LOS TALUDES. 9

3.5 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUNETAS DE PIE DE DESMONTE. 10

3.6 CUNETAS DE GUARDA Y BAJANTES EN DESMONTES 12

3.7 CUNETAS DE PIE DE TERRAPLÉN 12

3.8 BAJANTES DE TERRAPLÉN Y BORDILLO MONTABLE 13

3.9 SALVAGUARDA DE CUNETAS. 13

3.10 DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES. 13

3.11 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ARQUETAS Y SUMIDEROS. 14

3.11.1 ARQUETAS 14

3.11.2 SUMIDEROS 14

4 BALSAS DE DECANTACIÓN 15

5 DRENAJE TRANSVERSAL 17

5.1 INTRODUCCIÓN. 17

5.2 BASES DE CÁLCULO. 17

5.3 DIMENSIONAMIENTO 18

5.4 COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO 19

5.5 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y REPLANTEO 22

6 INSTALACIONES DE DEPURACIÓN 24

7 REFERENCIAS 27

7.1 ÍNDICE DE TABLAS 27

7.2 ÍNDICE DE FIGURAS 27

1 INTRODUCCIÓN

La finalidad de los sistemas de drenaje que se implantarán en el parque eólico es la de permitir el flujo natural de las aguas de escorrentía de procedencia hidrometeorológica de forma que las condiciones sean equiparables a las existentes antes de la construcción del proyecto. Para ello se contempla la implantación de unos elementos destinados a resolver y minimizar los posibles efectos ambientales que la construcción y funcionamiento del parque eólico puedan ocasionar sobre las líneas de drenaje natural.

De forma general las obras de drenaje van a servir para:

- Recoger el agua procedente de la plataforma y sus márgenes, mediante cunetas, imbornales y sumideros.

- La evacuación de las aguas captadas, mediante las arquetas y colectores longitudinales, a cauces naturales mediante el uso de las obras de drenaje necesarias.

- Desaguar los cauces naturales que corta la variante, evitando así un efecto presa.

Estas obras corresponden a dos tipos de drenaje diferentes:

- Obras de drenaje longitudinal.

- Obras de drenaje transversal.

La normativa a aplicar es la Instrucción 5.2-IC de drenaje superficial editada por el MOPU. Dicha instrucción recomienda un cierto periodo de retorno para diseñar los diferentes elementos de drenaje:

PERÍODOS DE RETORNO	
Elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25 años
Obras de drenaje transversal	100 años

Tabla 1 – Períodos de retorno de cálculo

Por otra parte establece una serie de limitaciones como son las siguientes:

- La velocidad máxima del agua en función del tipo de terreno que se atraviesa.

- La pendiente mínima de los viales es del 0.5%, además de indicar la necesidad de colocar un bombeo mínimo de un 1.5% en las secciones transversales de la carretera.

Otras instrucciones necesarias para el diseño de las obras de drenaje son:

- Instrucción de carreteras 5.1- IC Drenaje.

- Instrucción 4.1-IC Obras pequeñas de fábrica.

2 CÁLCULO DE CAUDALES

Para el cálculo de caudales a desaguar se ha seguido el método hidrometeorológico (racional) para los períodos de retorno antes indicados.

El caudal de referencia Q en el punto en el que se desagua una cuenca se obtiene mediante la fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{K}$$

donde:

- Q es el caudal máximo previsible en la sección de desagüe en estudio en m^3/s.
- C es el coeficiente de escorrentía de la cuenca.
- I (mm/h) es la máxima intensidad media de precipitación en el intervalo de duración de Tc para un periodo de retorno determinado.
- A es la superficie de la cuenca de aportación en Km^2.
- K coeficiente que para las unidades en que están expresadas Q y A, tiene un valor de 3, y que incluye un aumento del 20% en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación, puesto que la hipótesis de lluvia neta constante no es real y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta.

Esta fórmula tiene una limitación, y es que sólo es apropiada para cuencas pequeñas, esto es aquellas con un tiempo de concentración no superior a 6 horas. Existe sin embargo una segunda formulación, propuesta por Temes, que modifica ligeramente la versión propuesta en la 5.2-IC para ampliar su campo de aplicación a cuencas de hasta 3.000 km^2 y tiempos de concentración comprendidos entre 0,25 y 24 h, que es la siguiente, según se recoge en la publicación "Recomendaciones para el cálculo de avenidas" del CEDEX:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6} * K$$

Siendo K el coeficiente de uniformidad cuyo valor medio es función del tiempo de concentración:

$$K= 1 + Tc^{1,25} /(Tc^{1,25} +1,4)$$

2.1 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.

Se calcula a partir del umbral de escorrentía P_0 y de la precipitación diaria P_d, siguiendo el procedimiento indicado en la Instrucción 5.2.-IC

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_o} - 1\right) * \left(\frac{P_d}{P_o} + 23\right)}{\left[\left(\frac{P_d}{P_o}\right) + 11\right]^2}$$

El umbral de escorrentía se escoge en función del uso de la tierra, del tipo de suelo y la pendiente. Con estos datos se obtienen los umbrales de escorrentía correspondientes a cada cuenca.

Los terrenos de las cuencas estudiadas son fundamentalmente monte bajo y prados.

Se ha tomado para la obtención del P_0 en todas las cuencas una pendiente mayor del 3%.

El coeficiente corrector de este umbral P_0 considerado se ha elegido en función de la figura 2.5 que se adjunta a continuación. Esta corrección refleja la variación regional de la humedad habitual del suelo al comienzo de aguaceros significativos.

Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Figura 2.5.

Partiendo de los datos de precipitación obtenidos de los mapas de isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día, se puede calcular el valor del coeficiente de escorrentía para los distintos períodos de retorno.

2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACIÓN.

La máxima intensidad media de precipitación se da para un tiempo igual al tiempo de concentración de la cuenca:

$$T_c = 0.3 * \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Donde:

T_c : Tiempo de concentración en horas.

L : Longitud del cauce principal en Km.

J : Pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

Sustituyendo este valor para el tiempo y calculando la intensidad según la fórmula propuesta por la Instrucción para la Precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado:

$$I = \left[\frac{P_d}{24} \right] * \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

P_d : Precipitación total diaria correspondiente al periodo de retorno considerado, en mm.

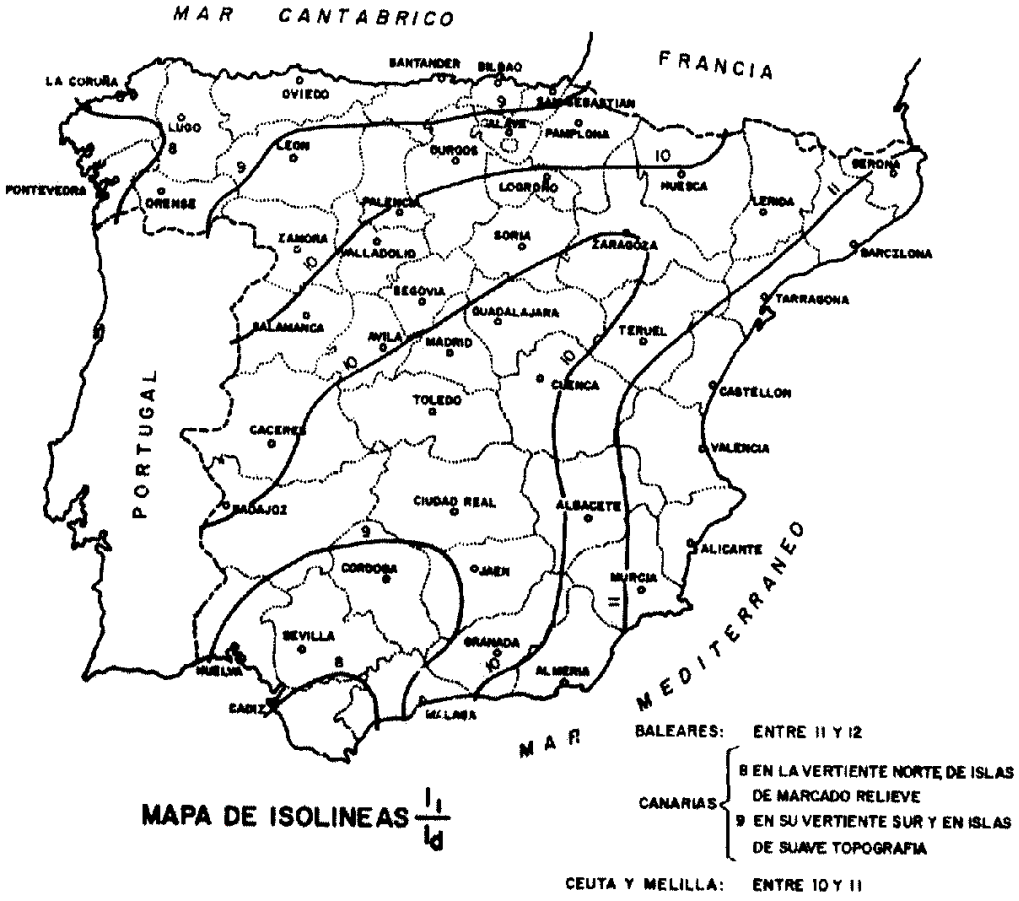
I_d : Intensidad media diaria de precipitación correspondiente a dicho periodo, en mm/h

I_1 : Intensidad horaria de precipitación correspondiente al

Periodo, en mm/h.

T : Duración del intervalo al que se refiere I, se hace coincidir con el T_c, en h.

La relación I_1/I_d se obtiene de la figura 2.2, con un valor de 8.3 para la zona del proyecto.



Se ha acudido a la publicación *Las Precipitaciones máximas en 24 horas y sus períodos de retorno en España* del Ministerio de Medioambiente, donde figuran las isolíneas de precipitaciones máximas para el conjunto de las estaciones pluviométricas de España, realizado para los diferentes períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años. Mediante el programa MAXPLUWIN, se ha obtenido la precipitación máxima para los períodos de retorno: 25, 100, 200 y 500 años.

3 DRENAJE LONGITUDINAL

3.1 INTRODUCCIÓN.

El drenaje longitudinal tiene por objeto recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que vierten hacia ella, y conducirlas hasta su desagüe natural o a puntos intermedios establecidos convenientemente.

Se comprueba en el drenaje longitudinal el funcionamiento de los siguientes elementos, y/o se dimensionan elementos nuevos en los casos que los existentes sean insuficientes tanto en número como en dimensiones:

- Cunetas de pie de desmonte: recogen la escorrentía procedente de la plataforma, y la procedente de las subcuencas de desmonte que no desagua por las ODT.

- Colectores: se proyectan tubos que recogen las aguas procedentes de las cunetas de pie de desmonte. Conformarán una red subterránea que tendrá como fin evacuar las aguas de las zonas de desmonte.

- Arquetas de registro: se proyectan arquetas que asegurarán la inspección y conservación de los colectores de desagüe.

- Arquetas de sumidero: su misión es idéntica a la de las anteriores, con la salvedad de que se encuentran coincidentes con las rejillas de desagüe.

3.2 BASES DE CÁLCULO.

Para el dimensionamiento del drenaje longitudinal se ha empleado el caudal obtenido para el periodo de retorno de 25 años.

La metodología que se ha seguido para el cálculo de caudales y el posterior dimensionamiento de los dispositivos del drenaje longitudinal ha sido la siguiente:

- Selección a partir de la cartografía de las subcuencas de aportación en zonas de desmonte y zonas de terraplén (rellenos), que no vierten a las ODT.

- Análisis del trazado en alzado, y observación de puntos altos, puntos bajos, de modo que los caudales resultantes de los cálculos no quedasen excesivamente sobredimensionados, subdividiendo, en su caso, las subcuencas anteriormente citadas de acuerdo con el trazado en alzado de la variante.

- Análisis de las aportaciones de la plataforma.

3.2.1 SUBCUENCAS DE DESMONTE

Son aquellas zonas adyacentes a la carretera que vierten el agua de escorrentía a la carretera cuando ésta se encuentra en zona de desmonte.

3.2.2 SUBCUENCAS DE TERRAPLÉN.

Son aquellas zonas adyacentes a la carretera que vierten el agua de escorrentía a la carretera cuando ésta se encuentra en zona de relleno.

3.3 APORTACIÓN DE LA PLATAFORMA.

El caudal de agua recogido por la plataforma de la carretera tendrá que ser desaguado por los dispositivos de drenaje longitudinal. Según sea la sección transversal de la carretera, este caudal irá hacia una u otra margen de la misma, por lo que en este apartado se calculará el caudal aportado por dicha plataforma en función de su superficie.

El umbral de escorrentía (P_0) adoptado para la plataforma es de 1 mm. (pavimentos bituminosos o de hormigón). El tiempo de concentración se tomará igual a 5 minutos (correspondiente al valor recomendado por la norma para cuencas con una longitud menor de 30 m.)

3.4 APORTACIÓN DE LOS TALUDES.

Las secciones en desmonte se verán afectadas por la aportación de la superficie del propio talud de desmonte. Para tener en cuenta este hecho, se calcula a continuación el caudal que aportarán dichos taludes, en función de su longitud y altura, para un periodo de retorno de 25 años.

El coeficiente de escorrentía (C), según la instrucción, adoptado para los taludes de desmonte será de 0.6.

El tiempo de concentración será de 5 minutos (recorrido menor de 30 m.).

El área de aportación se ha determinado suponiendo trapecios para las distintas alturas del talud.

3.5 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUNETAS DE PIE DE DESMONTE.

Se definen dos tipos de cuneta de acuerdo con el estudio hidráulico adjunto, y el terreno por el que transcurre la traza:

- CUNETA TRIANGULAR asimétrica de ancho 0,75 m. y alto 0,35 m., con taludes 2:3 y 3:2, revestida de hormigón. (TIPO 1)

- CUNETA TRIANGULAR asimétrica de ancho 0,75 m. y alto 0,35 m., con taludes 2:3 y 3:2, en tierra. (TIPO 2)

El caudal utilizado en el dimensionamiento de las cunetas es el resultado de sumar el caudal de aportación de la cuenca y el aportado por los taludes ($Q_{aportación}$), además del caudal que llega a la cuneta procedente de la plataforma ($Q_{plataforma}$). Se han recalculado las cuencas teniendo en cuenta la ubicación de las obras de drenaje transversal para no sobredimensionar la aportación a la cuneta.

De acuerdo con la Instrucción 5.2-IC:

La pendiente de la cuneta será la misma que la de la plataforma, siendo siempre superior al 0,2% que es la pendiente mínima especificada en la Instrucción 5.2 - IC para cunetas revestidas.

Las velocidades máximas que se pueden alcanzar para las cunetas de tierra y de hormigón respectivamente son las siguientes:

VELOCIDADES MÁXIMAS (m/s)	
v_{max} cuneta revestida hormigón	6,00 m/s
v_{max} cuneta tierra no revestida	1,20 m/s

Tabla 2 – Velocidades máximas admisibles

Según la tabla 1-1 de la citada instrucción, el resguardo mínimo entre el máximo nivel de la lámina de agua en la cuneta y la superficie de la plataforma se puede considerar nulo.

Se ha comprobado el funcionamiento de estos tipos de cuneta en los tramos más desfavorables (caudal más elevado y menor pendiente), la siguiente tabla muestra un resumen de las capacidades de desagüe de la misma:

Cuneta tipo 1 (Revestida de HM)			**Cuneta tipo 2 (Tierra sin rev.)**		
n	Pendiente (%)	Q (m^3/s)	n	Pendiente (%)	Q (m^3/s)
0.013	1	0,256	0.04	1	0,083
	2	0,363		2	0,118
	3	0,444		3	0,145
	4	0,513		4	0,167
	5	0,574		5	0,187
	6	0,629		6	0,204
	7	0,679		7	0,221
	8	0,726		8	0,236
	9	0.771		9	0.250
	10	0.812		10	0.264
	11	0.851		11	0.277
	12	0.889		12	0.289
	13	0.926		13	0.301
	14	0.962		14	0.312

Tabla 3 – Cálculo caudales cunetas

Para evitar la erosión y la sedimentación, se emplearán cunetas revestidas siempre que la pendiente longitudinal sea superior al 8% (para evitar fenómenos de erosión) o inferior al 1% (para facilitar el movimiento de las aguas).

3.6 CUNETAS DE GUARDA Y BAJANTES EN DESMONTES

En taludes de desmonte donde son de esperar escorrentías a través de su línea de coronación, se establecen cunetas de guarda separadas entre uno y dos metros de la arista del desmonte. Su uso se reducirá exclusivamente a aquellas zonas donde sean necesarias.

La sección tipo de estas cunetas es trapecial, con solera de 60 cm, taludes 1(H):1(V) y 60 cm de profundidad, con un revestimiento de hormigón de 10 cm.

En los puntos bajos de estas cunetas de guarda se disponen bajantes que conducen el agua aportada por la cuenca a la cuneta de borde de calzada o bien a la obra de drenaje transversal correspondiente.

Estas bajantes se colocan además donde es preciso canalizar cursos de agua bien definidos interceptados por el talud. Aunque los caudales desaguados son generalmente de poca entidad (en todos los casos considerados en el presente Proyecto se trata de cuencas pequeñas), estas bajantes son necesarias para evitar erosiones en el talud y sobre todo en la cuneta de pie de desmonte, la cual se proyecta revestida en una longitud mínima de 6,00 m en el punto de vertido.

En el caso del P.E. de Carracedo, los taludes son de muy pequeña entidad, por lo que no procede en ningún caso la colocación de dichas cunetas.

3.7 CUNETAS DE PIE DE TERRAPLÉN

En las zonas donde las aguas procedentes tanto de la plataforma, como del terraplén, como del terreno colindante no discurren de forma natural hacia los cauces naturales de drenaje, pudiendo causar daños a la plataforma de la carretera se colocan cunetas de pie de terraplén.

Estas cunetas, se canalizan siempre hasta las ODT más próximas o hacia los encauzamientos proyectados.

La sección tipo de estas cunetas es similar a la de las cunetas de guarda: trapecial, con solera de 60 cm., taludes 1(H):1(V) y 60 cm. de profundidad. Se adopta un revestimiento de hormigón de 10 cm.

En el caso del P.E. de Carracedo, los taludes son de muy pequeña entidad, por lo que no procede en ningún caso la colocación de dichas cunetas.

3.8 BAJANTES DE TERRAPLÉN Y BORDILLO MONTABLE

La finalidad de las bajantes de terraplén es evitar que el agua evacuada por la plataforma erosione el talud de terraplén, para ello se reconducen hacia la bajante mediante un bordillo montable situado en el borde exterior.

De esta manera, en las zonas en que la altura del talud sea superior a 3,0 m. se dispondrán bajantes cada 50 m. de acuerdo con el apartado 3.3.2 de la Instrucción 5.2-IC.

Donde la pendiente de la carretera sea muy reducida por tratarse de zonas de acuerdos verticales se aumentará la densidad de dichas bajantes, para evitar problemas de encharcamientos de calzada.

3.9 SALVAGUARDA DE CUNETAS.

Las obras de salvaguarda de cunetas se clasifican como obras de drenaje longitudinal, ya que drenan el agua de las cunetas de la carretera principal, aunque también se pueden denominar obras de drenaje transversal de los ramales que atraviesan.

Su función es la de dar continuidad al drenaje longitudinal de la citada carretera, ya que se produce una interrupción en el mismo como consecuencia de la intersección a nivel con los ramales.

Se proyecta la reposición y/o prolongación de las obras de salvaguarda existentes, mediante tubos de hormigón de 500 mm. de diámetro.

3.10 DIMENSIONAMIENTO DE LOS COLECTORES.

En el dimensionamiento de los colectores es la siguiente se utiliza la fórmula de Manning-Strickler, admitiéndose que la capacidad de desagüe de un colector corresponde a su funcionamiento a sección llena sin entrar en carga. Se verifica que la pendiente de cálculo es inferior al 4%.

$$Q = V * S = S * R_H^{2/3} * J^{1/2} * k$$

Para el caso de tubo cilíndrico y sección llena, el valor del área y del radio hidráulico son:

$$S = \frac{\Pi * \Phi^2}{4} \qquad ; \qquad R_H = \frac{\Phi}{2}$$

Los colectores serán de hormigón.

Para evitar obstrucciones y facilitar la limpieza se optará por diámetros mayores a los estrictamente obtenidos por cálculo (mínimo 400 mm) y se colocarán colectores como mínimo cada 200 metros.

3.11 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ARQUETAS Y SUMIDEROS.

3.11.1 ARQUETAS.

Según lo establecido en la Instrucción 5.2-IC se deberán disponer las arquetas necesarias para poder asegurar la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe. Deberán permitir su limpieza.

Las dimensiones en planta de las arquetas serán de 90 cm. en el sentido de la corriente por 40 cm. en el perpendicular.

3.11.2 SUMIDEROS

Los sumideros permiten el desagüe de dispositivos superficiales de drenaje (caces o cunetas) a un colector. Más concretamente, los sumideros que en este apartado se dimensionan, tiene por objeto desaguar las aguas de las cunetas de pie de desmonte hacia los colectores.

Se proyectan sumideros aislados de tipo horizontal (desagua por su fondo). Las barras de la rejilla se dispondrán paralelas al flujo.

Cada sumidero aislado deberá tener debajo una arqueta de la que pasará el agua al colector.

El tipo y las dimensiones de los sumideros, aún antes que las consideraciones hidráulicas, deberán tener en cuenta la seguridad de la circulación y el peligro de su obstrucción por basura procedente de la plataforma.

4 BALSAS DE DECANTACIÓN

En cuanto al sistema de drenaje, se distinguen las aguas de escorrentía procedentes del exterior de la obra, de las aguas de escorrentía que discurren por el interior. Dada la pequeña entidad de los taludes generados en la definición de la obra lineal, carece de sentido en este caso disponer cunetas de guarda, por lo que tan sólo se dispondrá, para las aguas interiores, unos canales que desaguarán en las balsas de decantación diseñadas para tal fin.

Se pretende conseguir una circulación del caudal a una velocidad muy pequeña, ocasionando así la precipitación de las partículas que se desplazan suspendidas en la vena líquida.

Para el cálculo de la longitud de la balsa de decantación se considera la velocidad de caída de las partículas propuesta por Newton. De acuerdo con este estudio, la velocidad de caída de las partículas de 0.4 mm. de Ø y 2.4 t/m^3 de densidad es de 0.05 m/s.

$$L = \frac{V_d \cdot h}{V_s - 0.04 \cdot V_d}$$

Siendo:

Vs = Velocidad de caída de la partícula, calculada por Stockes

Vd = Velocidad del agua en la balsa

h = altura del fluido

L = Longitud de la balsa

Consecuentemente, se han proyectado cinco balsas que pasamos a describir a continuación:

BALSAS DE DECANTACIÓN		
Balsa 1	Alto (m)	1,00
	Ancho (m)	0,50
	Largo (m)	2,00
	V_S (m/s)	0,05
Balsa 2	Alto (m)	1,00
	Ancho (m)	1,00
	Largo (m)	4,00
	V_S (m/s)	0,05
Balsa 3	Alto (m)	1,00
	Ancho (m)	0,70
	Largo (m)	4,00
	V_S (m/s)	0,05
Balsa 4	Alto (m)	1,00
	Ancho (m)	0,60
	Largo (m)	4,00
	V_S (m/s)	0,05
Balsa 5	Alto (m)	1,00
	Ancho (m)	0,60
	Largo (m)	2,00
	V_S (m/s)	0,05
Balsa 6	Alto (m)	1,00
	Ancho (m)	0,50
	Largo (m)	2,00
	V_S (m/s)	0,05

Tabla 4 – Características balsas proyectadas

5 DRENAJE TRANSVERSAL

5.1 INTRODUCCIÓN.

La función principal del drenaje transversal es la de restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, arroyos o ríos), permitiendo su paso bajo la carretera.

Otra función de dichas obras es la de efectuar el drenaje de la plataforma y sus márgenes.

Se justificarán los siguientes aspectos de las ODT:

- Dimensiones de la sección de desagüe
- Longitud
- Pendiente de la solera
- Material utilizado

Los condicionantes que impondrán dichos parámetros son:

- Caudal de cálculo a desaguar
- Altura máxima permisible de la lámina de agua a la entrada de la ODT
- Velocidad máxima del agua permitida

5.2 BASES DE CÁLCULO.

Para la comprobación/dimensionamiento del drenaje transversal se ha empleado el caudal obtenido para el periodo de retorno de 100 años, de acuerdo con la Instrucción de Drenaje 5.2-IC. La metodología seguida es:

1. Predimensionamiento de la sección de desagüe utilizando la fórmula de Manning-Strickler, que relaciona el caudal desaguado con la altura de la lámina libre del agua.

2. Comprobación del funcionamiento hidráulico de la ODT

3. Cálculo de la altura de la lámina de agua a la entrada de la ODT

4. Verificación de resultados.

5. Dimensionamiento definitivo.

Se ha intentado conjugar las longitudes del conducto drenante, con las pendientes longitudinales de la obra y las canalizaciones de entrada y salida para su conexión con el cauce natural.

El perfil longitudinal de las obras, se ha ajustado al perfil longitudinal del cauce sobre el que se implanta, siempre que las velocidades resultantes es mantengan por debajo de los máximos admisibles, si esto no es posible, la pendiente de la obra se ajusta para mantener las velocidades dentro de los límites indicados.

Legislación aplicada:

- Instrucción 5.2-IC

- Drenaje transversal de carreteras. Obras pequeñas de paso. Dimensionamiento hidráulico. MOPU.

- Instrucción 4.1-IC. Obras pequeñas de Fábrica.

5.3 DIMENSIONAMIENTO

En el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal, se han tenido en cuenta las recomendaciones incluidas en el Ap. 5.2.2.1 de la Instrucción de Drenaje 5.2-IC.

Para la determinación de la capacidad de desagüe de las obras de drenaje se ha aplicado la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = \frac{S * R_H^{2/3} * J^{1/2}}{n}$$

siendo:

n: coeficiente de rugosidad

S: sección de la ODT (m^2)

$R_{H:}$ Radio hidráulico

J: Pendiente en tanto por uno.

El coeficiente de rugosidad adoptado es n = 0,013.

Una vez comprobada la sección de la obra de fábrica existente, se calcula la altura de la lámina de agua y su velocidad.

5.4 COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

Siguiendo la Instrucción de Drenaje 5.2-IC de fecha 14/05/1990, se han determinado, tanto la sobreelevación del nivel de agua en las obras de drenaje, como el tipo de control que se produce a la salida de los conductos cerrados.

El proceso a seguir, es el siguiente:

- Suponer control a la entrada.
- Se calcula el nivel Hs específico a la entrada, evaluando en las curvas características de cada conducto. Hg sólo depende de la sección del conducto.
- Se comprueba que en el control de la entrada sí se cumplen las cuatro condiciones siguientes:

    1. Conducto recto, sección constante y pendiente J constante.
    2. y < yc ≥ D o H. Siendo:

3. (L/J) < (L/J) lím.

4. 4. HE < HE máx.

- Si no se cumpliera alguna de estas condiciones se tiene control a la salida. En este caso se calcula la sobreelevación a la entrada mediante la siguiente fórmula:

$$H_S = \left(1 + K_e + \frac{2gL}{R_h^{4/3}.K^2}\right) x \frac{V^2}{2g} - L \cdot J - \mu$$

A continuación se adjuntan los gráficos necesarios para el cálculo:

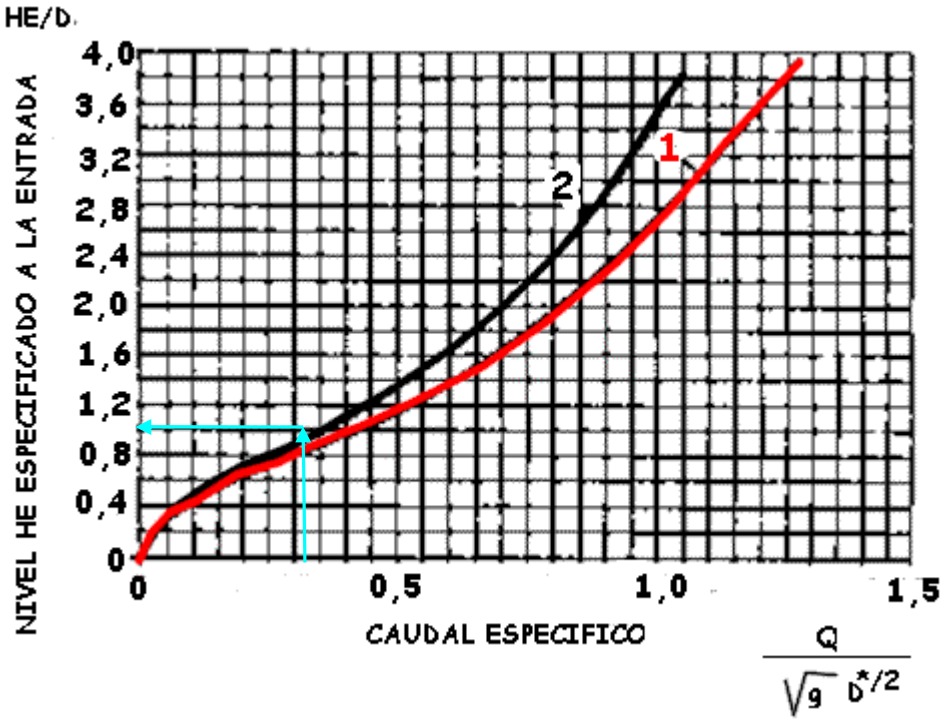


Figura 1 – Gráfico de control de entrada

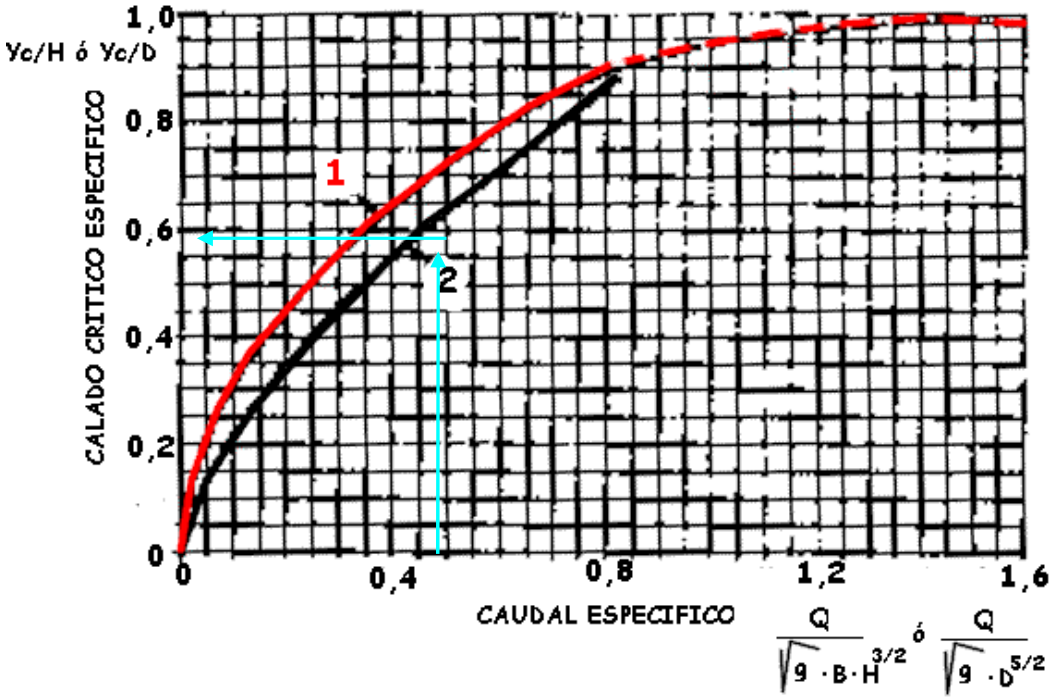


Figura 2 – Gráfico calado crítico específico-caudal específico

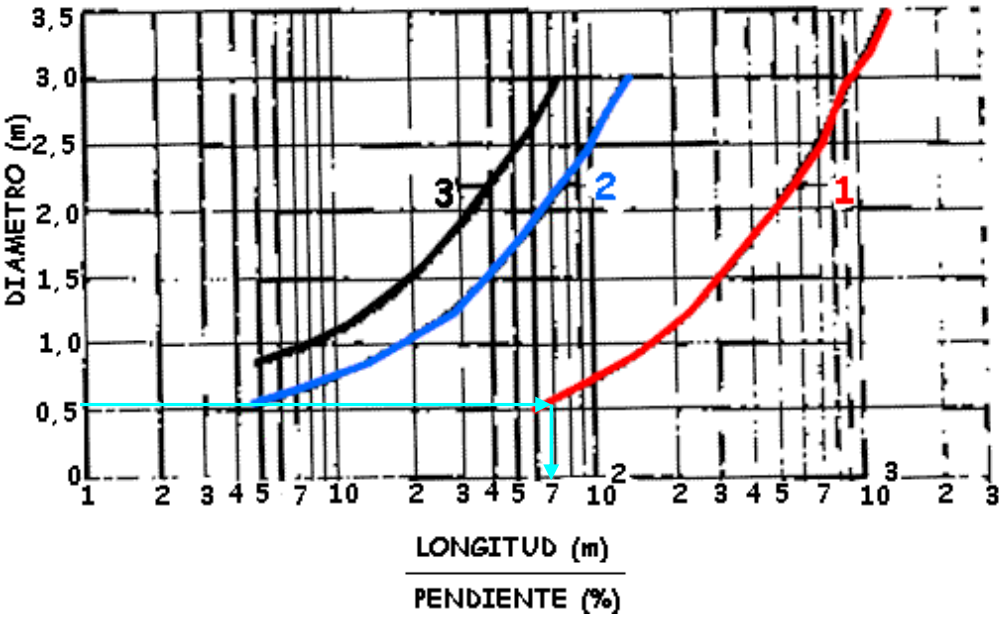


Figura 3 – Gráfico D-(L/pte)

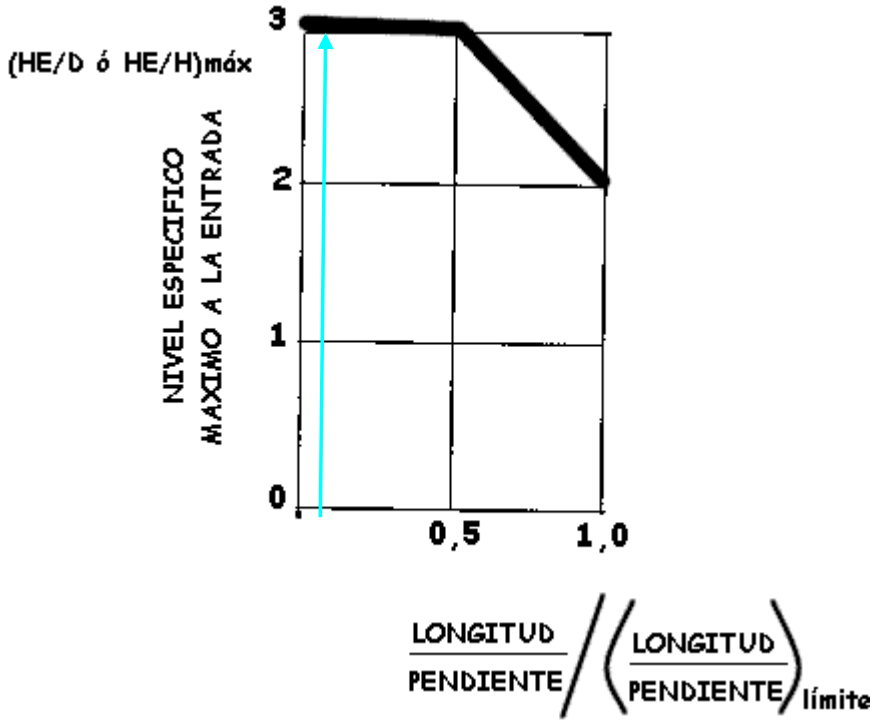


Figura 4 – Gráfico nivel específico máximo a la entrada.

Para evitar obstrucciones y facilitar la limpieza se optará por diámetros mayores a los estrictamente obtenidos por cálculo (mínimo 600 mm) y se colocarán las obras de drenaje transversal como mínimo cada 200 metros.

5.5 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y REPLANTEO

Los datos para el replanteo geométrico de las ODT se incluyen en sus respectivos planos. En todos los casos las boquillas son paralelas al eje de la carretera; dicha dirección se indica en los datos de replanteo del punto del eje.

Situada en planta la traza de la carretera, así como el pie del talud, se ha encajado en planta la ODT, siguiendo los criterios de la Norma.

El perfil de terreno y la carretera se obtiene directamente por medio del programa AutoCAD Civil 3D, determinándose los puntos inicial y final, en base a las dimensiones que se especifican para la obra, del cuerpo principal de las mismas.

Definidos los ángulos de las aletas en base a criterios hidráulicos siguiendo las recomendaciones de la Norma, la intersección entre dichas aletas con el pie del talud fija los puntos extremos de dichas aletas.

Dado que el programa de dibujo utilizado emplea un sistema de coordenadas UTM, la obtención de las coordenadas de los diferentes puntos no requiere ningún cálculo y no está sujeto a posibles errores salvo manejo y/o manipulación incorrecta de los archivos y programas.

6 INSTALACIONES DE DEPURACIÓN

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reúso.

Para este caso, se opta por el tratamiento in situ de las aguas residuales generadas, mediante la instalación de una fosa séptica prefabricada.

Se adoptará un tipo de fosa séptica que reproduce e intensifica de manera artificial y controlada, en poco espacio y breve tiempo, los mecanismos de auto depuración natural de los ríos, mediante fangos activos.

Para el funcionamiento mediante fangos activos en suspensión (conocido como sistema de aireación prolongada u oxidación total) se suministra aire a la planta con un soplante externo. Este aire se dispersa por difusores desde el fondo de la cámara de tratamiento interna. Este constante suministro sobredimensionado de oxigeno acelera la actividad aerobia digestiva de los microorganismos naturales.

La capacidad de tratamiento del sistema se multiplica gracias a la utilización de MBBR, soportes plásticos de lecho móvil en suspensión, que incrementan la superficie activa disponible y facilitan la proliferación de la biomasa en forma de biopelícula. Además, como estos soportes están en continuo movimiento, permiten una agitación inducida que degrada las materias densas, convirtiéndolas en agua tratada limpia y en fangos no tóxicos o contaminantes.

El aire inducido también actúa como un "ascensor de oxígeno" que recircula los fangos de la zona de decantación externa a la zona de tratamiento interna. Esta recirculación natural continua también asegura que ambas cámaras permanecen aerobias y no se producen gases. El proceso funciona las 24 horas del día de forma continua (regulable para las aplicaciones de uso temporal), de ahí la ausencia de olores.

Este ambiente enriquecido en oxígeno, altamente oxidante, permite obtener un grado de depuración superior al 95%, rendimiento superior al exigido por las normativas europeas y españolas, lo que hace que el agua tratada sea apta para riego soterrado.

El mantenimiento se limita a revisiones periódicas del soplante y a la retirada de fangos cada dos, tres o más años, dependiendo del grado de utilización.

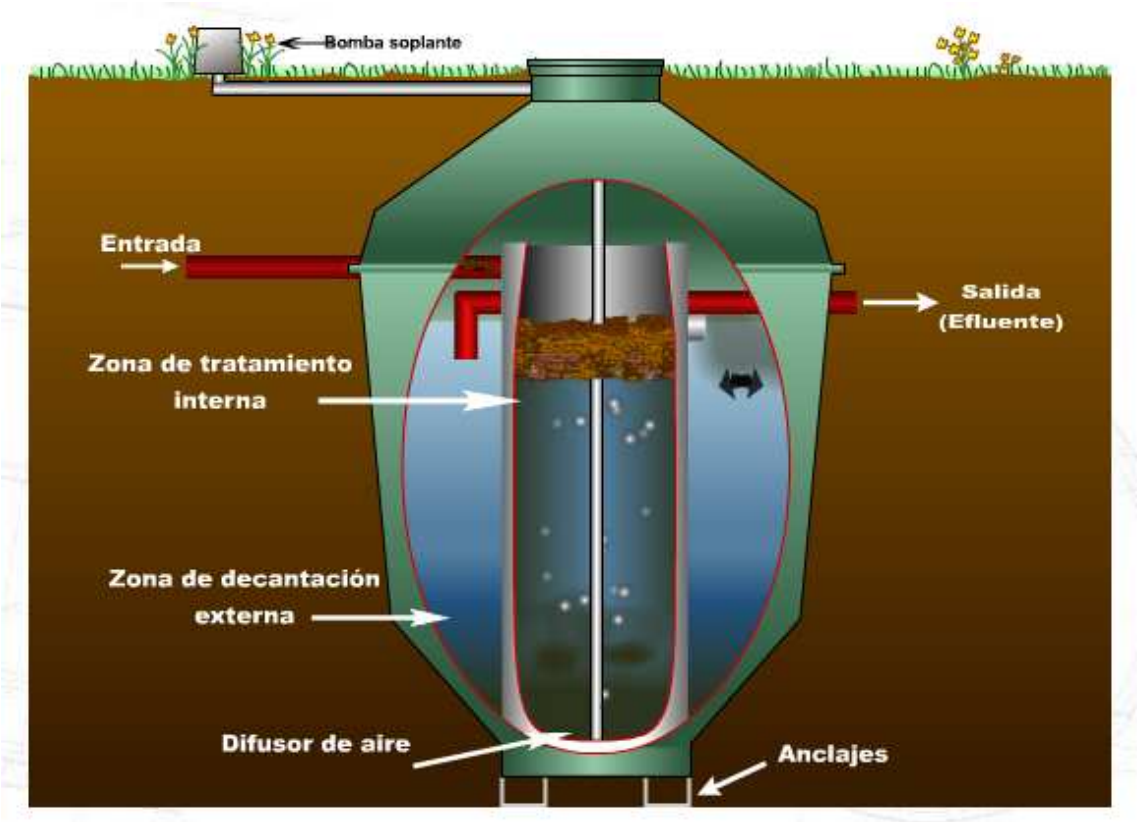


Figura 5 – Funcionamiento de la fosa séptica

Para obtener el tamaño de fosa séptica necesario, se toma como referencia que cada Habitante Equivalente (HE) tiene una dotación diaria de 200 litros de carga hidráulica o 60 gramos de carga orgánica (DBO5).

Para el cálculo de los HE utilizaremos el número de personas que se encontrarán trabajando tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación y teniendo en cuenta que cada persona representa 0.33 HE.

En este caso, se prevé un número de 15 personas trabajando durante la fase de construcción y un número de 5 personas durante la fase de explotación.

El tamaño de la fosa se escoge en función de la situación más desfavorable, que en este caso coincide con la fase de construcción con 15 trabajadores (Aproximadamente 5 HE).

Teniendo en cuenta la dotación anteriormente indicada, estos usuarios generarán un flujo de agua residual total que se estima en 1000 litros/día.

Según esto, el modelo adoptado es el siguiente:

Características Técnicas	**FOSA SÉPTICA**	
	Unidad	**MODELO ESCOGIDO**
Población máxima	HE	6
Caudal diario máximo	M3/día	1.2
Volúmen útil	M3	2.8
Peso	Kilos	220
Altura	Metros	2.37
Ancho	Metros	1.9
Longitud	Metros	1.9
Consumo kW / Día	kW	2.02

Tabla 5- Características de la fosa séptica escogida

El modelo de fosa séptica escogido cumple las normativas vigentes de aplicación:

NORMATIVAS				
	LEY	**GENERAL**	**DE AGUAS**	**MODELO ESCOGIDO**
	Tabla I	Tabla II	Tabla III	
DBO 5	300 mg/l	60 mg/l	40 mg/l	<20 mg/l
MES	300 mg/l	150 mg/l	80 mg/l	<30mg/l

Tabla 6 – Comprobación del cumplimiento de normativas

7 REFERENCIAS

7.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Períodos de retorno de cálculo 1
Tabla 2 – Velocidades máximas admisibles 11
Tabla 3 – Cálculo caudales cunetas 11
Tabla 4 – Características balsas proyectadas 16
Tabla 5- Características de la fosa séptica escogida 26
Tabla 6 – Comprobación del cumplimiento de normativas 26

7.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico de control de entrada 20
Figura 2 – Gráfico calado crítico específico-caudal específico 21
Figura 3 – Gráfico D-(L/pte) 21
Figura 4 – Gráfico nivel específico máximo a la entrada. 22
Figura 5 – Funcionamiento de la fosa séptica 25

PLANOS

LEYENDA

CR01 — AEROGENERADOR	CUNETA DE TIERRA
VIAL PROYECTADO	CUNETA DE HORMIGÓN
BALSA	ODT
TM CR1 — TORRE METEOROLÓGICA	ODL

CUNETA DE HORMIGÓN

CUNETA DE TIERRA

PETICIONARIO		FECHA	NOMBRE
norvento enerxía	PROYECTADO	Septiembre-11	NORVENTO
	DIBUJADO	Septiembre-11	NORVENTO
	COMPROBADO	Septiembre-11	NORVENTO

INSTALACION

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO CARRACEDO

LOS AUTORES DEL PROYECTO

ING. DE MONTES: CELIA MASEDA VALIÑO

ING. TEC. AGRÍCOLA: JESÚS BLANCO ROZAS

TÍTULO

PLANTA DRENAJE

ESCALAS:	CÓDIGO
1:4.000	I1095-05-AN-11-PL

PLANO Nº	Ver./Rev.	HOJA
01	01.00	1 de 1

ANEXO XII. PLAN DE CONTROL DE DISPOSITIVOS DE DRENAJE

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 PLAN DE SEGUIMIENTO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE 2

2.1 OBJETIVOS 4

2.1.1 CONTROL SOBRE LA EROSIONABILIDAD DEL SUELO 4

2.1.2 CONTROL SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS 5

2.1.3 CONTROL SOBRE LA AFECCIÓN A LA FAUNA 5

2.2 PERIODICIDAD DEL SEGUIMIENTO SOBRE LOS DISPOSITIVOS DE DRENAJE6

2.2.1 PERIODICIDAD DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS 6

2.2.2 PERIODICIDAD DURANTE LA ÉPOCA SECA 6

3 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS 7

3.1 MINIMIZACION DEL IMPACTO SOBRE LA EROSIONABILIDAD DEL SUELO ... 7

3.1.1 MEDIDAS APLICABLES SOBRE EL DRENAJE LONGITUDINAL 7

3.1.1.1 Barreras de agua 8

3.1.1.2 Estabilización de pendientes 9

3.1.1.3 Revegetación 9

3.1.2 MEDIDAS APLICABLES SOBRE EL DRENAJE TRANSVERSAL 10

3.2 MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS 11

4 REFERENCIAS 14

4.1 ÍNDICE DE FIGURAS 14

1 INTRODUCCIÓN

El trazado de los viales que se construirán en la zona del parque eólico puede provocar una serie de afecciones sobre las líneas de drenaje natural.

Con el fin de minimizar dichas afecciones se ha diseñado, tal como puede verse en el *Anexo 11. Sistemas de drenaje y depuración*, un sistema de drenaje que tiene por objeto el mantenimiento del régimen de escorrentía natural del terreno en unas condiciones equiparables a las existentes antes de la construcción del proyecto. Para ello, se contempla la implantación de unos elementos destinados a resolver y minimizar los posibles efectos ambientales que pudieran devenir de dichos viales frente a la circulación superficial de las escorrentías procedentes de las precipitaciones pluviales. Así mismo, se tendrá en cuenta que una parte de los elementos que constituyen la red de drenaje podrán actuar como pasos de fauna, hecho que tiene implicaciones sobre su estructura y diseño.

En el presente documento se describe el plan de seguimiento y control ambiental sobre los dispositivos de drenaje. Este plan tiene una doble función, por un lado corroborar su buen funcionamiento permitiendo un correcto flujo de las aguas, y por otro lado, se comprobará que estas infraestructuras no estén desencadenando afecciones ambientales como podrían ser la erosión del suelo o mortalidad sobre determinados grupos faunísticos.

2 PLAN DE SEGUIMIENTO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE DRENAJE

Como ya se ha mencionado, el sistema de drenaje superficial tiene por objetivo el mantenimiento del régimen de escorrentía natural del terreno en unas condiciones equiparables a las actuales tras la construcción de la red de viales y el resto de infraestructuras.

El adecuado funcionamiento del sistema de drenaje se manifiesta por:

- **Ausencia de erosión**: un conveniente sistema de drenaje recogerá las aguas de escorrentía y las conducirá apropiadamente sin que tomen direcciones inadecuadas o altas velocidades, o cual podría provocar erosión en sus diversos grados (laminar, regueros, cárcavas, etc.)

- **Ausencia de vertidos inadecuados**: un sistema de drenaje eficiente conducirá las aguas de escorrentía en la dirección adecuada sin que se ocasionen vertidos improcedentes a los cursos de agua.

- **Ausencia de afección sobre fauna**.

Dentro del plan de vigilancia ambiental se contempla el seguimiento específico del funcionamiento del sistema de drenaje. Este seguimiento se comenzará una vez finalizada la construcción del sistema.

Los potenciales impactos que puede generar el sistema de drenaje, a priori, van a incidir sobre tres factores:

- Sobre el suelo

- Sobre las aguas

- Sobre la fauna

Atendiendo a esto, se programará un plan de seguimiento que se centrará en estudiar, de una manera u otra, los efectos sobre estos componentes del medio. Se realizarán visitas periódicas durante la fase de construcción y explotación del parque eólico, haciendo especial hincapié en las siguientes actividades:

- Vigilancia del correcto funcionamiento de los canales interiores ejecutados para la obra y del estado de la balsa o balsas de decantación a la cual viertan.

- Vigilancia de las cunetas de recogida y evacuación de aguas pluviales y de los puntos de vertido, para observar y corregir la posible erosión debida a la canalización del agua, y retirar, cuando sea necesario, los sedimentos o piedras que pudiesen obstaculizar el fluir del agua.

- Seguimiento de las embocaduras de aleta y la escollera de hormigón-piedra, comprobando que el agua a la salida de las embocaduras no alcance la velocidad necesaria para el arrastre de partículas, y que las escolleras se encuentren libres de sedimentos.

- Seguimiento de los pozos de entrada a las ODTs, comprobando que el acúmulo de sedimentos no alcance la altura del tubo de drenaje.

- Seguimiento del estado de revegetación llevada a cabo en el entorno de las salidas de las ODTs, ya que una buena cubierta vegetal minimiza el grado de erosión.

- Análisis de la calidad de las aguas de cursos próximos al parque, tanto durante la fase de construcción del parque eólico como durante su posterior explotación. Estas analíticas serán realizadas por laboratorios homologados. Dentro de los parámetros analizados, el más significativo en cuanto a funcionamiento de la red de drenaje, es el de sólidos en suspensión. Desarrollado en el anexo correspondiente.

- Seguimiento sobre todos los elementos de la red de drenaje que puedan suponer una trampa en la que caigan de forma accidental pequeños vertebrados. Desarrollado en el anexo correspondiente.

El presente documento se limita a establecer aspectos relacionados con el control del funcionamiento del sistema de drenaje y las afecciones sobre el suelo, además de marcar las pautas de la temporalidad del seguimiento ambiental que también servirá para comprobar la incidencia sobre la fauna.

2.1 OBJETIVOS

Este seguimiento ha de servir para comprobar el buen funcionamiento hidrológico de sistema de drenaje a la par que servirá para verificar que no se estén produciendo impactos ambientales inadmisibles. Para ello, se podrá establecer una vigilancia periódica dirigida fundamentalmente a:

- Vigilancia de las cunetas de recogida y evacuación de aguas pluviales y de los puntos de vertido, con el fin de comprobar y corregir el posible grado de erosión derivado de la canalización del agua y de su flujo de salida.

- Posibilidad de afección a las diferentes cuencas de los cursos de agua existentes

- Seguimiento sobre los elementos que conforman la red de drenaje con el fin de comprobar que no se están generando episodios de mortalidad sobre anfibios, reptiles y micromamíferos.

2.1.1 CONTROL SOBRE LA EROSIONABILIDAD DEL SUELO

El agua puede ser un factor erosivo muy enérgico. Este hecho puede verse agudizado cuando el suelo se ha quedado desprotegido de vegetación y sometido a las lluvias y escorrentías. El suelo, desprovisto de la capa superficial pierde la materia y entra en un proceso de deterioro que puede generar modificaciones estructurales como la formación de cárcavas y deslizamientos.

El potencial de erosión para áreas con pendientes pronunciadas es una función tanto de la cohesión del suelo como del ángulo de inclinación de la pendiente. En relación con el sistema de drenaje implantado, los puntos más conflictivos sobre los que se centrará la vigilancia son las zonas del drenaje longitudinal que discurran sobre pendientes y las aletas de salida del sistema de drenaje transversal, pues en estos puntos es donde la velocidad del agua puede alcanzar sus máximos y provocar afecciones sobre el componente edáfico.

En todo caso, e caso de que se desencadene este tipo de afección su magnitud se limitará a pequeñas superficies del terreno sobre las cuales se podrán desarrollar medidas preventivas y correctoras que sirvan para evitarlo.

2.1.2 CONTROL SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

El flujo de agua que discurre por el sistema de drenaje lleva asociado un arrastre de partículas, este fenómeno podrá ser más conspicuo en determinados momentos de la fase de construcción e inicio de explotación, hasta que se recupere una cubierta vegetal que permita una mejor infiltración de la aguas.

Si los flujos de agua con elevados contenidos de partículas llegasen a alcanzar los cauces naturales de la zona podrían desencadenar cambios en su composición físico-química y en sus procesos de sedimentación, pudiendo originar a posteriori problemas de eutrofización y contaminación.

Durante la fase de obra se llevará a cabo un seguimiento exhaustivo del correcto funcionamiento de los canales interiores y de la balsa de decantación instalados durante la fase de obra, y prestará especial atención a los acopios de material o escombro y a las escorrentías en las proximidades de zonas alteradas, a la par que se dará cumplimento a lo establecido el Plan de Seguimiento Sobre la Calidad de las Aguas que se detalla en el anexo correspondiente.

Durante la fase de explotación se realizarán inspecciones visuales para detectar posibles afecciones en el parque y sus zonas limítrofes (vertidos de aceite como consecuencia de derrames en los aerogeneradores, cambios de color en el agua,...). Además se realizarán muestreos en los puntos representativos de la zona de afección del parque, según lo señalado en el *Anexo 10. Plan de seguimiento de la calidad de las aguas*.

2.1.3 CONTROL SOBRE LA AFECCIÓN A LA FAUNA

El plan de seguimiento sobre el sistema de drenaje servirá para comprobar la afección que estas infraestructuras pueden generar sobre los anfibios, reptiles y micromamíferos presentes en el área de afección.

La influencia que puede ejercer el sistema de drenaje sobre estos grupos de fauna se define en el anexo correspondiente (*Anexo 8. Minimización del impacto sobre herpetofauna y mamíferos*).

2.2 PERIODICIDAD DEL SEGUIMIENTO SOBRE LOS DISPOSITIVOS DE DRENAJE

Es importante establecer un calendario de visitas periódicas con el fin de comprobar el funcionamiento del sistema de drenaje. Este calendario se programará en función del régimen pluviométrico de la zona concreta, de manera que se podrán aumentar los controles en los periodos de lluvias, pudiendo dilatarlos en los periodos más secos.

Además de las visitas planificadas, se realizarán comprobaciones en momentos críticos puntuales como pueden ser jornadas de temporales con fuertes precipitaciones. Las visitas realizadas para este seguimiento se podrán integrar con otras acciones de seguimiento y vigilancia ambiental.

Durante la fase de obras el seguimiento de los dispositivos de drenaje será continuo. Durante la fase de explotación se atenderá a lo dispuesto a continuación.

2.2.1 PERIODICIDAD DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS

De forma general, las mayores precipitaciones tienen lugar entre los meses de octubre y abril, por lo que a lo largo de estos siete meses el control sobre los sistemas de drenaje podrá ser más exhaustivo.

Para ello se propone un número de visitas mínimas para comprobar la totalidad de los elementos de drenaje al menos una vez cada dos meses.

De esta forma, al final de la estación de lluvias se habrá realizado un seguimiento ambiental en el que se controlaron todos los elementos del sistema de drenaje en un mínimo de tres ocasiones. Lo que a priori, parece más que suficiente para detectar y corregir los posibles impactos derivados del funcionamiento del sistema de drenaje.

2.2.2 PERIODICIDAD DURANTE LA ÉPOCA SECA

Durante el periodo comprendido entre los meses de mayo y agosto, las lluvias acaecidas disminuyen, por lo que la necesidad sobre el control de los sistemas de drenaje también se podrá ver reducida.

Durante este periodo, se llevará a cabo un número de visitas suficiente para lograr una única revisión del total de los elementos que componen la red de drenaje.

3 MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS

En el siguiente apartado se tratarán las medidas correctoras a desarrollar para minimizar el posible impacto que el sistema de drenaje pudiera generar sobre el suelo por procesos erosivos y también sobre la posibilidad de afección sobre las aguas de las cuencas próximas a la zona.

Las medidas y minimización del impacto de los elementos que integran la red de drenaje en relación con la fauna se han tenido en cuenta en el anexo correspondiente.

3.1 MINIMIZACION DEL IMPACTO SOBRE LA EROSIONABILIDAD DEL SUELO

Las acciones aquí descritas van encaminadas a evitar la pérdida de suelo como consecuencia de la acción de los flujos de agua. Los puntos más conflictivos y sobre los que se va actuar de manera preventiva son aquellos donde la circulación del agua alcanza mayores velocidades. Estos lugares van a ser las zonas del drenaje longitudinal con mayores pendientes y las aletas de salida de los elementos del drenaje transversal.

3.1.1 MEDIDAS APLICABLES SOBRE EL DRENAJE LONGITUDINAL

En case de considerarse oportuno, se instalarán dispositivos de control de erosión en áreas con pendientes mayores al 10%. Estos dispositivos se ubicarán inmediatamente después de la nivelación final.

Existen diferentes tipos de dispositivos y procedimientos para el control de la erosión, entre ellos hay varios con posibilidades de aplicación en el proyecto que nos ocupa:

- Barreras de agua para desviar/ direccionar el drenaje del agua de escorrentía.
- Estabilización de pendientes.
- Revegetación de zonas adyacentes a las cunetas

3.1.1.1 Barreras de agua

La cantidad y el tipo de dispositivos para desviar/direccionar el drenaje de agua de escorrentía deberán estar en función del nivel estimado de riesgo.

Las barreras de agua (rompe corrientes o rompe pendientes) son pequeñas bermas o diques que son construidos en áreas susceptibles de ser erosionadas, direccionando el agua a sectores poco sensibles a erosionables o a canales colectores. Son técnicas estándar de control de erosión que se podrán utilizar con el objeto de proteger el suelo.

De forma general, las barreras de agua serán instaladas perpendicularmente a la pendiente y orientadas de forma diagonal en zonas de pendientes pronunciadas. Su finalidad es el controlar la erosión, reduciendo y acortando el área de escurrimiento dentro de las mismas.

Las barreras de agua se mantendrán y repararan periódicamente de acuerdo a las necesidades, con el objeto de garantizar la estabilidad de las zonas de pendientes pronunciadas o de prevenir el inicio de procesos erosivos.

Las barreras de agua desviarán el agua de escorrentía a un área con vegetación adyacente. Si no se cuenta con dicha área vegetada, se instalaran cercas de material o malla filtrante (silt fences, geotextiles) con el fin de filtrar las aguas de escorrentía en el punto de salida del de la barrera rompe corriente.

Figura 1 – Modelo de barrera de agua construido en mampostería sobre el drenaje longitudinal

3.1.1.2 Estabilización de pendientes

La estabilización de pendientes en relación a los drenajes longitudinales se realizará mediante la construcción de dispositivos de control de erosión y sedimentación (incluyendo rompe corrientes, cercas de malla filtrante, etcétera), así como a través de la restauración y revegetación posterior.

El geotextil de gran porosidad, favorece la circulación de las aguas en su plano y disipa las presiones intersticiales gracias a su elevada permeabilidad horizontal y gran transmisividad aún bajo fuerte compresión, por lo que puede tratarse de un elemento adecuado para estabilizar y suavizar las pendientes sobre las que discurre el flujo de agua.

3.1.1.3 Revegetación

Esta medida mejorará la cobertura de la vegetación adyacente a las cunetas que conforman la red de drenaje longitudinal. Se prestará especial atención sobre las zonas más degradadas, los taludes más pronunciados o donde la vegetación es inexistente.

Con esta medida, además de atenuar la incidencia visual de las obras del drenaje, se verán favorecidas las condiciones de infiltración de las aguas pluviométricas y de escorrentía. Por lo que el efecto erosivo de las mismas resultará mitigado.

Figura 2 – Revegetación de talud y zonas adyacentes a la cunetas que conforman el drenaje longitudinal

3.1.2 MEDIDAS APLICABLES SOBRE EL DRENAJE TRANSVERSAL

Al igual ocurre con el drenaje longitudinal, los elementos de drenaje transversal pueden actuar como elementos favorecedores del la erosión del suelo. Este hecho va a estar relacionado con la velocidad de salida del flujo del agua desaguada.

Con el fin de minimizar este potencial impacto se recurrirá a la colocación de elementos que rompan este flujo turbulento de las aguas, logrando una disminución de su velocidad y por tanto, la pérdida de su capacidad erosiva.

Entre los elementos más efectivos contrastados por NORVENTO, se encuentra la instalación de una solera de mampostería como prolongación de las aletas de desembocadura o desagüe de los elementos de drenaje transversal.

Estas estructuras logran de forma muy eficiente su cometido en cuanto que evitan la erosión del suelo, pero además, se muestran como elementos que facilitan el empleo de las ODTs como zonas de paso por diferentes grupos de fauna.

Figura 3 – Solera de manposteria localizada en un desagüe de una ODT

3.2 MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

La causa fundamental que puede provocar cambios en la calidad de las aguas de los cauces naturales de la zona es el aporte de sedimentos arrastrados por el sistema de drenaje implantado.

Durante la fase de obras, tal y como se señala en el *Anexo 11. Sistemas de drenaje y depuración*, entre otras medidas, se procederá a la instalación de canales interiores que desemboquen en balsas de decantación construidas a tal efecto.

Para minimizar el posible impacto durante la fase de explotación, se ha diseñado una red de drenaje con elementos que sirven para corregir el efecto que el arrastre de sedimentos podría tener. Así, en la entrada de cada ODT se establece un pozo de decantación que va a retener el arrastre de materiales. En cuanto a la red de drenaje longitudinal, en determinados lugares como los puntos de fin de cuneta, también se proyectan pozos de decantación.

Los pozos de entrada a las ODTs y los pozos de fin de cuneta deben de tener la profundidad suficiente para que actúen como sedimentadores y permitan la salida de agua limpia. Se les podrá dotar de un trámex para evitar posibles daños a la fauna o a las personas.

Figura 4 – Arqueta de entrada a una ODT provista de pozo de decantación y rejilla traméx de protección

Figura 5 – Instalación de pozo de decantación localizados en un fin de cuneta

Periódicamente se deben limpiar los pozos de decantación creados a lo largo de toda la red de drenaje y se deben volver a asegurar las redes instaladas con el objetivo de que no se produzcan arrastres de sedimentos.

En el caso de que el grado de erosión existente en el área alcance un carácter crítico o severo, deberán adoptarse unas determinadas medidas correctoras con el fin de reducir o eliminar lo antes posible la situación generada.

- Recogida inmediata de los sedimentos generados con el fin de que éstos no alcancen los cursos de agua de la zona.

- Colocación de mallas de retención de sedimentos en las zonas en las que se ha generado la erosión o desprendimientos en tanto no se proceda a dar solución a la causa de la erosión.

- Revegetación: Se revegetará la zona afectada por la escorrentía, ya que el grado de erosión se reduce enormemente si existe una adecuada cubierta vegetal. Ésta, actúa directamente al impedir la acción de los agentes meteorológicos (principalmente la lluvia) e indirectamente, al mejorar otras características que consiguen reducción del grado de erosión (mejora de la permeabilidad, aumento de la resistencia a arrastres, etc).

Figura 6 – Malla temporal de retención de sedimentos localizada en una salida de ODT

En caso necesario se restaurarán de nuevo los taludes de viales y plataformas pues un talud bien revegetado es determinante en cuanto al grado de erosión que va a sufrir una cuenca. Además en un talud estable no se producen desprendimientos.

En los controles a realizar se evaluará de forma continuada la eficacia de las medidas correctoras y protectoras planteadas y la necesidad de disponer otras medidas adicionales.

4 REFERENCIAS

4.1 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de barrera de agua construido en mampostería sobre el drenaje longitudinal 8
Figura 2 – Revegetación de talud y zonas adyacentes a la cunetas que conforman el drenaje longitudinal 9
Figura 3 – Solera de manposteria localizada en un desagüe de una ODT 10
Figura 4 – Arqueta de entrada a una ODT provista de pozo de decantación y rejilla traméx de protección 11
Figura 5 – Instalación de pozo de decantación localizados en un fin de cuneta 12
Figura 6 – Malla temporal de retención de sedimentos localizada en una salida de ODT..... 13

ANEXO XIII. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

INDICE

1 REPORTAJE FOTOGRÁFICO 1

2 REFERENCIAS 7

2.1 ÍNDICE DE FIGURAS 7

1 REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Figura 1 – Emplazamiento aerogenerador CR 01, en zona de pastizal aprovechado a diente por el ganado vacuno y equino que vaga por la zona. El vial principal del P.E. Carracedo discurrirá por dicho pastizal desde, aproximadamente, la antena que se vislumbra al fondo.

Figura 2 – Detalle del emplazamiento aerogenerador CR 02, situado en brezal/tojal.

Figura 3 – Emplazamiento aerogenerador CR 03; al fondo ganado equino, muestra de la elevada presión ganadera que sufre la zona.

Figura 4 – Zona de ubicación de la Subestación eléctrica, sobre tojal denso, si bien de escaso porte.

Figura 5 – Vista desde la Subestación, del pueblo de Santa María de Bretoña.

Figura 6 –Pastizal por el cual se ejecutará el vial de acceso a la torre meteorológica TM CR01.

Figura 7 –Nacimiento del Río de Turia, en las proximidades del vial de acceso a la torre meteorológica TM CR01.

Figura 8 – Vista, desde la ubicación del aerogenerador CR 03, de la cantera "Cruz da Cancela, Nº 321" explotada por la empresa Hergaya.

Figura 9 – Vista de obra de la Autovía del Cantábrico A8, y del parque eólico Farrapa, situados al noroeste de la zona de ubicación del futuro Parque Eólico Carracedo.

Figura 10 – Monte de Carracedo, en el cual se emplazan las infraestructuras de proyecto, desde la carretera LU-125.

Figura 11 – Nueva vista del Monte de Carracedo (al fondo de la imagen) desde el pueblo de Fontao.

Figura 12 – Simulación gráfica de la ubicación de los aerogeneradores y de la torre meteorológica del Parque Eólico Carracedo.

2 REFERENCIAS

2.1 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Emplazamiento aerogenerador CR 01, en zona de pastizal aprovechado a diente por el ganado vacuno y equino que vaga por la zona. El vial principal del P.E. Carracedo discurrirá por dicho pastizal desde, aproximadamente, la antena que se vislumbra al fondo. 1
Figura 2 – Detalle del emplazamiento aerogenerador CR 02, situado en brezal/tojal. 1
Figura 3 – Emplazamiento aerogenerador CR 03; al fondo ganado equino, muestra de la elevada presión ganadera que sufre la zona. 2
Figura 4 – Zona de ubicación de la Subestación eléctrica, sobre tojal denso, si bien de escaso porte. 2
Figura 5 – Vista desde la Subestación, del pueblo de Santa María de Bretoña. 3
Figura 6 –Pastizal por el cual se ejecutará el vial de acceso a la torre meteorológica TM CR01. 3
Figura 7 –Nacimiento del Río de Turia, en las proximidades del vial de acceso a la torre meteorológica TM CR01. 4
Figura 8 – Vista, desde la ubicación del aerogenerador CR 03, de la cantera "Cruz da Cancela, Nº 321" explotada por la empresa Hergaya. 4
Figura 9 – Vista de obra de la Autovía del Cantábrico A8, y del parque eólico Farrapa, situados al noroeste de la zona de ubicación del futuro Parque Eólico Carracedo. 5
Figura 10 – Monte de Carracedo, en el cual se emplazan las infraestructuras de proyecto, desde la carretera LU-125. 5
Figura 11 – Nueva vista del Monte de Carracedo (al fondo de la imagen) desde el pueblo de Fontao. 6
Figura 10 – Simulación gráfica de la ubicación de los aerogeneradores y de la torre meteorológica del Parque Eólico Carracedo. 6

ANEXO XIV. ESTUDIO DE EFECTOS ACUMULATIVOS

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS 3

2.1 NIVEL SONORO AMBIENTAL 4

2.1.1 INTRODUCCIÓN 4

2.1.2 METODOLOGÍA 4

2.1.3 RESULTADOS 8

2.1.4 VALORACIÓN 9

2.2 EMISIONES LUMINOSAS 10

2.2.1 VALORACIÓN 10

2.3 CALIDAD DEL AIRE 11

2.3.1 INTRODUCCIÓN 11

2.3.2 METODOLOGÍA 11

2.3.3 RESULTADOS 12

2.3.4 VALORACIÓN 12

2.4 FAUNA 13

2.4.1 INTRODUCCIÓN 13

2.4.2 METODOLOGÍA 14

2.4.3 RESULTADOS 16

2.4.4 VALORACIÓN 16

2.5 IMPACTO VISUAL Y PAISAJÍSTICO 17

2.5.1.1 Intervisibilidad 18

2.5.2 VALORACIÓN 21

2.6 SOCIOECONOMÍA 21

3 MEDIDAS CORRECTORAS Y EFECTOS ACUMULATIVOS 23

4 REFERENCIAS 24

4.1 ÍNDICE DE TABLAS 24

4.2 ÍNDICE DE FIGURAS 24

1 INTRODUCCIÓN

En general, se define el impacto acumulativo como la incidencia derivada de la presencia simultánea de varias acciones de proyecto con potencial impacto sobre idénticos factores ambientales, de forma que el impacto global sobre el entorno, con la ejecución del proyecto evaluado, sea:

- Superior a la suma de los impactos individuales de cada uno de los Parques (efecto sinérgico).
- Igual a la suma de los impactos individuales de cada uno de los Parques (efecto aditivo).

El criterio seguido para la determinación del alcance de la evaluación de efectos acumulativos es, en principio, el establecido en base a lo dispuesto por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, que en su Anexo I, establece la obligación de someter a estudio de impacto ambiental *"las instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos), que dispongan de 50 o más aerogeneradores, o que se encuentren a menos de 2 km de otro parque eólico"*, si bien en el presente EsIA, en atención a lo dispuesto en el informe de fecha 6 de septiembre de 2011 de la *Secretaría Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental*, de cara al análisis de los efectos acumulativos del parque eólico Carracedo con otras infraestructuras de la misma naturaleza, se han considerado los siguientes parques eólicos:

Parque Eólico A Pastoriza

El Parque Eólico A Pastoriza se sitúa al Norte y Sureste del proyectado Parque Eólico Carracedo, cuyo aerogenerador diseñado más próximo es el CR 03, situado a una distancia aproximada de 1.260 metros.

Las características básicas del proyecto presentado son las siguientes:

- Número de aerogeneradores: 11.
- Modelo: VESTAS 112.
- Potencia unitaria por aerogenerador: 3.000 kW.
- Altura de las torres: 119 m.

- Diámetro del rotor: 112 m.

Parque Eólico Farrapa I, Fase I

El Parque Eólico Farrapa I Fase I se sitúa al Noroeste del proyectado Parque Eólico Carracedo, a una distancia aproximada de 3.150 metros del aerogenerador CR 01 proyectado.

Las características básicas del parque Farrapa I, Fase I son las siguientes:

- Número de aerogeneradores: 10.
- Modelo: G87 2MW.
- Potencia unitaria por aerogenerador: 2.000 kW.
- Altura de las torres: 78 m.
- Diámetro del rotor: 86,6 m.

Parque Eólico Farrapa I, Fase II

El Parque Eólico Farrapa I Fase II se sitúa al Oeste del proyectado Parque Eólico Carracedo, a una distancia aproximada de 5.190 metros del aerogenerador CR 01 proyectado.

Las características básicas del parque Farrapa I Fase II son las siguientes:

- Número de aerogeneradores: 15.
- Modelo: G87 2MW.
- Potencia unitaria por aerogenerador: 2.000 kW.
- Altura de las torres: 78 m.
- Diámetro del rotor: 86,6 m.

2 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

Se valoran a continuación tan sólo aquellos impactos que se ha considerado puedan suponer efectos acumulativos (aditivos y/o sinérgicos). Para ello, se tienen en cuenta los siguientes condicionantes:

- Carácter localizado en el ámbito concreto de actuación: existen impactos que por sus características, están restringidos al área de actuación concreta del proyecto y por lo tanto no van a generar efectos acumulativos con los parques próximos (por ejemplo, contaminación de suelos).

- No coexistencia en el tiempo de los impactos: el proyecto no coincidirá temporalmente en su construcción con el del parque eólico Farrapa I, Fases I y II, pues ya están en funcionamiento; además es poco probable que coincida con el del parque eólico A Pastoriza pues, aún perteneciendo al miso promotor, son esperables desarrollos diferentes en lo que a su tramitación se refiere. Se desestiman, por tanto, para la valoración de los impactos susceptibles de ser acumulativos, todos aquellos asociados a la fase de construcción del proyecto.

- Aplicación del criterio de la mínima afección ambiental: se asume que el parque en explotación, con respecto al cual se realiza el estudio de efectos acumulativos, se ha desarrollado siguiendo el criterio de afectar en el menor grado posible los valores naturales del entorno, tal y como se ha realizado en el diseño del Parque Eólico Carracedo que nos ocupa, según lo explicado en el apartado de Análisis de Alternativas. Por su parte, el parque eólico en tramitación, P.E. A Pastoriza, también considerado en el presente estudio, ha aplicado durante su diseño los criterios de minimización ambiental expuestos en el presente EsIA.

- Medidas protectoras, correctoras y compensatorias aplicadas: para la valoración de los efectos sinérgicos aquí indicados, se ha presupuesto la aplicación de medidas correctoras por parte de los promotores correspondientes. Es decir, que las medidas adoptadas para llevar a cabo la revegetación de los parques tras las obras o las medidas para reducir las afecciones de drenajes, entre otras, han sido o serán implementadas. En consecuencia, no se esperan impactos significativos sobre estos factores, susceptibles de generar efectos aditivos y/o sinérgicos con el proyectado.

- Dificultad de acceso a la información de carácter ambiental de los parques de otros promotores. Con el fin de completar convenientemente el estudio de efectos acumulativos, se ha solicitado a la Dirección Xeral de Industria, Enerxía e Minas de la Consellería de Economía e Industria, el acceso tanto a los estudios del medio y estudios preoperacionales realizados en el parque P.E. Farrapa I, Fases I y II, como a los resultados de los programas de vigilancia y seguimiento ambiental correspondientes a las fases de obra y explotación de la infraestructura señalada. Los estudios ambientales correspondientes al P.E. A Pastoriza se han tenido en cuenta en el desarrollo del presente estudio.

Por tanto las variables ambientales finalmente seleccionadas y consideradas con posibilidad de producir efectos acumulativos de relevancia significativa (tanto positivos como negativos), son las siguientes:

- Nivel sonoro ambiental.
- Emisiones luminosas
- Calidad del aire.
- Fauna
- Paisaje
- Socioeconomía

2.1 NIVEL SONORO AMBIENTAL

2.1.1 INTRODUCCIÓN

Tal y como se detalla en la memoria del presente EsIA, el impacto sonoro en fase de explotación proviene básicamente del funcionamiento de los aerogeneradores.

2.1.2 METODOLOGÍA

Se seguirá el procedimiento descrito a continuación:

1. Selección de puntos de control

Para evaluar el impacto acústico acumulativo se localizan núcleos de población que se encuentren dentro de la intersección de un búffer de 1.000 m que toma como centro cada uno de los aerogeneradores de los parques. Se estima que a distancias superiores el ruido ambiental (tráfico rodado, maquinaria agrícola, núcleos poblados…) enmascara al generado durante el funcionamiento de un parque eólico, lo cual hace despreciable la contribución sonora del parque a mayores distancias, de cara a superar los valores límites legales. De no existir núcleos de población a esa distancia, se atenderá a un segundo búffer de 2000 m procedente de los parques eólicos, escogiendo en estos casos los núcleos de población que se estimen más representativos para cada solape.

En las imágenes siguientes se muestra que no existe ningún núcleo de población catalogado, localizado dentro del solape del área de influencia respectivamente de 1000 m y de 2000 m de los parques eólicos existentes y en tramitación próximos al parque eólico Carracedo:

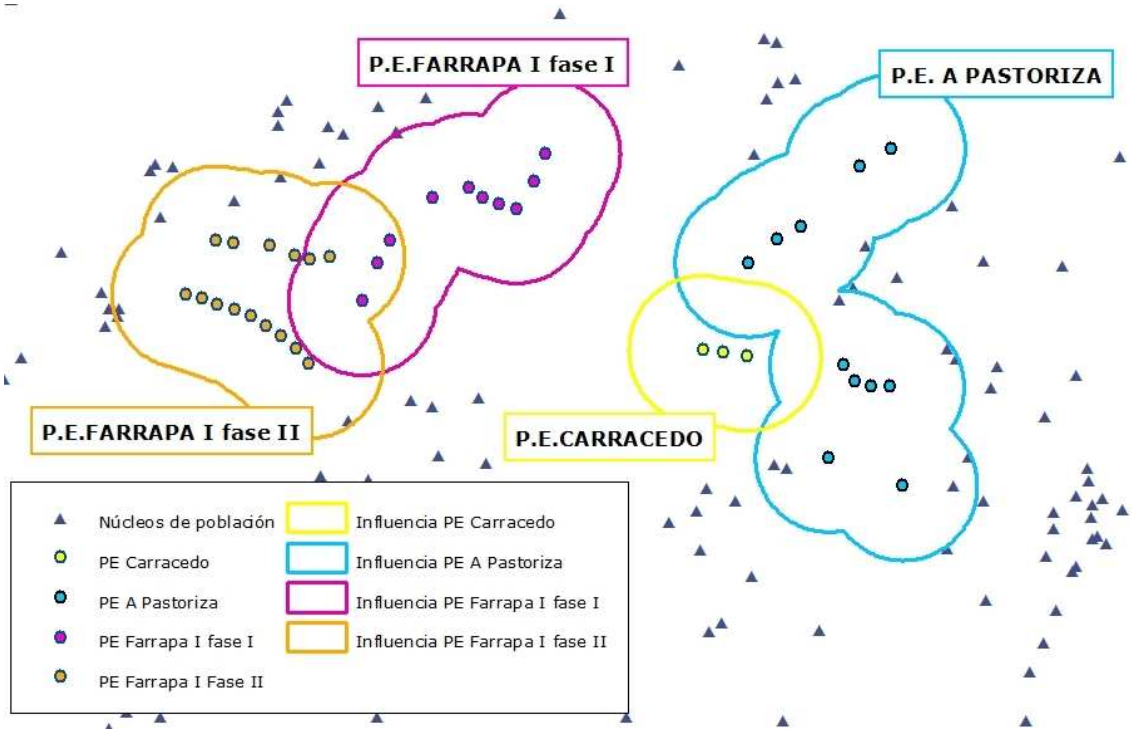


Figura 1 – Áreas de influencia sonora (radio 1000 m)

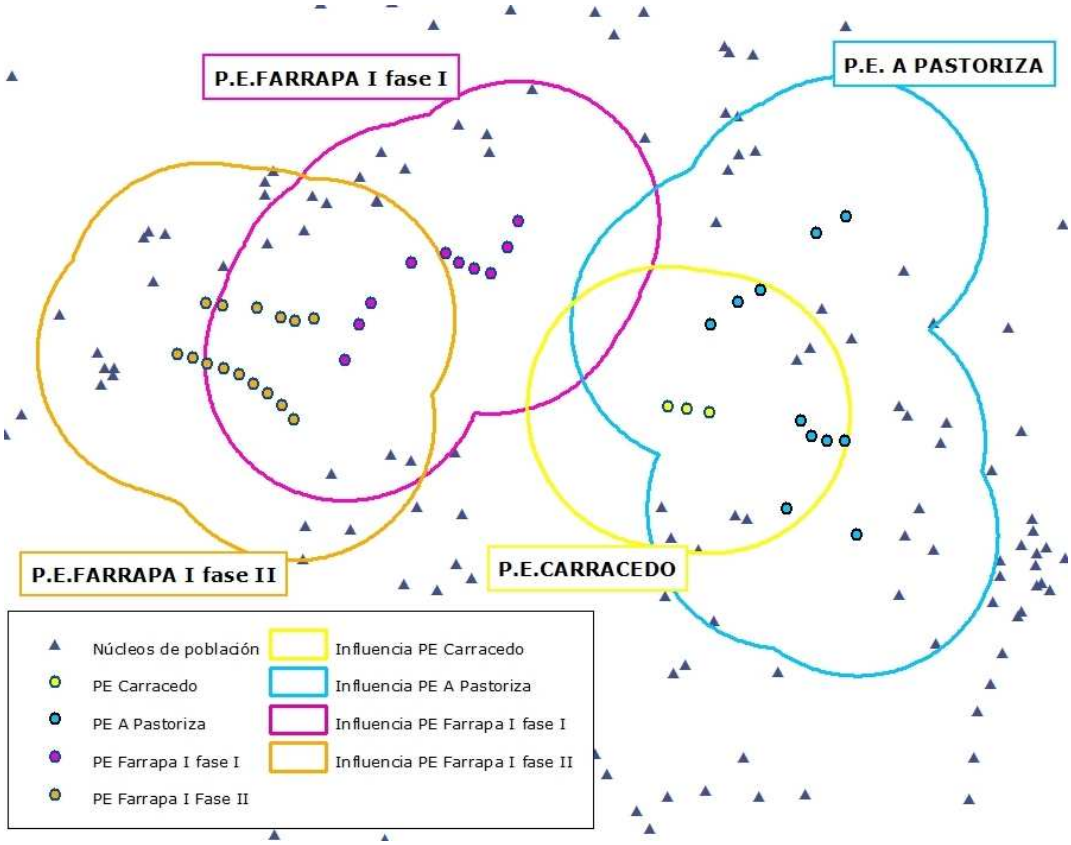


Figura 2 – Áreas de influencia sonora (radio 2000 m)

A distancias mayores a 1000 m, a partir de experiencias de campo se conoce que los niveles de presión sonora asociados a las emisiones de aerogeneradores no resultan significativos. No obstante, con el fin de obtener valores de referencia, se considerarán cinco núcleos de población representativos (los más poblados) localizados dentro del solape del búffer de 2000 m de influencia. De esta forma los núcleos seleccionados son los siguientes:

PUNTOS DE RECEPCIÓN SONORA	INTERACCIÓN	COORDENADAS UTM		ZSA
		X	Y	
A Pena do Couso	PE A Pastoriza PE Carracedo	637890	4803899	B
Abelleira	PE A Pastoriza PE Carracedo	637701	4803735	B
Os Alvites	PE A Pastoriza PE Carracedo	637002	4801460	B
O Outeiro	PE A Pastoriza PE Carracedo	635915	4801184	B
Os Currás	PE A Pastoriza PE Carracedo	635773	4801624	B

Tabla 1 –Núcleos de población potenciales receptores de niveles aditivos de presión sonora.

2. Cálculo teórico de inmisión sonora para cada uno de los parques.

Para cada uno de los puntos de control seleccionados, se calcula de forma teórica la emisión sonora que recibiría por parte del aerogenerador más cercano de cada parque (tanto los existentes como el proyectado), siguiendo la metodología ya descrita en la memoria del presente estudio, y que tiene como base la expresión matemática:

$$Lp = Lw - 10 \cdot \log\left(2\pi r^2\right)$$

Siendo:

L_p = *Nivel de presión sonora (dB)*

L_w = *Nivel de potencia sonora de la fuente (106,5 dB)*

r = *Distancia de la fuente al receptor (m)*

Hay que señalar que se ha considerado la misma potencia sonora de la fuente para todos los parques, que es de 106,5 dB. Este nivel equivale al nivel sonoro máximo teórico que emitiría un aerogenerador tipo. Por tanto se considera el caso más desfavorable posible, que sería que el aerogenerador de cada parque más cercano al punto de control estuviese emitiendo ruido a su máximo teórico de potencia.

3. Suma de los valores de emisión sonora recibidos por cada punto de control.

Una vez obtenido los tres niveles de ruido que recibiría cada punto de control por cada parque individualizado, se procede a su adición para obtener el valor acumulativo. Puesto que el decibelio es una función logarítmica, no es posible realizar la suma aritmética directa de los valores, sino que es preciso aplicar los cálculos logarítmicos correspondientes:

$$L_{total} = 10 \cdot \log_{10}(10^{\frac{x_1}{10}} + 10^{\frac{x2}{10}} + ...)$$

Siendo:

L_{total} = *Nivel de presión sonora resultante de suma (dB)*

X_n = *valores de ruido a sumar*

2.1.3 RESULTADOS

PUNTO DE MEDIDA	PARQUES EÓLICOS	L_p (DB(A)) TEÓRICO CADA PARQUE	L_{total} (DB(A)) TEÓRICO	LÍMITE LEGAL (LEY 7/1997, DECRETO 320/2002)
A Pena do Couso	PE PASTORIZA (proyectado)	40,68	45,16	**Diurno** (8:00-22:00 h): **65 dB(A)** **Nocturno** (22:00-08:00 h): **55 dB(A)**
	PE CARRACEDO (proyectado)	36,48		
Abelleira	PE PASTORIZA (proyectado)	42,20	46,56	
	PE CARRACEDO (proyectado)	37,84		
Os Alvites	PE PASTORIZA (proyectado)	45,95	39,84	**Diurno** (8:00-22:00 h): **65 dB(A)** **Nocturno** (22:00-08:00 h): **55 dB(A)**
	PE CARRACEDO (proyectado)	37,07		
O Outeiro	PE PASTORIZA (proyectado)	36,56	38,96	
	PE CARRACEDO (proyectado)	35,78		
Os Currás	PE PASTORIZA (proyectado)	36,11	37,64	

PUNTO DE MEDIDA	PARQUES EÓLICOS	L_p (DB(A)) TEÓRICO CADA PARQUE	L_{total} (DB(A)) TEÓRICO	LÍMITE LEGAL (LEY 7/1997, DECRETO 320/2002)
	PE CARRACEDO (proyectado)	37,64		

Tabla 2 –Resultados de los NPS teóricos recibidos con la coexistencia de los tres parques.

2.1.4 VALORACIÓN

En base a esta modelización se espera que no se produzcan superaciones de los niveles de presión sonora legal en los puntos de control seleccionados, cumpliéndose con:

- Ley 7/1997, de 11 de agosto de protección contra la contaminación acústica.

- Decreto 150/1999, de 7 de mayo por el que se aprueba el Reglamento de protección contra la contaminación acústica.

- Decreto 320/ 2002, de 7 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento que establece las ordenanzas tipo sobre protección contra la contaminación acústica.

No obstante el cumplimiento de estos valores será corroborado en campo mediante el desarrollo del correspondiente Plan de Vigilancia Ambiental.

A la hora de evaluar este impacto se considera además que la simulación efectuada no considera efectos de atenuación orográfica, vegetal o antropogénica, responsables de una reducción del aporte sonoro de las obras, teniendo en cuenta, asimismo, que cada 100 m se produce una atenuación atmosférica mínima de 3 dB(A).

En global, se trata de un efecto acumulativo negativo COMPATIBLE y para el que *a priori*, y con el nivel de conocimiento científico-sanitario actual, no se espera un impacto de relevancia significativa para la calidad sanitaria de la zona, ni sobre la salud de las poblaciones.

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN POR EFECTOS ACUMULATIVOS EN LOS NIVELES SONOROS	
NATURALEZA	Negativa
INTENSIDAD	Baja
EXTENSIÓN	Puntual
MOMENTO	Inmediato
PERSISTENCIA	Temporal

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN POR EFECTOS ACUMULATIVOS EN LOS NIVELES SONOROS	
REVERSIBILIDAD	Reversible Corto Plazo
SINERGIA	Sinérgico
ACUMULACIÓN	Acumulativo
EFECTO	Directo
PERIODICIDAD	Periódico
RECUPERABILIDAD	Recuperabilidad Inmediata
VALORACIÓN IMPACTO	**COMPATIBLE**

2.2 EMISIONES LUMINOSAS

La emisión de luz por parte de las señalizaciones de los aerogeneradores es susceptible de generar efectos acumulativos. En el caso del Parque Eólico Carracedo, tal y como se especificó en el apartado de Identificación y Valoración de Impactos, los aerogeneradores han de llevar señalización luminosa por superar los 100 m de altura.

2.2.1 VALORACIÓN

La confluencia del factor en el medio respecto al P.E. A Pastoriza, lleva a calificar el impacto como MODERADO.

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN A EMISIONES LUMINOSAS	
NATURALEZA	Negativa
INTENSIDAD	Baja
EXTENSIÓN	Extenso
MOMENTO	Inmediato
PERSISTENCIA	Persistente
REVERSIBILIDAD	Irreversible
SINERGIA	Sinérgico
ACUMULACIÓN	Acumulativo
EFECTO	Directo
PERIODICIDAD	Continuo

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN A EMISIONES LUMINOSAS	
RECUPERABILIDAD	Recuperabilidad Inmediata
VALORACIÓN IMPACTO	**MODERADO**

2.3 CALIDAD DEL AIRE

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Durante la fase de explotación del parque eólico proyectado se producirá un ahorro de emisiones gaseosas a la atmósfera respecto a otras fuentes de obtención de energía, tal y como se indicó en el apartado de Identificación y Valoración de Impactos. En consecuencia, la coexistencia de los parques eólicos supondrá un aumento del ahorro de emisiones gaseosas, es decir, se producirá un efecto acumulativo positivo.

2.3.2 METODOLOGÍA

Para valorar el efecto que tendría sobre la calidad del aire la coexistencia de los parques eólicos, se realiza una estimación de las emisiones que se ahorrarían considerando el conjunto de parques eólicos como uno solo.

Los datos promedio de emisiones contaminantes en centrales de producción de energía ordinarias son los indicados a continuación:

EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES EN CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN RÉGIMEN ORDINARIO	
EMISIONES	**g/kWh**
Dióxido de Carbono	358
Dióxido de Azufre	0,795
Óxidos de Nitrógeno	0,542
Residuos radioactivos	0,000216
Partículas	0,12

Tabla 3 –Emisiones en Centrales Ordinarias. Fuente: Red Eléctrica de España, Foro de Energía Nuclear, Plan de Energías Renovables en España 2005-2010, Agencia Internacional de la Energía y Observatorio de la Electricidad de Adena WWF. Para partículas: ENDESA

Se puede realizar una estimación de las emisiones que se ahorrarían con la construcción del parque eólico. La producción anual estimada por el conjunto de los tres parques eólicos sería de 311.637 MWh/año.

2.3.3 RESULTADOS

CONTAMINANTES	EMISIONES ANUALES Tm			
	PE Farrapa I (Fases I y I) (en explotación)	**PE A Pastoriza (en tramitación)**	**PE Carracedo (proyectado)**	**Conjunto**
Dióxido de Carbono	55.325,32	44.166,82	12.073,91	**111.566,05**
Dióxido de Azufre	122,86	98,08	26,81	**247,75**
Óxidos de Nitrógeno	83,76	66,87	18,28	**168,91**
Residuos radioactivos	0,03	0,03	0,01	**0,07**
Partículas	18,54	14,80	4,05	**37,39**

Tabla 4 –Estimación de emisiones evitadas con el funcionamiento conjunto de los cuatro parques eólicos.

2.3.4 VALORACIÓN

Tras los resultados obtenidos, se observa que con la construcción del Parque Eólico Carracedo se ahorra casi un 11% de emisiones gaseosas emitidas a la atmósfera por parte de fuentes de generación de energía convencionales. Se trata, por lo tanto, de un impacto positivo con los siguientes atributos:

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN POR EFECTOS ACUMULATIVOS EN LA CALIDAD DEL AIRE	
NATURALEZA	Positivo
INTENSIDAD	Media
EXTENSIÓN	-
MOMENTO	Inmediato
PERSISTENCIA	Permanente
REVERSIBILIDAD	-

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN POR EFECTOS ACUMULATIVOS EN LA CALIDAD DEL AIRE	
SINERGIA	-
ACUMULACIÓN	-
EFECTO	Indirecto
PERIODICIDAD	-
RECUPERABILIDAD	-
VALORACIÓN IMPACTO	**POSITIVO**

2.4 FAUNA

2.4.1 INTRODUCCIÓN

Los potenciales efectos acumulativos sobre la fauna se van a centrar en los dos grupos que presentan mayor problemática: aves y quirópteros. Estos efectos se producen sobre las mismas variables indicadas en la valoración de impactos desarrollada en la memoria del presente EsIA, que de forma resumida son:

- Alteraciones en el ciclo vital por ocupación espacial.
- Mortalidad directa por colisión.

Es importante señalar que las experiencias existentes hasta la fecha en seguimiento de los efectos acumulativos sobre ambos grupos faunísticos en parques eólicos en Galicia son escasas, y todavía no se han obtenido conclusiones sólidas al respecto. Esto hace que las valoraciones tan sólo se puedan realizar en base a modelos teóricos, debido a los siguientes condicionantes:

- Dificultad en la homogeneización de los criterios de seguimiento en las distintas infraestructuras.
- Dificultad (a veces imposibilidad) en el acceso de datos de parques eólicos próximos pertenecientes a distintos promotores (se han solicitado pero a fecha de redacción del presente documento, no han sido recibidos).
- Escalas temporales necesarias para el estudio de impactos sinérgicos muy amplias.

- Escasez en ocasiones de datos relevantes, no solo en lo referente al área específica de los parques eólicos, sino en su entorno (por ejemplo, refugios de murciélagos).

Por todo ello ha de relativizarse los resultados obtenidos ante la falta de datos de trabajo de campo con una cobertura espacial y temporal relevante para sacar conclusiones definitorias.

2.4.2 METODOLOGÍA

Para la evaluación de los potenciales efectos acumulativos surgidos de la coexistencia de los tres parques, se ha desarrollado una metodología propia adaptada a partir de metodología propuesta para valorar el impacto potencial de un proyecto en una zona concreta, según las *Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos* (J.C., I. Martín Fierro, O. Infante y J. Valls, 2008). Los resultados se obtendrán para cada parque individualizado y para el total de los tres parques considerándolos como si fuesen uno solo (efectos acumulativos). De esta forma se puede realizar una comparativa aproximada entre la situación actual y la futura.

La metodología se desarrolla de la siguiente forma:

1. Establecimiento de la sensibilidad del área.

   Para la consideración en conjunto de los parques como si fuera uno solo, se obtendrá un valor de sensibilidad potencial siguiendo los siguientes criterios:

SENSIBILIDAD POTENCIAL	CRITERIOS
Muy Alta	▪ Registro bibliográfico de especies presentes de aves o murciélagos catalogadas como Vulnerables, Sensibles a la Alteración de su Hábitat o en Peligro de Extinción en el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas. ▪ Registro bibliográfico de especies presentes de aves o murciélagos catalogadas como En Peligro de Extinción o En Peligro Crítico en el Libro Rojo. ▪ Presencia de áreas críticas o sensibles de especies de aves o murciélagos declaradas por Planes de Conservación. ▪ Designación de la zona como ZEPA, LIC (con presencia de murciélagos) o IBA. ▪ Zona entre dos ZEPA, LIC (con presencia de murciélagos) o IBA y a menos de 15 km de ambas.
Alta	▪ Zona dividiendo dos zonas húmedas o zonas forestales de extensión relevante. ▪ Presencia de especies de aves o murciélagos catalogadas como Vulnerables en el Libro Rojo. ▪ Zona designada como ZEPA, LIC (con presencia de murciélagos) o IBA a menos de 10 km.

SENSIBILIDAD POTENCIAL	CRITERIOS
Media	▪ Zona reconocida como un área de importancia regional o local para las aves.
Baja	Zona que no cumple ninguno de los condicionantes anteriores.

Tabla 5 –Criterios de categorización de sensibilidad potencial.

2. Valoración del tamaño del parque en función del número de aerogeneradores y potencia instalada.

Al conjunto formado por los parques estudiados, se le asigna una categoría de tamaño del parque en base a los siguientes criterios:

PONTECIA	NÚMERO DE AEROGENERADORES					
		1-9	10-25	26-50	51-75	>75
	<10 MW	Pequeño	Medio	-	-	-
	10-50 MW	Medio	Medio	Grande	-	-
	50-75 MW	-	Grande	Grande	Grande	-
	75-100 MW	-	Grande	Muy Grande	Muy Grande	Muy Grande
	>100 MW	-	Muy Grande	Muy Grande	Muy Grande	Muy Grande

Tabla 6 –Criterios de categorización del tamaño del parque.

3. Impacto potencial del proyecto

Del cruce de las dos variables anteriores, se obtiene la valoración del Impacto Potencial generado, tal y como se especifica a continuación:

SENSIBILIDAD	TAMAÑO				
		Muy Grande	**Grande**	**Medio**	**Pequeño**
	Muy Alta	Crítico	Crítico	Severo	Severo
	Alta	Crítico	Severo	Moderado	Moderado
	Media	Severo	Moderado	Moderado	Compatible
	Baja	Moderado	Compatible	Compatible	Compatible

Tabla 7 –Impacto potencial de cada situación.

2.4.3 RESULTADOS

En la tabla siguiente se muestran los resultados:

PARQUE EÓLICO	Nº AEROGENERADORES	POTENCIA TOTAL (MW)	IMPACTO POTENCIAL
Conjunto (supuesto único parque)	39	92	Crítico

Tabla 8 – Resultados efectos acumulativos sobre la fauna.

2.4.4 VALORACIÓN

En base a los datos obtenidos de forma teórica, se puede inferir que los potenciales efectos acumulativos derivados de una futura coexistencia de los tres parques tienen un efecto CRÍTICO, con los siguientes atributos:

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN POR EFECTOS ACUMULATIVOS EN SOBRE LA FAUNA	
NATURALEZA	Negativa
INTENSIDAD	Total
EXTENSIÓN	Total
MOMENTO	Crítico
PERSISTENCIA	Persistente
REVERSIBILIDAD	Reversible Medio Plazo
SINERGIA	Sinérgico
ACUMULACIÓN	Acumulativo
EFECTO	Directo
PERIODICIDAD	Continuo
RECUPERABILIDAD	Mitigable
VALORACIÓN IMPACTO	**CRÍTICO**

Hay que indicar que esta valoración se realiza atendiendo a información cartográfica. Por ello, a falta de una valoración concisa y más concreta basada en trabajo de campo específico y análisis de datos procedentes de los Planes de Vigilancia aplicados por cada promotor implicado, la valoración se realiza considerando las condiciones más desfavorables. Una vez completado el estudio se realizará una valoración ajustada a la realidad.

2.5 IMPACTO VISUAL Y PAISAJÍSTICO

La implantación de parques eólicos en el paisaje de Galicia durante los últimos 10 años ha supuesto la creación de nuevos paisajes con mayores o menores repercusiones sobre el medio natural.

En primer lugar hay que diferenciar entre **paisajes con parques eólicos** que son territorios dentro de los cuales los aerogeneradores constituyen un elemento más del conjunto del paisaje, donde su instalación no modifica substancialmente la calidad paisajística, y **paisajes eólicos**, que en cambio son territorios donde los aerogeneradores son los elementos predominantes del paisaje, que implican cambios significativos de las condiciones originales y de calidad hacia nuevos paisajes.

El estudio de los efectos acumulativos permite establecer un umbral a partir del cual las zonas paisajísticas pueden acoger o no un número determinado de parques eólicos.

La transformación del sistema paisajístico requiere, dada su complejidad, de un análisis del proceso a corto y largo plazo, para lo cual es necesario manejar bastante información ambiental, tanto para la delimitación del paisaje en unidades ambientales homogéneas como para su posterior valoración.

Por este motivo, para llevar a cabo un estudio de sinergias completo es necesario contar con un escenario previo de partida, con información ambiental anterior a la construcción de todos los parques eólicos existentes en el entorno paisajístico de la zona. Desgraciadamente, este tipo de estudios sobre la evolución del paisaje a largo plazo, no se puede llevar a cabo actualmente dado que tampoco se dispone de la información previa suficiente que permite analizar cuál era la situación anterior. Lo que sí que se puede realizar para valorar los efectos acumulativos de un proyecto, es evaluar el impacto visual a través de estudios de intervisibilidad, teniendo en cuenta la posición de los aerogeneradores de los parques eólicos existentes en la zona.

Por ello se exponte a continuación el **estudio de intervisibilidad** realizado entre el Parque Eólico Carracedo y los Parques Eólicos de Farrapa I Fases I y II, y de A Pastoriza.

2.5.1.1 Intervisibilidad

El objetivo de este análisis de visibilidad es valorar si la instalación de los 3 aerogeneradores del parque eólico Carracedo supone un efecto acumulativo importante sobre el paisaje y sus recursos visuales, atendiendo a los parques eólicos ya construidos o en tramitación en la zona. Para ello se tendrán en cuenta, como factores indicadores, el área visible y la accesibilidad visual a partir de todos los elementos y espacios del paisaje identificados en el estudio de impacto e integración paisajística (miradores, núcleos de población, espacios de interés, etc.).

Los datos en formato digital proporcionados por el Gobierno de Galicia, a través de la Infraestructura de Datos Espaciales de Galicia (IDEG), Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA), el Plan de Ordenación del Litoral, el Centro Nacional de Información Geográfica (www.cnig.es) y el Instituto Geográfico Nacional, y que ha sido utilizados en el estudio de sinergias sobre el paisaje son:

- Un Modelo Digital de Elevaciones de resolución 10 m ó, en su defecto, 50 metros.
- Mapas topográficos 1:50.000 del Centro Nacional de Información Geográfica.
- Ortofotografía aérea del Centro Nacional de Información Geográfica.
- Documentación gráfica del Plan de Ordenación del litoral

Para examinar el potencial impacto visual acumulativo del proyecto, se ha llevado a cabo un estudio comparativo de visibilidad entre los parques eólicos en el entorno del ADE Carrecedo, existentes o proyectados, y el que Norvento S.L, pretende instalar. El objetivo de este estudio es valorar en qué medida aumentaría el impacto visual sobre el paisaje una vez instalados 3 nuevos aerogeneradores Vestas V112 del parque eólico Carracedo.

Para ello, primero se calcularon las cuencas visuales de los parques eólicos de Farrapa I Fases I y II, y A Pastoriza, estableciendo como marco comparativo una zona de influencia visual de radio 10 km.

Posteriormente, se analizó la visibilidad del total de parques eólicos, incluyendo la posición y la altura de buje de los nuevos aerogeneradores de Norvento.

Al estudiar la visibilidad de ambos mapas podemos analizar la importancia y extensión del impacto visual sobre los elementos de interés y el paisaje. Si se superponen ambos mapas se obtienen las zonas visibles acumulativas derivadas de la instalación, es decir, aquellos puntos del terreno desde los que se vería alguna de las máquinas de Norvento, pero no la de otros parques eólicos. De esta forma podemos evaluar que áreas paisajísticas se verían afectadas directamente por los parques de nueva instalación.

En la imagen siguiente se puede observar las zonas afectadas exclusivamente por la instalación del parque eólico Carracedo en comparación con la visibilidad de los parques eólicos existentes o proyectados en la zona:

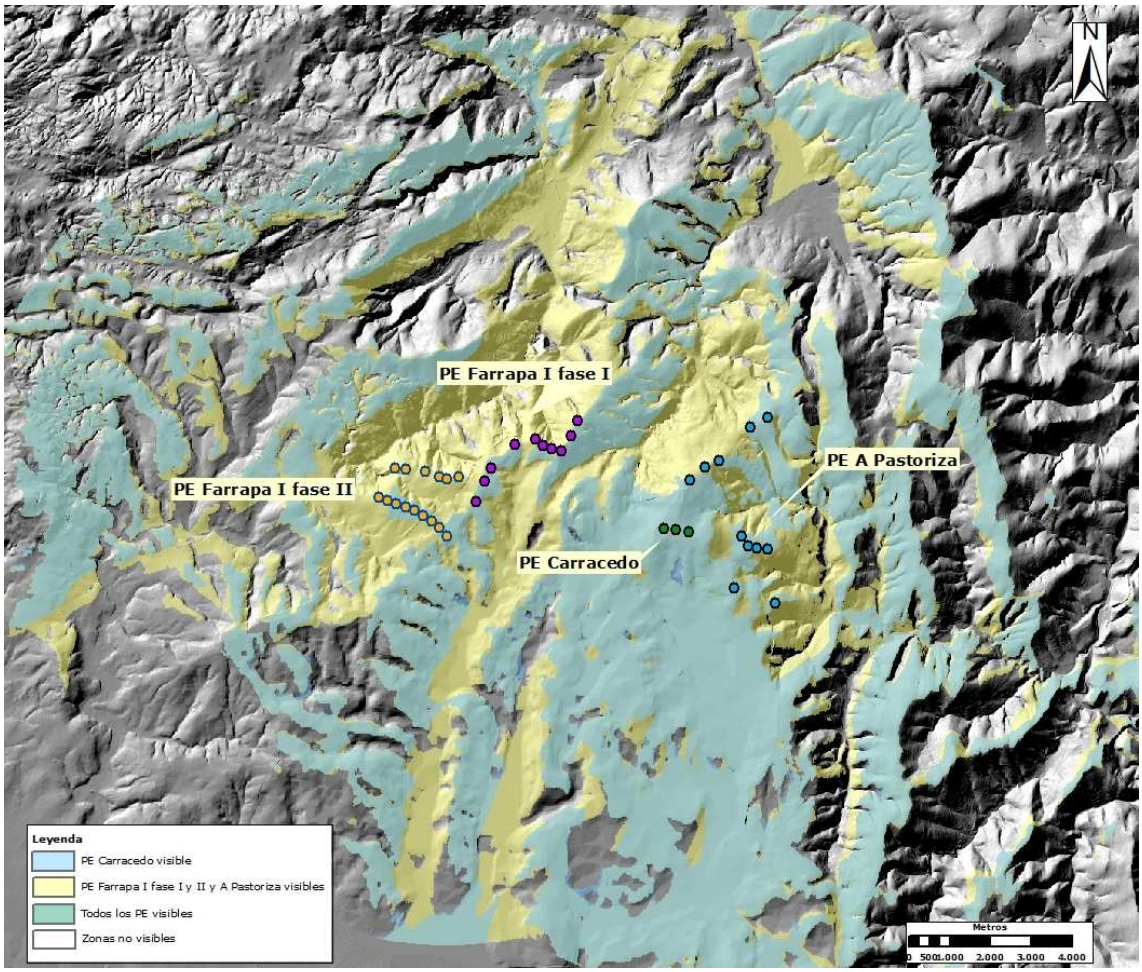


Figura 3 – Análisis de intervisiblidad

Si analizamos los resultados obtenidos, y lo comparamos con el área paisajística total que se vería afectado visualmente por el parque eólico Carracedo de Norvento, se observa que del total de 588,5 km² analizados, solamente unos 2,2 km² se verían afectados a mayores por la instalación del PE, lo que representa **un 0,4% del total del área paisajística de la zona de estudio. Como conclusión se puede extraer que el aumento del impacto visual sobre el paisaje derivado de la construcción del parque eólico Carracedo se puede considerar muy bajo.**

Para el análisis final se tendrán en cuenta, como factores indicadores, no sólo el área visible si no también la accesibilidad visual a partir de todos los puntos de observación identificados en el estudio de impacto e integración paisajística. Dichos puntos de observación (28) han sido elegidos entre los núcleos de población con mayor número de habitantes, vías de comunicación más frecuentadas, espacios de interés turístico y espacios naturales de interés (véase punto 6.1.2 del anexo I1095-05-AN-05 *Estudio de impacto e integración paisajística)*.

Los resultados obtenidos, son los que se muestran a continuación:

Parques Eólicos	**Farrapa I fase I+ Farrapa I fase II + A Pastoriza**	**Carracedo**	**Conjunto global (existentes/en tramitación + proyectado)**
% superficie afectada	51,6	31,5	52
% superficie no afectada	48,4	68,5	48
Nº de puntos significativos de visibilidad	21	11	11

Tabla 9 –Comparativa de afección paisajística entre situación previa y con nuevo parque eólico.

Como se puede observar, la instalación de los 3 aerogeneradores del P.E. Carracedo no supone un aumento relevante del impacto visual causado por los parques eólicos ya existentes o proyectados, tanto atendiendo al análisis de las relativas cuencas visuales, como al análisis de los puntos de observación desde los que sería visible el parque o parques. En particular, de la comparación de la cuenca visual de los parques existentes y de la cuenca visual del P.E. Carracedo se observa como la superficie de visibilidad de los primeros (51,6%) es significativamente mayor de la del segundo (31,5%); siendo mucho más visibles desde los puntos de interés considerados.

Como conclusión final se puede indicar que la construcción del parque eólico Carracedo supondrá un efecto acumulativo muy bajo sobre los elementos de interés turístico y paisajístico del entorno estudiado (radio de 10 km). Cierta parte del recurso visual de la zona ya se encuentra afectado por la intrusión de aerogeneradores de un parque existente y otro en tramitación, y éstos son vistos desde un gran número de puntos de observación.

2.5.2 VALORACIÓN

En base a los datos obtenidos, se puede inferir que los potenciales efectos acumulativos derivados de una futura coexistencia de los tres parques tienen un efecto MODERADO, con los siguientes atributos:

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN POR EFECTOS ACUMULATIVOS EN LOS NIVELES DEL IMPACTO VISUAL Y PAISAJÍTICO	
NATURALEZA	Negativa
INTENSIDAD	Baja
EXTENSIÓN	Parcial
MOMENTO	Inmediato
PERSISTENCIA	Permanente
REVERSIBILIDAD	Irreversible
SINERGIA	Sinérgico
ACUMULACIÓN	Acumulativo
EFECTO	Directo
PERIODICIDAD	Continuo
RECUPERABILIDAD	Mitigable
VALORACIÓN IMPACTO	**MODERADO**

2.6 SOCIOECONOMÍA

Tal y como se indicó en el apartado de Identificación y Valoración de Impactos, en fase de explotación del parque eólico se producen los siguientes efectos beneficiosos sobre la socioeconomía:

- Aumento del número de empleos.
- Creación de empleos relacionados con las nuevas teconologías
- Revaloración del terreno.
- Escasas limitaciones al acceso, permitiéndose los aprovechamientos culturales didácticos y disfrute del paisaje. Los usos de suelo tradicionales son por lo general perfectamente compatibles con el aprovechamiento.

- Escasas limitaciones al acceso, permitiéndose los aprovechamientos culturales didácticos y disfrute del paisaje. Los usos de suelo tradicionales son por lo general perfectamente compatibles con el aprovechamiento.

- Mejora del sistema territorial en dotación de infraestructuras.

- No supone esquilma de los recursos naturales ni la completa alteración del paisaje, en comparación con otras instalaciones de producción de energía mucho más intrusivas (centrales térmicas como ejemplo)

Por todo ello, es lógico que al coexistir los tres parques eólicos estos efectos positivos tenga un carácter acumulativo. Por tanto, la confluencia de estos efectos se considera que produce un impacto positivo puesto que supone una mejora en las condiciones de vida de forma permanente y continua durante la vida útil de la instalación.

ATRIBUTOS DE LA AFECCIÓN POR EFECTOS ACUMULATIVOS EN SOCIOECONOMÍA	
NATURALEZA	Positivo
INTENSIDAD	Media
EXTENSIÓN	-
MOMENTO	Inmediato
PERSISTENCIA	Permanente
REVERSIBILIDAD	-
SINERGIA	-
ACUMULACIÓN	-
EFECTO	Directo
PERIODICIDAD	-
RECUPERABILIDAD	-
VALORACIÓN IMPACTO	**POSITIVO**

3 MEDIDAS CORRECTORAS Y EFECTOS ACUMULATIVOS

Es importante analizar en el contexto del presente anexo, que no tan sólo los impactos son susceptibles de sufrir efectos acumulativos, sino que las medidas adoptadas para reducir los mismos también adquieren un efecto acumulativo al ser aplicadas en conjunto por el grupo de parques eólicos confluyentes en afección. En este sentido, señalar que Norvento contempla en el desarrollo del proyecto del Parque Eólico Carracedo la aplicación de las medidas correctoras ya especificadas en el apartado correspondiente. Todas estas medidas son de común aplicación y resultan exigibles en la minimización de efectos ambientales en el desarrollo de este tipo de proyectos. Es por ello que se puede asumir que han sido, están siendo y serán, en su caso, aplicadas en los parques eólicos con los que se analizan los efectos acumulativos. Por tanto, en la valoración de los impactos aditivos y/o sinérgicos, se han de tener en cuenta, quedando la valoración final como sigue:

IMPACTO	**VALORACIÓN EFECTOS ACUMULATIVOS**	
	Afecciones de Proyecto	**Afecciones por Efectos Acumulativos + Medidas Protectoras y Correctoras Conjuntas**
Nivel sonoro ambiental	**COMPATIBLE**	**COMPATIBLE**
Emisiones luminosas	**MODERADO**	**COMPATIBLE**
Calidad del aire	**POSITIVO**	**POSITIVO**
Fauna	**CRÍTICO**	**MODERADO**
Paisaje	**MODERADO**	**COMPATIBLE**
Socioeconomía	**POSITIVO**	**POSITIVO**

4 REFERENCIAS

4.1 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 –Núcleos de población potenciales receptores de niveles aditivos de presión sonora. 7
Tabla 2 –Resultados de los NPS teóricos recibidos con la coexistencia de los tres parques. ... 9
Tabla 3 –Emisiones en Centrales Ordinarias. Fuente: Red Eléctrica de España, Foro de Energía Nuclear, Plan de Energías Renovables en España 2005-2010, Agencia Internacional de la Energía y Observatorio de la Electricidad de Adena WWF. Para partículas: ENDESA ... 11
Tabla 4 –Estimación de emisiones evitadas con el funcionamiento conjunto de los cuatro parques eólicos. ... 12
Tabla 5 –Criterios de categorización de sensibilidad potencial. ... 15
Tabla 6 –Criterios de categorización del tamaño del parque. ... 15
Tabla 7 –Impacto potencial de cada situación. ... 15
Tabla 8 – Resultados efectos acumulativos sobre la fauna. ... 16
Tabla 9 –Comparativa de afección paisajística entre situación previa y con nuevo parque eólico ... 20

4.2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas de influencia sonora (radio 1000 m) ... 5
Figura 2 – Áreas de influencia sonora (radio 2000 m) ... 6
Figura 3 – Análisis de intervisiblidad ... 19

ANEXO XV. APÉNDICE BIBLIOGRÁFICO

INDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 BIBLIOGRAFÍA: ESTUDIOS, PUBLICACIONES Y GUÍAS 2

3 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA 11

1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anexo se recogen las referencias y fuentes de información actualizadas empleadas en la elaboración del presente estudio. Se distinguen los siguientes apartados:

- Bibliografía: estudios, publicaciones y guías

- Información cartográfica

2 BIBLIOGRAFÍA: ESTUDIOS, PUBLICACIONES Y GUÍAS

AGUILÓ, M., (1981). *Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje*. Tesis doctoral E.T.S. de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica, Madrid.

AHLÉN, I. (2003) *Wind turbines and bats – a pilot study*. Swedish National Energy Administration.

AHLÉN, I. (2002). *Bats and birds killed by wind power turbines [in Swedish]*. Fauna och Flora.

ALCALDE, J.T. (2003): *Impacto de los parques eólicos sobre las poblaciónes de murciélagos*. Barbastella.

ALONSO J.A. & ALONSO J.C. (1999). *Mitigation of bird collisions with transmission lines through groundewire marking*. En: Ferrer M. & Janss G.F.E. (eds), *Birds and Power Lines: Collision, Electrocution and Breeding*. Quercus, Madrid.

ARNETT, E.B. (2005). *Relationships Between Bats and Wind Turbines in Pennsylvania and West Virginia: An Assessment of Fatality Search Protocols, Patterns of Fatality, and Behavioral Interactions with Wind Turbines*. Reportaje final preparado para Bats and Wind Energy Cooperative, por Bat Conservation International, Austin, TX.

ATIENZA, J.C., I. MARTÍN FIERRO, O. INFANTE Y J. VALLS. (2008). *Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos* (versión 1.0). SEO/BirdLife, Madrid.

AVERY, M., P.F. SPRINGER AND J.F. CASSEL. (1977). *Weather influences on nocturnal bird mortality at a North Dakota tower*. Wilson Bulletin.

AVERY, M., P.F. SPRINGER & J.F. CASSEL.(1997) *Weather influences on nocturnal bird mortility at a North Dakota tower.* Wilson Bulletin.

BACH, L., R. BRINKMANN, H. LIMPENS, U. RAHMEL, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999) *Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung*. - Bremer Beiträge para Naturkunde und Naturschutz.

BAND, W., MADDERS, M. & WHITFIELD, D.P. (2005). *Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms.* En De Lucas, M., Janss, G. and Ferrer, M., eds. *Birds and Wind Power.*

BAÑARES, Á., G. BLANCA, J. GÜEMES, J.C. MORENO & S. ORTIZ, Eds. (2010). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2010*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid.

BEAULAURIER D.L. (1981). *Mitigation of bird collisions with transmission lines*. Bonneville Power Administration, Portland, Oregon, USA.

BERNIS, F. (1980). *La migración de las aves en el Estrecho de Gibraltar*. Volumen I. Aves planeadoras. Universidad Complutense de Madrid.

BIBBY, C.J., N.D. BURGESS & D.A. HILL (1992). *Bird Census Techniques*. London: Academic Press.

BOUCHARD, M.; BOUDART, M. & AL. (2005) *Landscape Integration and Harmonization Assessemnt Guide. Wind Farm sitting project on Public Land* (2005). Ministere des Ressources naturelles et de la Faune. Gouvernement du Québec.

BRINKMANN R, SCHAUER-WEISSHAHN H, BONTADINA F (2006) *Untersuchungen zu möglichen betriebsbedingten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Fledermäuse im Regierungsbezirk Freiburg.* Reportaje para Regierungspräsidium Freiburg, 56 Naturschutz en Landschaftspflege.

CALIFORNIA ENERGY COMMISSION (CEC). (1989). *Avian mortality at large wind energy facilities in California: identification of a problem*, California Energy Commission.

CARBALLEIRA, ALEJO et al. (1983). *Bioclimatología de Galicia,* Fundación Pedro Barrié de La Maza Conde de FENOSA.

CARYS SWANWICK (2002). *Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland.* Countryside Agency & Scottish Natural Heritage.

CCN WORKSHOP (2004). *Landscape Capacity and Sensitivity. Workshop Proceedings.* Informal Network of The Countryside Agency,& Countryscape.

COMISIÓN DE TAXONOMÍA DE LA ASOCIACIÓN HERPETOLÓGICA ESPAÑOLA (2005). *Lista patrón actualizada de la herpetofauna española: Conclusiones de nomenclatura y taxonomía para las especies de anfibios y reptiles de España*. AHE. Barcelona.

DELGADO MATEO, SANTIAGO. (2003). *Metodología para la realización de los estudios de impacto paisajístico en líneas eléctricas de transporte*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

DÍAZ VARELA, E. R., (2005). *Planificación Ecológica Multiescala con Sistemas de Información Geográfica para la sostenibilidad de los paisajes. Aplicación a la comarca de A Mariña Oriental (NE de Galicia-España)*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

DOADRIO, I. (2002) *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*, CSIC y Ministerio del Medio Ambiente, 2ª Edición, Madrid.

DÜRR, T. (2001) *Fledermäuse als Opfer von Windkraftanlagen*. Naturschutz und Landschaftspflege Brandenburg.

DÜRR, T. & L. BACH (2004) *Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen – Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei.* Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz., Band 7.

ERICKSON, W.P. ET AL (2002). *A Summary and Comparison of Bird Mortality from Antrhropogenic Causes with Emphasis on Collisions*.

ESPAÑO ECHÁNIZ, IGNACIO (2006). *Manual de ecología del Paisaje aplicada a la planificación urbana y de infraestructuras*. Colegio de Ingenieros, de caminos, canales y puertos. Colección Senior.

FAHRIG, L. y MERRIAN, G. (1994). *Conservation of fragmented populations*. Conservation Biology.

FELICÍSIMO, A.M. (1999). *La utilización de los MDT en los estudios del medio físico*.

GALEOTTI, P. (1994). *Territorial behaviour and habitat selection in an urban population of Tawny Owl 'Strix Aluco' L*. Boll. Zool.

GAGNON,L., BELANGER C. & UCHIYAMA,Y.(2002): *Life-cycle assessment of electricity generation options: The status of research in year 2001*. Energy Policy, 30, 1267-1278.

GUYONNE, J. AND A.T. CALVE. (2000). *A study of bird behavior in a wind farm and adjacent areas in Tarifa (Spain); management considerations*. En *Proceedings of National Avian- Wind Power Planning Meeting III*, San Diego, California, May 1998. Prepared for the Avian Subcommitte of the National Wind Coordinating Committee by LGL Ltd., King City, Ontario.

HERVELLA, F. y CABALLERO, P. (1999). *Inventrario piscícolas de los ríso gallegos*. Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán (Pontevedra). Xunta de Galicia,.

HODOS, W., A POTOCKI, T. STORM & M. GAFFNEY (2001). *Reduction of motion smear to reduce avian collisions with wind turbines*. Pp. 88-105. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, preparado por Resolve, Inc., Washington DC.

HOOVER, STACIA, M. MORRISON, C. THELANDER, L. RUGGE. (2001). *Response of raptors to prey distribution and topological factors at Altamont Wind Resource Area*, *California*. En PNAWPPM-IV. Savitt Schwartz, ed.

HORNENE + MACLENNAN & ENVISION; preparado para SCOTTISH NATURAL HERITAGE, THE SCOTTISH RENEWABLES AND THE SCOTHIS SOCIETY OF DIRECTORS OF PLANNING (2006).*Visual Representation of WindFarms Good Practice Guidance*.

HOWE, R.W. & R.M. ATWATER, (1999). *The Potential Effects of Wind Power Facilities on Resident and Migratory Birds in Eastern Wisconsin*. Un Reportaje preparado para *Wiscosin Public Service Corporation, Richter Museum of Natural History Special Research Report No. 5*, University of Wisconsin-Green Bay, Green Bay, WI.

HOWELL, J.A.; NOONE, J. & WARDNER, C. (1991). Visual *experiment to reduce avian mortality related to wind turbine operations: Altamont Pass, Alameda and Contra Costa Counties*. Rep. para U.S. Windpower Inc., Livermore, California.

HUNT, W.G., R.E.JACKMAN, T.L., .D.E. DRISCOLL AND L. CULP. (1998). *A population study of golden eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: popular trend analysis 1997*. Report to National Renewable Energy laboratory, Subcontract XAT-6-16459-01. Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.

JOHNSON, G.D., W.P. ERICKSON, M.D. STRICKLAND, M.F. SHEPHERD, D.A. SHEPHERD, AND S.A. SARAPPO (2003). *Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota*. American Midland Naturalist.

JACOBS, G.H. (1992). *Ultraviolet vision in vertebrates*. American Zoologist.

JÄRVINEN, O. & VÄISANEN, R.A. (1975). *Estimating relative densities of breeding birds by the line transect method*. Oikos.

KINGSLEY, A. AND B. WHITTAM. (2001). *Potential impacts of wind turbines on birds at North Cape, Prince Edward Island*. Unpublished report for the PEI Energy Corp. Available online: http://www.bsc-eoc.org/peiwind.html

KRETHEN, M.L. (1996) *Development of an Optical Painted Pattern Designed to Reduce Avian Collisions with Obstacles*. Abstracts del 2nd International Conference on Raptors. p.12 Raptor Research Foundation/University of Urbino.

LANDSCAPE INSTITUTE & INSTITUTE OF ENVIROMENTAL MANAGEMENT AND ASSESSMENT (IEMA). (2002). *Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment* (GLVIA)

LEKUONA, J.M. (2001). *Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parque eólicos de Navarra en un ciclo anual*. Informe para la Dirección General de medio Ambiente-Gobierno de Navarra.

LEKUONA, J.M. & URSÚA, C. (2007). *Avian mortality in wind power plants of Navarra (Northern Spain*). En Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M (eds) *Birds and Wind Farms. Risk Assessment and Mitigation*: 172-192. Quercus, Madrid.

MADROÑO A., GONZÁLEZ, C. & ATIENZA J.C. (Eds.) (2.004). *Libro Rojo de las Aves de España*.Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife. Madrid.

MARTÍ, R. & MORAL, J.C. Eds. (2003). *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

MARTÍNEZ CORTIZAS, A y CASTILLO RODRIGUEZ, F.(1996). *Estacionalidad pluviométrica en Galicia: comportamiento, representatividad espacial y mecanismos asociados* Geographicalia.

MATA OLMO, R. y C. SANZ HERRÁIZ (2004): *Atlas de los paisajes de España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.

McISAAC, H. P. (2001). *Raptor acuity and wind turbine blade conspicuity*. Procedente de National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, CA, May 2000. Preparado para el Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee, por RESOLVE, Inc., Washington, D.C., Susan Savitt Schwartz.

MED/ADEME (France), (2010).*Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens. Actualisation 2010.*

MIKKOLA H. (1983). *Owls of Europe*. T&A D Poyser, Calton.

MOOREHEAD, M., AND L. EPSTEIN. (1985). *Regulation of small-scale energy facilities in Oregon: background report*. Volume 2. Oregon Department of Energy, Salem.

MORRISON, M.L., POLLACK, K.H., OBERG, A.L. & SINCLAIR, K. (1998). *Predicting the Response of Bird Populations to Wind Energy-Related Deaths.* National Renewable Energy Laboratory, Golden CO, USA.

MORRISON M.L. & SINCLAIR K. (1998). *Avian Risk and Fatality Protocol*. National Renewable Laboratory (NREL), Golden, Colorado.

NEWTON, I. (1979). *Population ecology of raptors*. T. & A.D. Poyser, Berkhamsted, UK.

ORLOFF, S.G & FLANNERY, A.W. (1993). *Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in the Altamont Pass and Solano County Wind Resource Areas*. Proceedings Avian Interactions with utility structures International Workshop. Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.

PALOMO, J.L., GISBERT, J. & BLANCO C. (2.007). *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

PAPADAKIS, J. (1.966). *Climates of the world and their agricultural pontentialities*. Buenos Aires.

PEARCE-HIGGINS, J.W., STEPHEN, L., LANGSTON, R.H.W, BAINBRIDGE, I.O & BULLMAN, R. (2009). *The distribution of breeding birds around upland wind farms*. Journal of Applied Ecology.

PERCIVAL, S.M. (1998). *Bird And Wind Turbines: Managing Potential Planning Issues*. Procedente de 20th British Wind Energy Association Conference.

PERCIVAL, S. M. B. BAND and T. LEEMING. (1999). *Assessing the ornithological effects of wind farms developing a standard methodology*. Procedente de 21st British Wind Energy Associaction Conference.

PETERSONS, G. (1990): *Die Rauhhautfledermaus, Pipistrellus nathusii (Keyserling u. Blasius, 1839),* en Lettland: Vorkommen, Phänologie und Migration. - Nyctalus.

PLEGUEZUELOS J. M., R. MÁRQUEZ y M. LIZANA, Eds. (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetologica Española (2ª impresión)*. Madrid.

RAHMEL, U., L. BACH, R. BRINKMANN, C. DENSE, H. LIMPENS, G. MÄSCHER, M. REICHENBACH & A. ROSCHEN (1999) *Windkraftplanung und Fledermäuse. Konfliktfelder und Hinweise zur Erfassungsmethodik*. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band.

REDPATH, S.M. (1994). *Censuing Tawny Owls 'Strix aluco' by the use of imitation calls*. Bird Study.

RÍO BARJA E RODRÍGUEZ LESTEGÁS (1994). *Os ríos de Galicia*. Consello da Cultura Galega, Santiago

RIVAS MARTINEZ, S. (1981). *Les etages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule Ibérique*. Actas II Congr. OPTIMA. Anales Jard. Bot. Madrid.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

ROBINSON, S. K. (1991). *Effects of habitat fragmentation on midwestern raptors. En: ProceedingsMidwestern raptor management symposium and workshop*, pp 195-202. Natl. Wildl. Fed.Washington. D. C.

RODRÍGUEZ, A. Y G. CREMA (2000). *Las infraestructuras lineales y su efecto barrera sobre los vertebrados*. Quercus.

Siting And Designing Windfarms In The Landscape (2009). Scottish Natural Heritage Version 1.

SMALLWOOD, K.S., L. RUGGE, S. HOOVER, M.L. MORRISON & C. THELANDER. (2001). *Intra- and inter-turbine string comparison of fatalities to animal burrow densities at Altamont Pass*.. En S. S. Schwartz, (ed.) procedente de National Avian- Wind Planning Meeting IV. Preparado para Avian Subcommittee of the National Wind Coordinating Committee por RESOLVE, Inc. Washington, DC.

STANTON, C. (1995). *Landscape strategy and assessment guidance for wind energy development within Caithness and Sutherland*. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 087 (Contract no. 1995–NW27).

SYDNEY, A. (1992). *Avian interactions with utility structures background and milestones*.Proceedings Avian interactions with utility structures. Florida.

TELLERÍA, J.L. (1986). *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Raíces, Madrid.

TRAPP, H., D. FABIAN, F. F.RSTER & O. ZINKE (2002) *Fledermausverluste in einem Windpark der Oberlausitz*. Naturschutzarbeit in Sachsen.

TUCKER, V.A. (1996). *A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors*. J. Sol. Energy.

UNAMUNO, J.M. ET AL. (2005). *Estudio sobre la incidencia sobre la avifauna del Parque Eólico de Oiz (Bizkaia), Noviembre 2003- Diciembre 2004*. Informe del programa de vigilancia ambiental.

UNEP-EUROBATS (2006) *The Agreement on the Conservation of Populations of European Bats*. Disponible en:

http://www.eurobats.org/documents/pdf/AC 11/Doc_AC11_15_Rev1_ReportWindturbines.pdf.

UNIVERSITY OF NEWCASTLE (2002) *Visual Assessment of Windfarms Best Practice*. Scottish Natural.

Heritage Commissioned Report F01AA303A.

VERDÚ, J. R. y GALANTE, E., Eds. (2009). *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies En Peligro Crítico y En Peligro)*. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

VIADA, C. (Ed.) (1998). *Áreas importantes para las aves en España. Monografía nº5.* SEO/Birdlife, Madrid.

VICENS FRANQUESA, LL. & ORDUÑA AZNAR, F., (2004). *Utilización de un SIG y herramientas de análisis visual para la determinación del posible impacto ambiental debido a la implantación de un parque eólico en la 'Serra de L'Auleda' (La Jonquera, Girona).*

WINKLEMAN, J.E. 1992. *The impact of the Sep wind park near Oosterbierum, Friesland, The Netherlands, on birds. 1. Collision victims*. RIN-Rapport 92/3.

WINKLEMAN, J.E. (1994). *Bird/wind turbine investigations in Europe*. Pages 43-48 en *Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting*, Denver.

3 INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Para el desarrollo del presente estudio se ha empleado información cartográfica mediante servicios Web Map Service (WMS) o descargas de información para su utilización con programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

A continuación se indican los bancos de datos utilizados:

- Banco de datos de la biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/banco_datos/
- Instituto Geológico y Minero de España http://www.igme.es/internet/default.asp
- Meteogalicia. www.meteogalicia.es
- Sistema de Información Ambiental de Galicia (SIAM) http://www.siam.medioambiente.xunta.es/siam/
- Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA) http://sitga.xunta.es/sitga