



ANEXO VI: ESTUDIO DE RUIDO



■ ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. OBJETIVO | 5 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 3. MARCO LEGISLATIVO | 8 |
| 3.1. NORMATIVA EUROPEA | 8 |
| 3.2. NORMATIVA ESTATAL | 8 |
| 3.3. NORMATIVA AUTONÓMICA | 10 |
| 4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO | 13 |
| 4.1. LOCALIZACIÓN Y AMBITO DE ESTUDIO | 13 |
| 4.2. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA. VALORES DE INMISIÓN Y OBJETIVOS DE CALIDAD A APLICAR | 14 |
| 5. SITUACIÓN FUTURA ESCENARIO OPERACIONAL | 15 |
| 5.1. MÉTODO DE CÁLCULO | 15 |
| 5.2. COEFICIENTES DE CÁLCULO | 16 |
| 5.2.1. Radio máximo de búsqueda | 16 |
| 5.2.2. Periodos de referencia | 17 |
| 5.2.3. Estimadores a calcular | 17 |
| 5.2.4. Orden de reflexión | 17 |
| 5.3. DATOS DE ENTRADA | 17 |
| 5.3.1. Modelo Digital del Terreno (MDT) | 17 |
| 5.3.2. Caracterización del parque eólico | 18 |
| 5.3.3. Absorción de los tipos de suelo | 19 |
| 5.4. CUMPLIMIENTO DE VALORES DE INMISIÓN | 20 |
| 5.5. CUMPLIMIENTO OBJETIVOS DE CALIDAD | 21 |
| 6. EFECTO SINÉRGICO | 24 |
| 6.1. SINERGIAS ENTRE P.E. EXISTENTES Y LAS MAJAS | 24 |
| 6.2. SINERGIAS ENTRE P.E. EXISTENTES, PARQUES PROYECTADOS Y LAS MAJAS | 26 |
| | |
| APENDICE 1. PLANOS | |

1. OBJETIVO

El objeto de este anejo es determinar el impacto sonoro tras la puesta en funcionamiento del P.E. "Las Majas".

Para ello, en primer lugar, se ha simulado mediante software especializado en acústica, la situación futura que existirá una vez ejecutado el parque eólico, obteniendo los niveles de ruido que emitirá el parque. Posteriormente, se ha realizado un análisis de los resultados, comparando los valores obtenidos con los valores límites aplicables según el uso de cada una de las zonas, valorando el grado de afección acústica que producirá el parque, seguidamente se ha simulado las fuentes actuales de ruido analizando el cumplimiento de los objetivos de calidad al calcular el efecto acumulativo con los niveles generados por el Parque Eólico.

También se ha efectuado un estudio de sinergias, con el propósito de determinar el impacto sonoro que conllevaría la explotación al mismo tiempo del parque objeto de estudio junto con parques que se ejecutarán próximamente y parques construidos en la actualidad, existentes en la zona.

2. INTRODUCCIÓN

Las turbinas de los aerogeneradores generan sonido por medio de dos fuentes, mecánicas y aerodinámicas. Aunque a medida que ha avanzado la tecnología los aerogeneradores han disminuido su emisión sonora de modo considerable, el impacto sonoro de un parque eólico sigue siendo un factor a considerar en la elección de su emplazamiento.

Los niveles acústicos pueden ser medidos de manera objetiva, pero al igual que ocurre con otro tipo de impactos, la percepción pública del impacto acústico de un parque eólico es, en parte, subjetiva.

Una definición aceptada del concepto ruido dice que éste se corresponde con un sonido no deseado.

Así, el ruido dependerá de diversos factores:

- Los niveles de ruido de fondo.
- El terreno existente entre emisor y receptor.
- La naturaleza del receptor.
- La actitud del receptor acerca del emisor.

A continuación se muestra una figura con los principales factores que van a influir en el impacto acústico producido por un aerogenerador: fuentes de ruido, caminos de propagación y receptores.

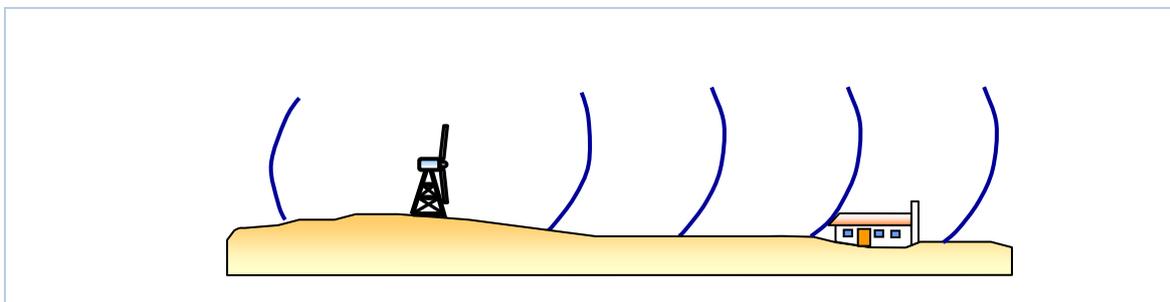


Figura 1. Esquema propagación del ruido

| Fuentes de ruido | Caminos de propagación | Receptores |
|--------------------|------------------------|--|
| Ruido aerodinámico | Distancia | Exposición interior y exterior de las edificaciones. |
| Ruido dinámico | Gradientes de viento | Vibraciones del edificio |
| | Terreno | |

Tabla 1. Principales factores que influyen en la propagación del ruido

En general, los efectos del ruido sobre las personas pueden clasificarse dentro de tres categorías:

- Efectos subjetivos, como molestias ajenas a los niveles de ruido generado.
- Interferencias con actividades habituales (conversación, sueño...).
- Efectos psicológicos, como ansiedad, estrés y depresión.

En la mayoría de los casos, los efectos sonoros relacionados con los aerogeneradores producen consecuencias solamente en las dos primeras categorías, existiendo turbinas modernas que actúan únicamente en la primera de ellas. La tercera categoría aparece en situaciones más "extremas" de exposición al ruido, como puede ser el trabajo en plantas industriales y cerca de aeronaves. El hecho de que un sonido sea molesto dependerá en gran medida del tipo de sonido de que se trate (tonal, de banda ancha, de baja frecuencia o impulsivo), y sobre todo de las circunstancias y sensibilidad de la persona (receptor) que lo escucha.

El sonido producido en los aerogeneradores es considerablemente distinto en nivel y naturaleza al producido por instalaciones industriales de mayor tamaño y con más componentes. Los aerogeneradores suelen estar situados en áreas apartadas, con un ruido de fondo propio de los medios naturales o seminaturales. Además, en numerosas ocasiones, el sonido emitido por un aerogenerador es enmascarado por el producido por el propio viento.

Además, este sonido, ha sido disminuido en gran medida con el avance de la tecnología; a medida que la superficie de las palas se ha ido optimizando, una mayor parte de la energía eólica se ha ido convirtiendo en energía rotacional, y en menor grado en energía acústica. La amortiguación de las vibraciones y la mejora en el diseño también han influido de manera significativa en la reducción de las fuentes de ruido mecánico.

3. MARCO LEGISLATIVO

3.1. NORMATIVA EUROPEA

DIRECTIVA 2002/49/CE

En el marco de la política comunitaria, la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (DOCE 18/7/2002), tiene como principal objetivo establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos de la exposición al ruido, aplicando las siguientes medidas:

- Determinación de la exposición al ruido ambiental mediante la elaboración de los mapas de ruido según métodos de evaluación comunes.
- Informar a la población sobre el ruido ambiental y sus efectos
- Adoptar, por parte de los estados miembros, planes de acción para prevenir y reducir el ruido ambiental.
- Fijar bases que permitan elaborar medidas comunitarias de reducción de los ruidos emitidos por las principales fuentes, en particular, vehículos e infraestructuras de ferrocarril y carretera, aeronaves, equipamiento industrial y de uso al aire libre y máquinas móviles.

3.2. NORMATIVA ESTATAL

Ley 37/2003, de 17 de noviembre de ruido

La norma que resulta de aplicación en el territorio nacional es la Ley 37/2003 del Ruido, que es la que regula la realización de los mapas de ruido.

En ella se definen los tipos de áreas acústicas, sin establecer valores límite u objetivos de calidad acústica para cada una de ellas. Seguidamente se detallan los decretos que las desarrollan.

Real Decreto 1513/2003

Este Real Decreto tiene por objeto desarrollar la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de establecer un marco básico destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos del ruido.

En este decreto se definen los índices de ruido a evaluar así como los métodos de evaluación de los mismos y de los efectos nocivos asociados al ruido.

Real Decreto 1367/2007 y Real Decreto 1038/2012

El Real Decreto 1367/2007 establece las normas necesarias para el desarrollo y ejecución de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

En este decreto se define la clasificación mínima en áreas acústicas del territorio que deberán tener en cuenta las comunidades autónomas, estableciendo además los criterios a seguir para la delimitación de las mismas.

Por último, se definen los valores límite de inmisión aplicables a actividades y los valores límites para cumplir con los objetivos de calidad acústica aplicables a áreas urbanizadas existentes.

| Tipo de área acústica | Ld (Día) | Le(Tarde) | Ln(Noche) |
|---|----------|-----------|-----------|
| e) Sectores de territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica. | 50 | 50 | 40 |
| a) Sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. | 55 | 55 | 45 |
| d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c). | 60 | 60 | 50 |
| c) Sectores del territorio con predominio de suelo recreativo y de espectáculos. | 63 | 63 | 53 |
| b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial. | 65 | 65 | 55 |

Tabla 2. Valores límite de inmisión

El Real Decreto 1038/2012 modifica el Real Decreto anterior en cuanto a los niveles objetivos de calidad para el tipo de área acústica f, área dedicada a los "Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen", resultando la tabla de objetivos de calidad de la siguiente manera:

| Tipo de área acústica | Ld (Día) | Le(Tarde) | Ln(Noche) |
|---|---|-----------|-----------|
| e) Sectores de territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica. | 60 | 60 | 50 |
| a) Sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. | 65 | 65 | 55 |
| d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c). | 70 | 70 | 65 |
| c) Sectores del territorio con predominio de suelo recreativo y de espectáculos. | 73 | 73 | 63 |
| b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial. | 75 | 75 | 65 |
| f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos que los reclamen. | En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos. | | |

Tabla 3. Objetivos de calidad

3.3. NORMATIVA AUTONÓMICA

Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón.

El objeto de esta Ley es prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica para evitar y reducir los daños que de ésta puedan derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente en la Comunidad Autónoma de Aragón, mediante el establecimiento de niveles, objetivos e índices de calidad acústica. Tiene como finalidades la plena realización de los derechos de quienes residan o se encuentren en la Comunidad Autónoma de Aragón a disfrutar de un medio ambiente equilibrado, sostenible y respetuoso hacia la salud, a la protección ante las distintas formas de contaminación, a la protección de la intimidad personal y familiar y a una adecuada calidad de vida.

En su Anexo II se marcan los siguientes periodos de referencia a largo plazo.

- Periodo diurno de 7.00 a 19.00 horas
- Periodo vespertino de 19.00 a 23.00 horas
- Periodo nocturno de 23.00 a 07.00 horas

En su Anexo III habla de los objetivos de calidad y sus valores límites, marcando como límite de inmisión máximos de ruido aplicables a actividades los que aparecen en la siguiente tabla:

| Tipo de áreas acústicas | | L día | L tarde | L noche |
|-------------------------|--|-------|---------|---------|
| b | Áreas de alta sensibilidad acústica | 50 | 50 | 40 |
| c | Áreas de uso residencial | 55 | 55 | 45 |
| d | Áreas de uso terciario | 60 | 60 | 50 |
| e | Áreas de usos recreativos y espectáculos | 63 | 63 | 53 |
| f | Áreas de usos industriales | 65 | 65 | 55 |

Tabla 4. Límites de inmisión máximos de ruido aplicables a actividades

Y los siguientes valores para objetivos de calidad acústica aplicables a áreas urbanizadas existentes:

| Tipo de áreas acústicas | | L día | L tarde | L noche |
|-------------------------|---|----------------------------|---------|---------|
| A | Áreas naturales | Regulado en el apartado 1f | | |
| B | Áreas de alta sensibilidad acústica | 60 | 60 | 50 |
| C | Áreas de uso residencial | 65 | 65 | 55 |
| D | Áreas de uso terciario | 70 | 70 | 65 |
| E | Áreas de usos recreativos y espectáculos | 73 | 73 | 63 |
| F | Áreas de usos industriales | 75 | 75 | 65 |
| G | Áreas de usos de infraestructuras y equipamientos | Regulado en el apartado 1e | | |

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

APARTADO 1e- Objetivos de calidad acústica para áreas de usos de infraestructuras y servicios.

En el caso de los sectores del territorio delimitados por las autoridades competentes como áreas de usos de infraestructuras y servicios, los valores límite de los objetivos de calidad acústica para ruido y vibraciones no se determinarán de manera específica, tal y como recoge la tabla anterior, debido a sus especiales características. En estos casos deberán adoptarse por parte de las autoridades competentes programas de actuación basados en la aplicación de aquellas tecnologías que conlleven la menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles. Estos programas de actuación deberán cumplir los requisitos mínimos que a tal efecto establezca la Comunidad Autónoma de Aragón, sin perjuicio de lo dispuesto a tal efecto en la normativa básica del Estado.

APARTADO 1f- Objetivos de calidad acústica aplicables a las áreas naturales y paisajes sonoros protegidos.

En el caso de los espacios naturales delimitados como paisajes sonoros protegidos, los objetivos de calidad acústica para ruido y vibraciones que les sean de aplicación serán establecidos a partir de estudios acústicos específicos cuyo alcance y contenido mínimo será establecido por el Gobierno de Aragón sin perjuicio de lo que a tal efecto establezca la normativa básica estatal. Estos estudios deberán tomar en consideración la problemática específica de cada espacio natural con el objetivo de garantizar la protección de su entorno frente a la contaminación acústica.

4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1. LOCALIZACIÓN Y AMBITO DE ESTUDIO

El parque eólico se encuentra situado íntegramente en la comarca de Campo de Belchite y se localiza a unos 34 km al Sur de Zaragoza. El área de implantación del parque eólico "Las Majas" se localiza en el término municipal de Azuara perteneciente a la provincia de Zaragoza.

El término municipal de Azuara alberga los 17 aerogeneradores de este parque, tiene una superficie de 165,8 kilómetros cuadrados, una población aproximada de 540 habitantes (INE 2019) y una elevación de 603 m.

Los núcleos habitados más próximos al parque eólico son el de Fuendetodos a unos 3,3 km y el de Azuara a unos 3,6 km del parque objeto de estudio.

Los terrenos destinados a la implantación del parque y sus infraestructuras asociadas son básicamente terrenos montañosos y campos de labor de secano.

Seguidamente se muestra una imagen con la localización del parque:

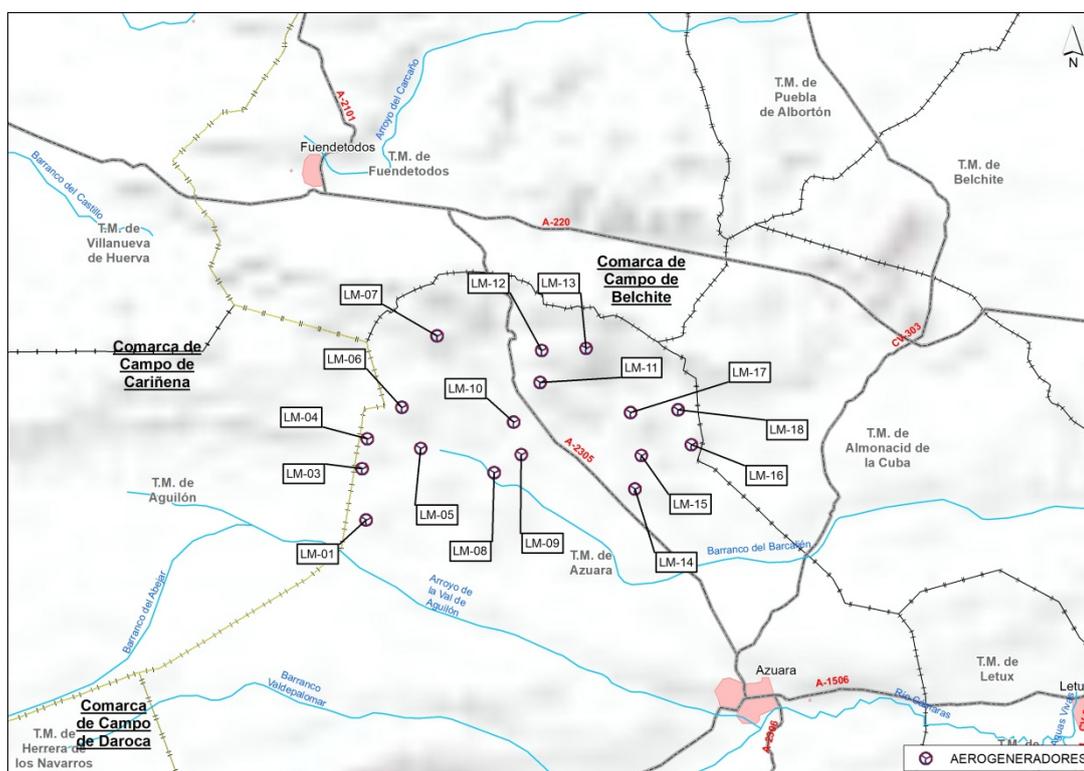


Figura 2. Detalle de localización del parque eólico "Las Majas"

El futuro parque eólico estará formado por 17 aerogeneradores de 5,8 MW de potencia nominal con una altura del buje de 136 m.

4.2. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA. VALORES DE INMISIÓN Y OBJETIVOS DE CALIDAD A APLICAR

La zona de influencia del parque eólico es una zona montañosa y de campos de labor de secano, en esta zona no existen muchas construcciones siendo en su mayoría pequeñas edificaciones de uso agrario, en ruinas y una explotación minera. Los núcleos de población o zonas de uso residencial se encuentran bastante alejados, tal como se ha comentado en el apartado anterior, encontrándose el núcleo urbano de Fuendetodos aproximadamente a 3,3 km al noroeste del aerogenerador más cercano.

Aunque en las normas acústicas recogidas en el apartado anterior sobre legislación acústica, el uso agrícola no está reconocido como tal, se ha considerado que la zona de actuación se identifica como sectores de uso industrial ya que, en las prácticas agrícolas es frecuente el ruido de maquinaria. Por ejemplo una cosechadora produce hasta 91,7 dB(A) y un tractor con cabina de 73 a 90 dB(A).

En la siguiente tabla se muestra un cuadro resumen legislativo de los límites aplicables para ambos usos.

| Uso de la zona receptora | Legislación Estatal | | | Legislación Autonómica | | |
|--------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|------------------------|------------------|----------------------|
| | Tipo de área acústica | Límites inmisión | Objetivos de calidad | Tipo de área acústica | Límites inmisión | Objetivos de calidad |
| | | Día/Noche | Día/Noche | | Día/Noche | Día/Noche |
| Usos residencial | Área acústica tipo A | 55/45 | 65/55 | Área acústica tipo c | 55/45 | 65/55 |
| Usos agrícola | Área acústica tipo B | 65/55 | 75/65 | Área acústica tipo f | 65/55 | 75/65 |

Tabla 6. Cuadro resumen legislativo

5. SITUACIÓN FUTURA ESCENARIO OPERACIONAL

Con objeto de establecer la modelización de la situación acústica una vez en funcionamiento el parque eólico, el estudio se apoya en la utilización de un potente programa informático que consigue una notable exactitud de los resultados.

Dentro de los software de predicción acústica ambiental disponibles en el mercado, CADNA-A V19 es un desarrollo de la empresa DATAKUSTIK GMBH especialmente optimizado para dar solución a los requerimientos planteados por la Directiva 2002/49/CE.

CADNA-A (Computer Aided Design Noise Abatement) es un programa para el cálculo y presentación de niveles de exposición al ruido ambiental, así como el asesoramiento y prognosis en relación a éste. El modelo se basa en los algoritmos de la norma ISO 9613-22 (recomendada como método de cálculo por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental).

Este programa informático, utiliza el trazado de líneas imaginarias (rayos sonoros) a partir de los puntos receptores. Cada vez que un obstáculo (edificios, barreras, zonas de vegetación, etc.) se interpone en la trayectoria de los rayos sonoros, se producen alteraciones en la propagación del ruido (reflexiones, difracción y efectos debidos al tipo de superficie) que son tenidos en cuenta en el cálculo.

Para cada rayo sonoro, se calculan las pérdidas de energía en el trayecto desde la fuente hasta el receptor (efecto distancia, efecto suelo, absorción del aire). De este modo, el nivel de presión sonora en el punto receptor se obtendrá como resultado de la suma de las contribuciones energéticas correspondientes a cada rayo.

5.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Para el cálculo de los niveles sonoros del parque eólico, se ha considerado cada aerogenerador como una fuente sonora puntual suspendida en el aire a su altura real, y con unos datos de emisión correspondientes al caso más desfavorable, que es el de máxima carga, considerando:

- Que la emisión de cada aerogenerador es la máxima suministrada por el fabricante, en función de la velocidad del viento y altura de la fuente.
- Que la emisión es constante a lo largo de las 24 h.

Con objeto de predecir el nivel de presión sonora a una determinada distancia de una fuente acústica, con un nivel de potencia sonora conocido, debemos tener en cuenta la forma en que se propagan las ondas.

El nivel sonoro producido por una fuente en un punto decrece con la distancia a la fuente a causa de la dispersión de la energía. Esta disminución del nivel en función de la distancia depende de la naturaleza

de la fuente, según sea puntual o lineal. Para una fuente puntual, que es el caso que nos ocupa, el nivel de presión decrece 6 dB al doblarse la distancia fuente-receptor.

Esta atenuación es puramente geométrica y no depende de las características del medio. La pérdida de energía en el medio depende de numerosos factores, como son la temperatura, la presión, el viento, la presencia de obstáculos, etc.

De este modo, el desarrollo de un modelo de propagación del sonido preciso deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Modelo de aerogenerador
- Características de la fuente (directividad, altura,...)
- Distancia fuente-receptor.
- Absorción del aire, que depende de la frecuencia del sonido. Efecto del terreno (reflexión y absorción del sonido en el terreno, la cual depende de la altura de la fuente, cobertura del terreno, propiedades del suelo, frecuencia del sonido,...)
- Obstáculos del terreno
- Efecto del clima (velocidad del viento, cambios de la velocidad o temperatura del viento con la altura,...)

5.2. COEFICIENTES DE CÁLCULO

5.2.1. Radio máximo de búsqueda

Este parámetro indica el radio máximo de búsqueda de fuentes sonoras a considerar en el cálculo para cada uno de los puntos que determinan el modelo de ruido. En nuestro caso este parámetro es de 2.000 m, de manera que las fuentes sonoras que se encuentren a más de esta distancia del receptor no serán consideradas en el cálculo ya que el ruido proveniente de ellas se considera imperceptible, no pudiéndose distinguir del ruido de fondo.

El empleo de esta distancia se justifica por el hecho de que cualquier aerogenerador situado a una distancia superior a 2 Km de un receptor, producirá en el receptor un nivel de inmisión inferior a la mitad del nivel máximo más restrictivo existente en la legislación. De este modo, aseguramos que las isófonas calculadas en el modelo acústico cubrirán sobradamente los rangos que marca la legislación vigente.

5.2.2. Periodos de referencia

Los periodos de referencia considerados en el cálculo, condicionan las horas para las cuales se calculan los indicadores de ruido ($L_{\text{día}}$, L_{tarde} y L_{noche}). De este modo, utilizando índices integrados sobre 24 horas, se podrán tener en cuenta las diferentes exigencias de calidad ambiental sonora en función de los diferentes periodos de actividad:

- Día: Periodo comprendido entre las 7:00 y las 19:00.
- Tarde: Periodo comprendido entre las 19:00 y las 23:00.
- Noche: Periodo comprendido entre las 23:00 y las 7:00.

5.2.3. Estimadores a calcular

Los estimadores de ruido a calcular en el modelo han sido los siguientes:

- $L_{\text{día}}$: Es el nivel sonoro medio equivalente ponderado A, definido en la norma ISO 1996-2: 2007, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año.
- L_{tarde} : Es el nivel sonoro medio equivalente ponderado A, definido en la norma ISO 1996-2: 2007, determinado a lo largo de todos los periodos tarde de un año.
- L_{noche} : Es el nivel sonoro medio equivalente ponderado A, definido en la norma ISO 1996-2: 2007, determinado a lo largo de todos los periodos noche de un año.

Para este caso al ser considerado el peor caso posible los indicadores son iguales.

5.2.4. Orden de reflexión

Ésta opción permite determinar el número de reflexiones a considerar en el cálculo de la propagación del ruido. En el caso que nos ocupa, se ha considerado orden de reflexión 2, suficiente para este tipo de estudios acústicos

5.3. DATOS DE ENTRADA

5.3.1. Modelo Digital del Terreno (MDT)

Una adecuada modelización del terreno en el área de estudio resulta fundamental para que el estudio de ruido sea lo más fiel posible a la realidad.

Se ha utilizado como base de información cartográfica el MDT05 obtenido del Instituto Geográfico Nacional. Este Modelo Digital del Terreno tiene un paso de malla de 5m, obtenido por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50 cm/píxel. A este Modelo Digital del Terreno se le ha incorporado las edificaciones existentes extraídas de la Dirección General de Catastro disponible en formato vectorial, con la finalidad de representar, en la medida de lo posible, los obstáculos existentes en la zona.

5.3.2. Caracterización del parque eólico

La correcta caracterización de las fuentes de ruido se convierte en el factor determinante a la hora de realizar un mapa de ruido lo más fiel posible a la realidad.

Así, los parámetros a introducir en el caso de un parque eólico, considerándolo como un conjunto de fuentes puntuales de ruido, son los siguientes:

- Distribución y número de aerogeneradores: en la siguiente tabla se muestra el número de aerogeneradores del parque, su ubicación en coordenadas UTM ETRS 89 huso 30 N, la altura relativa sobre el terreno y el tipo de aerogenerador.

| Nº aerogenerador | Tipo de Aerogenerador | Coordenada X | Coordenada Y | Altura |
|------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------|
| 01 | 5,8 MW | 671.650 | 4.572.758 | 136 |
| 03 | 5,8 MW | 671.581 | 4.573.655 | 136 |
| 04 | 5,8 MW | 671.675 | 4.574.175 | 136 |
| 05 | 5,8 MW | 672.595 | 4.574.007 | 136 |
| 06 | 5,8 MW | 672.271 | 4.574.721 | 136 |
| 07 | 5,8 MW | 672.882 | 4.575.962 | 136 |
| 08 | 5,8 MW | 673.869 | 4.573.582 | 136 |
| 09 | 5,8 MW | 674.332 | 4.573.902 | 136 |
| 10 | 5,8 MW | 674.204 | 4.574.466 | 136 |
| 11 | 5,8 MW | 674.658 | 4.575.158 | 136 |
| 12 | 5,8 MW | 674.688 | 4.575.713 | 136 |
| 13 | 5,8 MW | 675.454 | 4.575.751 | 136 |
| 14 | 5,8 MW | 676.301 | 4.573.302 | 136 |
| 15 | 5,8 MW | 676.406 | 4.573.885 | 136 |
| 16 | 5,8 MW | 677.274 | 4.574.074 | 136 |
| 17 | 5,8 MW | 676.225 | 4.574.630 | 136 |
| 18 | 5,8 MW | 677.044 | 4.574.680 | 136 |

Tabla 7. Características de los aerogeneradores del parque eólico

- Potencia de las fuentes puntuales de ruido: Los aerogeneradores seleccionados tendrán 5,8 MW de potencia nominal, se ha considerado la altura de buje de 136 m y un nivel estimado de emisión máximo de ruido de 111,5 dB(A).

5.3.3. Absorción de los tipos de suelo

El software de cálculo empleado permite introducir diferentes tipos de suelo a efectos de absorción de ruido. El tipo de suelo, determinado por norma general a partir del uso al que está destinado, tiene cierta influencia en la propagación del sonido, ya que se relaciona con su absorción en función de sus características físicas (porosidad, densidad,...). En el modelo acústico del parque se ha introducido como:

- Suelos reflectantes: suelos urbanizados y zonas de roca desnuda, se han considerado con un coeficiente de absorción 0.
- Suelos absorbentes: Resto de suelos, se han considerado con un coeficiente de absorción 1.

Seguidamente se muestra una imagen de la información introducida en el programa de cálculo, donde se puede observar las curvas de nivel, carreteras, edificios y aerogeneradores:

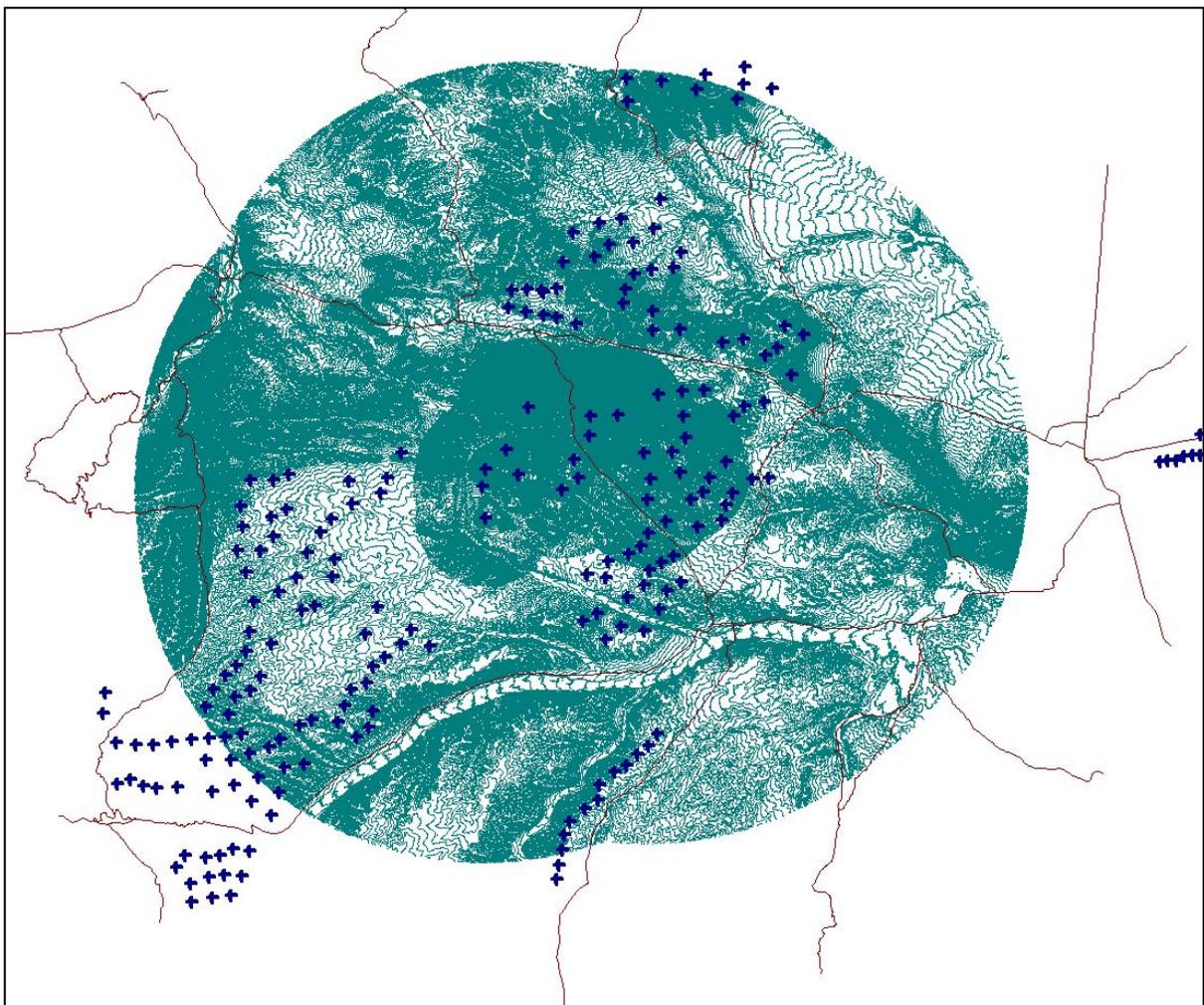


Figura 3. Imagen del modelo introducido en Cadna-A

5.4. CUMPLIMIENTO DE VALORES DE INMISIÓN

La correcta consideración de todos los factores indicados con anterioridad, y su inclusión en un software de modelización (CADNA-A) que cumpla los requerimientos planteados por la directiva 2002/49 CE, va a dar como resultado la distribución espacial de los niveles acústicos generados por el parque eólico diseñado.

Para la modelización de las isófonas se han considerado las peores condiciones posibles, como ya se ha ido apuntando a lo largo de este documento:

- Potencia de emisión máxima.
- Emisión sonora constante durante las 24 horas del día.

De acuerdo con estas premisas, se ha representado la distribución de los niveles acústicos a modo de líneas isófonas, que indican los niveles sonoros a 4 m de altura sobre el terreno. Resultado que se muestra en la siguiente imagen.

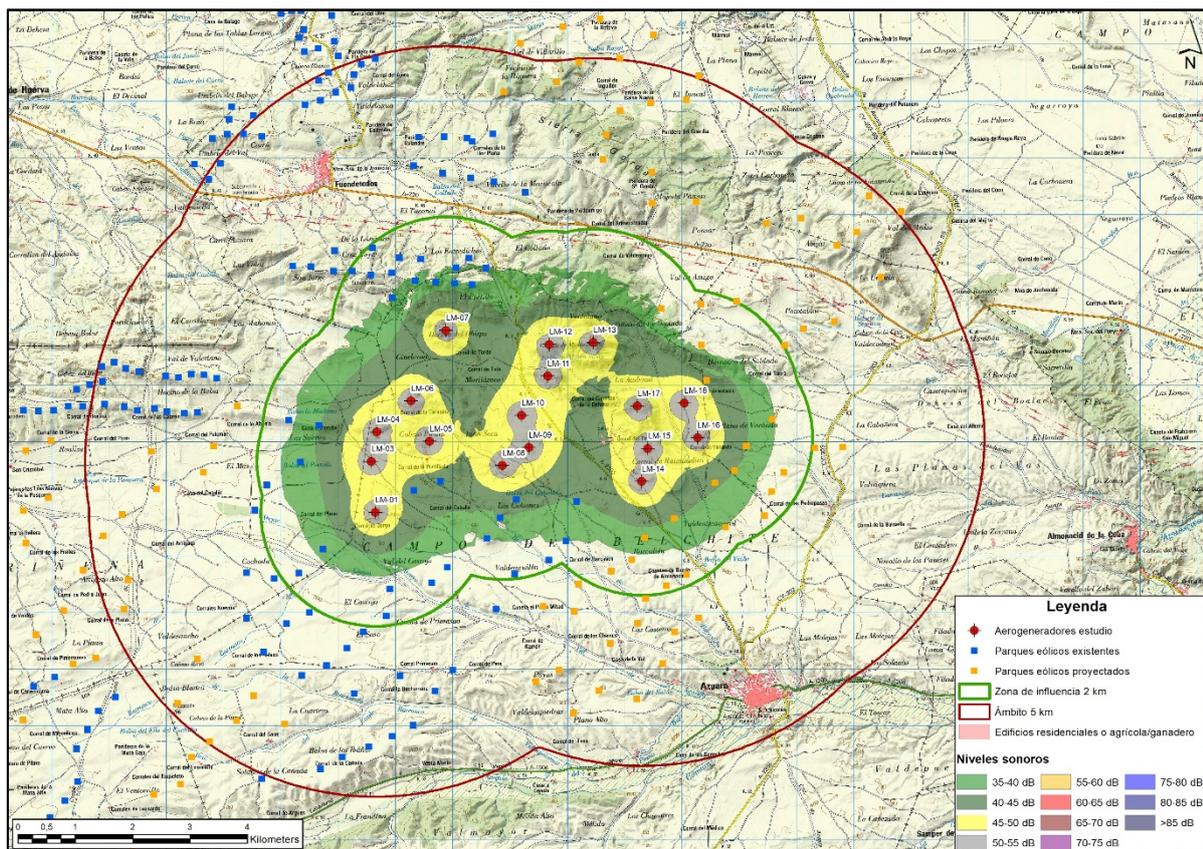


Figura 4. Imagen valores de inmisión generados por el parque eólico "Las Majas"

Tras el cálculo acústico queda comprobado que, la edificación en uso que registra un mayor nivel de inmisión, se trata de uno de los edificios de la cantera de Azuara, registrando un valor de 45,4 dB(A), el resto de las escasas edificaciones cercanas de uso agrario no soportarán, en ningún caso, niveles de ruido generados por los 17 aerogeneradores superiores a 55 dB(A), nivel más restrictivo marcado por legislación, que corresponde al nivel máximo en periodo nocturno para este uso.

De igual forma el parque eólico "Las Majas" no generará afección en ninguna edificación con uso residencial, al no encontrar este tipo de edificaciones dentro del ámbito de 2 km del parque. Las edificaciones con este uso se encuentran agrupadas en los núcleos urbanos de Fuedetodos y Azuara, situados ambos a más de 3 km del parque y por tanto el ruido procedente de los aerogeneradores de éste se pueden considerar inapreciable.

Se cumplirán, por tanto, los valores de inmisión, pudiéndose implantar el parque sin ocasionar niveles de ruido que puedan considerarse perjudiciales, resultando consecuentemente innecesario implantar medidas correctoras de atenuación acústica.

5.5. CUMPLIMIENTO OBJETIVOS DE CALIDAD

Tras un estudio de la zona de implantación del parque eólico "Las Majas" se observa la existencia de cuatro parques eólicos en la zona de influencia. Al tratarse de una zona montañosa y de campos de labor de secano, queda patente que el ruido existente será ruido de fondo típico de este paisaje unido al de la carretera que atraviesa el parque eólico, (A-2305), y al provocado por los parques eólicos existentes y la cantera, no encontrándose ninguna otra fuente de ruido reseñable en la zona de influencia.

El resultado de esta simulación, se muestra en la siguiente imagen.

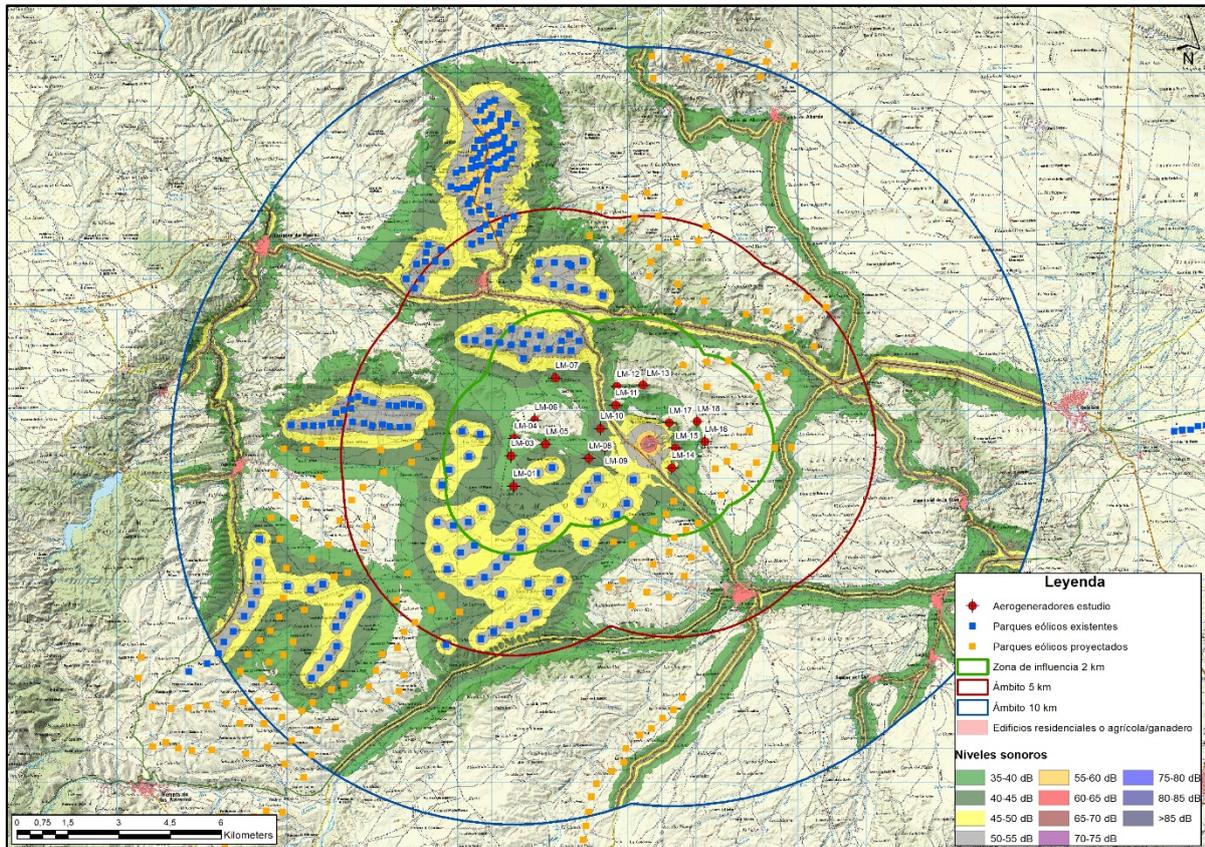


Figura 5. Imagen valores ruido actual

En la actualidad, estudiando la zona de influencia del futuro parque eólico, 2 kilómetros alrededor de sus aerogeneradores, encontramos fundamentalmente zonas montañosas y campos de labor de secano. cuatro parques eólicos en funcionamiento situados entre el norte, oeste y sur del parque eólico de estudio y una cantera al oeste de los aerogeneradores LM-15 y LM-17.

En el resto de la zona de implantación del futuro parque los valores actuales son mucho más bajos, ya que al alejarnos de las fuentes sonoras actuales el nivel de ruido disminuye. El núcleo de Fuentetodos, está a 3,3 km del parque al noroeste y Azuara a 3,6 km al este, son los municipios cercanos, que quedan muy alejados de la zona de influencia de parque.

El aporte acústico del parque no se suma aritméticamente a los valores de ruido de fondo (ruido actual) debido a que la escala de dB es una escala logarítmica.

Si suponemos que se tienen n fuentes de ruido que en un punto producen L1, L2,...; Ln, la suma en dB es:

$$L_T(dB) = 10 \log \sum_{i=1}^{i=n} 10^{\frac{L_i}{10}}$$

Gráficamente la adición de decibelios sigue la distribución que se muestra en la siguiente imagen, donde el eje de abscisas representa la diferencia de dB entre las dos fuentes, y el de ordenadas el número de dB que se le deberá sumar a la fuente de mayor nivel.



Figura 6. Gráfico suma de decibelios

Esta operación nunca puede suponer incrementar más de 3 dB al mayor de los dos dB, caso que ocurrirá cuando los valores a sumar sean similares, cuando la diferencia entre los niveles en dB de dos ruidos sea de 15 dB o superior, la cantidad a sumar al ruido mayor es tan pequeña (<0,4 dB) que en la mayoría de los casos puede despreciarse, por lo que la suma de dos ruidos que difieren en 15 o más dB, en la práctica, es igual al ruido mayor.

Conociendo que en el edificio industrial (dentro de la cantera), con el mayor valor de inmisión procedente del futuro parque eólico tendrá valores de inmisión de 45,4 dB(A) y que los valores de inmisión en la situación actual de ese mismo edificio es de 60,6 dB(A), al sumar ambos niveles para conocer el nivel de inmisión resultante una vez esté implantado el parque eólico de Las Majas y debido a que la diferencia de decibelios es mayor de 15, el incremento de la suma de los valores será de 0 dB(A), resultando un valor de 60,6 dB(A), que no supera los objetivos de calidad de 65 dB(A) y por tanto se puede concluir que no habrá afección por parte del PE Las Majas.

6. EFECTO SINÉRGICO

Se ha considerado necesario la realización del estudio del efecto sinérgico, con el objetivo de cuantificar el impacto sonoro producido por la suma de niveles acústicos que conllevaría la explotación de los diversos parques existentes, el parque objeto de estudio y parques eólicos proyectados al este del Parque objeto de estudio (P.E. Las Majas VI A, B y C, Argovento y otros proyectados), al sur (P.E. Las Majas VI B y C, y Las Majas VII D), así como al oeste (P.E. San Bartolomé I y II), al norte (P.E. María I y II). En cuanto a los P.E. existentes, encontramos al norte del parque de estudio el P.E. Entredicho, al oeste el P.E. de San Cristobal de Aguilón, y por el sur están algunos aerogeneradores de los parques de El Saso, y Las majas III, IV y V.

6.1. SINERGIAS ENTRE P.E. EXISTENTES Y LAS MAJAS

Para este efecto sinérgico se han considerado como fuente de ruido todos los aerogeneradores existentes y el parque objeto de estudio, aunque solo tendrán efecto acumulativo con el P.E "Las Majas" los aerogeneradores que se encuentren aproximadamente a 2 km de cada aerogenerador del P.E., ya que a partir de esta distancia se considera que el ruido es imperceptible.

El procedimiento realizado es similar al detallado en el apartado anterior, es decir, se ha realizado una modelización acústica utilizando el software CADNA-A, empleando los mismos parámetros que en el cálculo del ruido generado por los aerogeneradores del P.E "Las Majas", con la salvedad de que se han introducido en el modelo, a parte de los 17 aerogeneradores del parque objeto de estudio, otros 192 aerogeneradores pertenecientes a parques eólicos existentes dentro del ámbito de 10 km del P.E. "Las Majas".

El resultado del cálculo de los niveles sonoros producidos por los aerogeneradores en funcionamiento se muestra en el plano nº 2 de este anejo, y en la siguiente imagen:

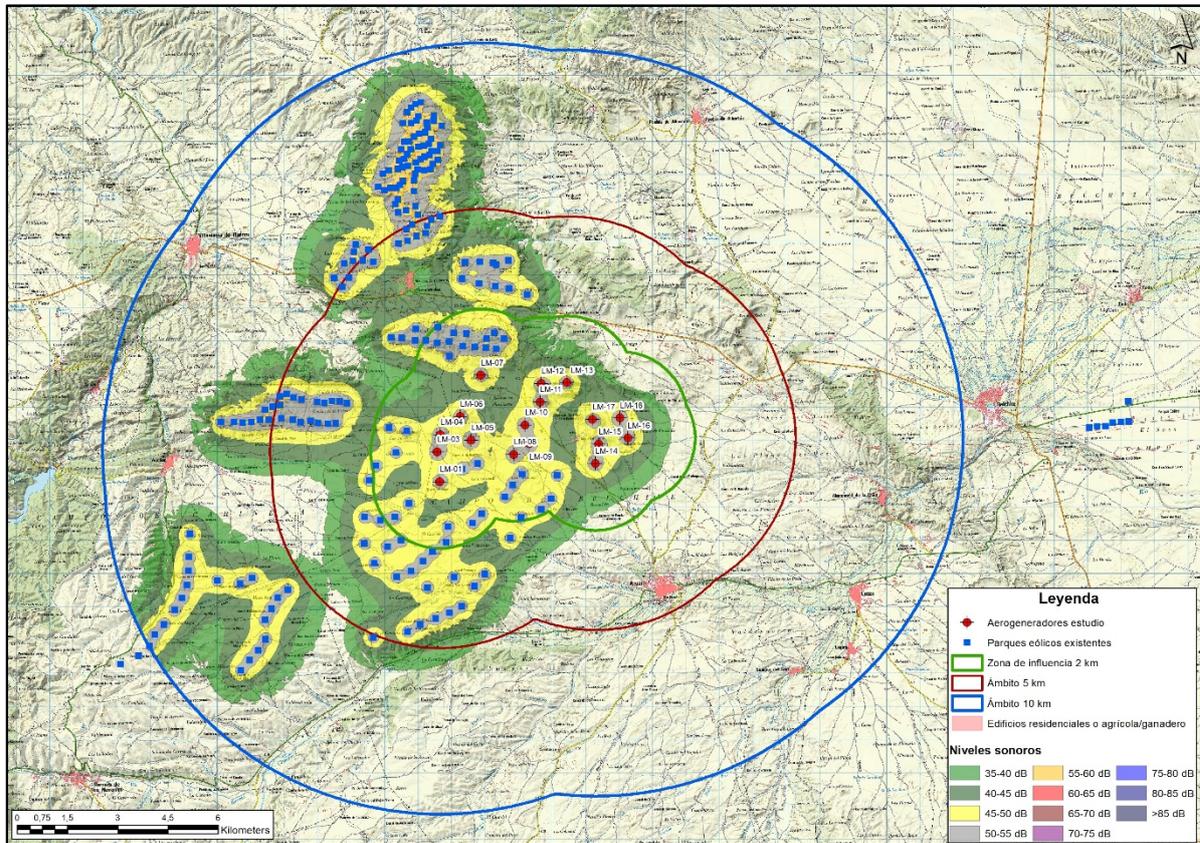


Figura 7. Imagen valores niveles sinérgicos

Comprobándose que con la puesta en funcionamiento del P.E. "Las Majas" junto con el resto de parques existentes, aunque si que existirá efecto sinérgico entre todos los aerogeneradores, al encontrarse parte de los parques eólicos existentes dentro de la zona de influencia del parque eólico estudiado, dada la escasa densidad de edificaciones de la zona (los núcleos poblados se encuentran muy alejados), y el uso (industrial y agrícola) y el estado de las mismas (encontramos muchas edificaciones en estado de ruina), después de la realización de los cálculos, no se ha registrado ningún nivel que supere los límites establecidos.

Por tanto, aunque si existirá efecto sinérgico entre los parques, se puede concluir que no habrá afección a las edificaciones de la zona.

6.2. SINERGIAS ENTRE P.E. EXISTENTES, PARQUES PROYECTADOS Y LAS MAJAS

Para este efecto sinérgico se han considerado como fuente de ruido todos los aerogeneradores existentes y proyectados. Se han introducido en el modelo acústico todos los aerogeneradores en un radio de 10 km del parque objeto de estudio, aunque solo tendrán efecto acumulativo con el P.E. "Las Majas" los aerogeneradores que se encuentren aproximadamente a 2 km de cada aerogenerador del P.E., ya que a partir de esta distancia se considera que el ruido es imperceptible.

Al igual que en el punto 6.1, se ha realizado una modelización acústica utilizando el software CADNA-A, empleando los mismos parámetros que en el cálculo del ruido generado por los aerogeneradores del P.E. "Las Majas", con la inclusión en el modelo, a parte de los 17 aerogeneradores del parque objeto de estudio, otros 192 aerogeneradores pertenecientes a parques eólicos existentes y además 141 aerogeneradores pertenecientes a parques eólicos que en el futuro se construirán.

El resultado del cálculo de los niveles sonoros producidos por los aerogeneradores en funcionamiento, junto con los proyectados y el P.E. objeto de estudio se muestra en el plano nº 3 de este anejo, y en la siguiente imagen:

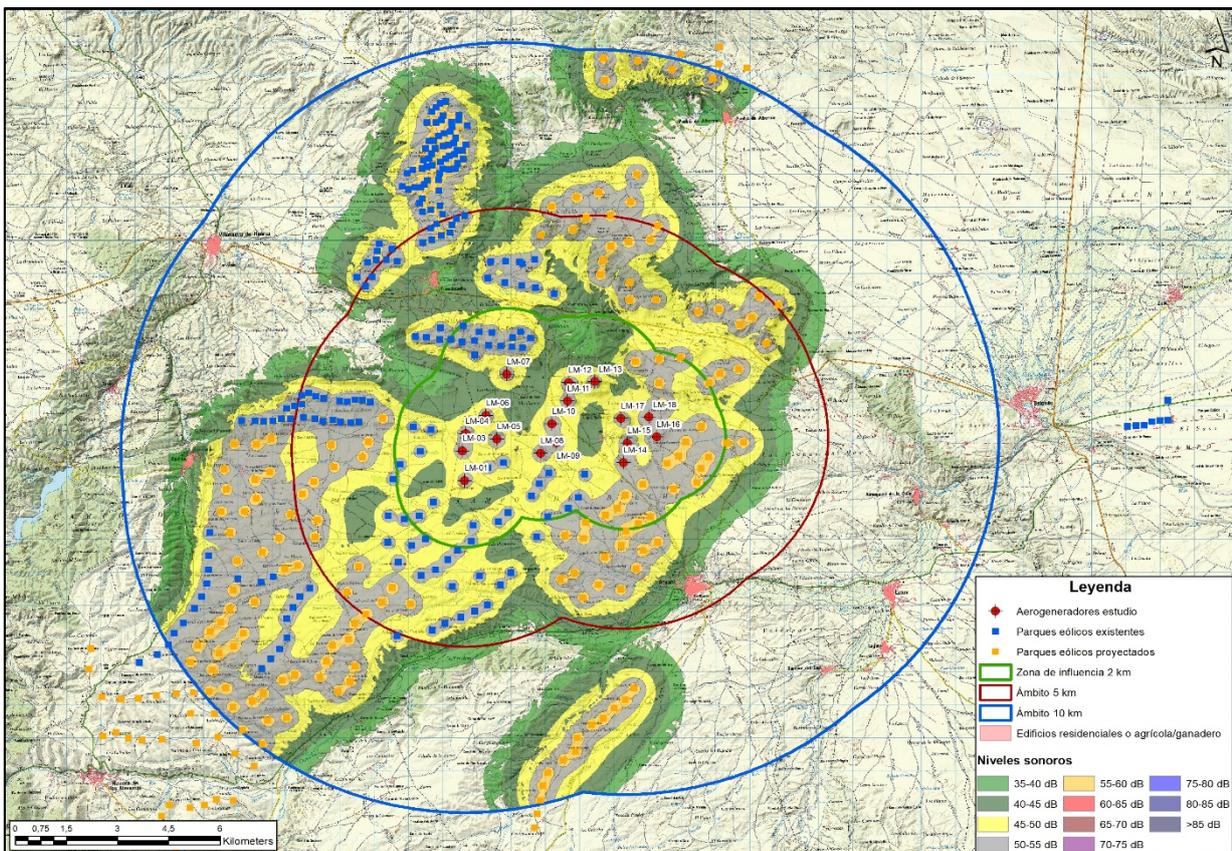
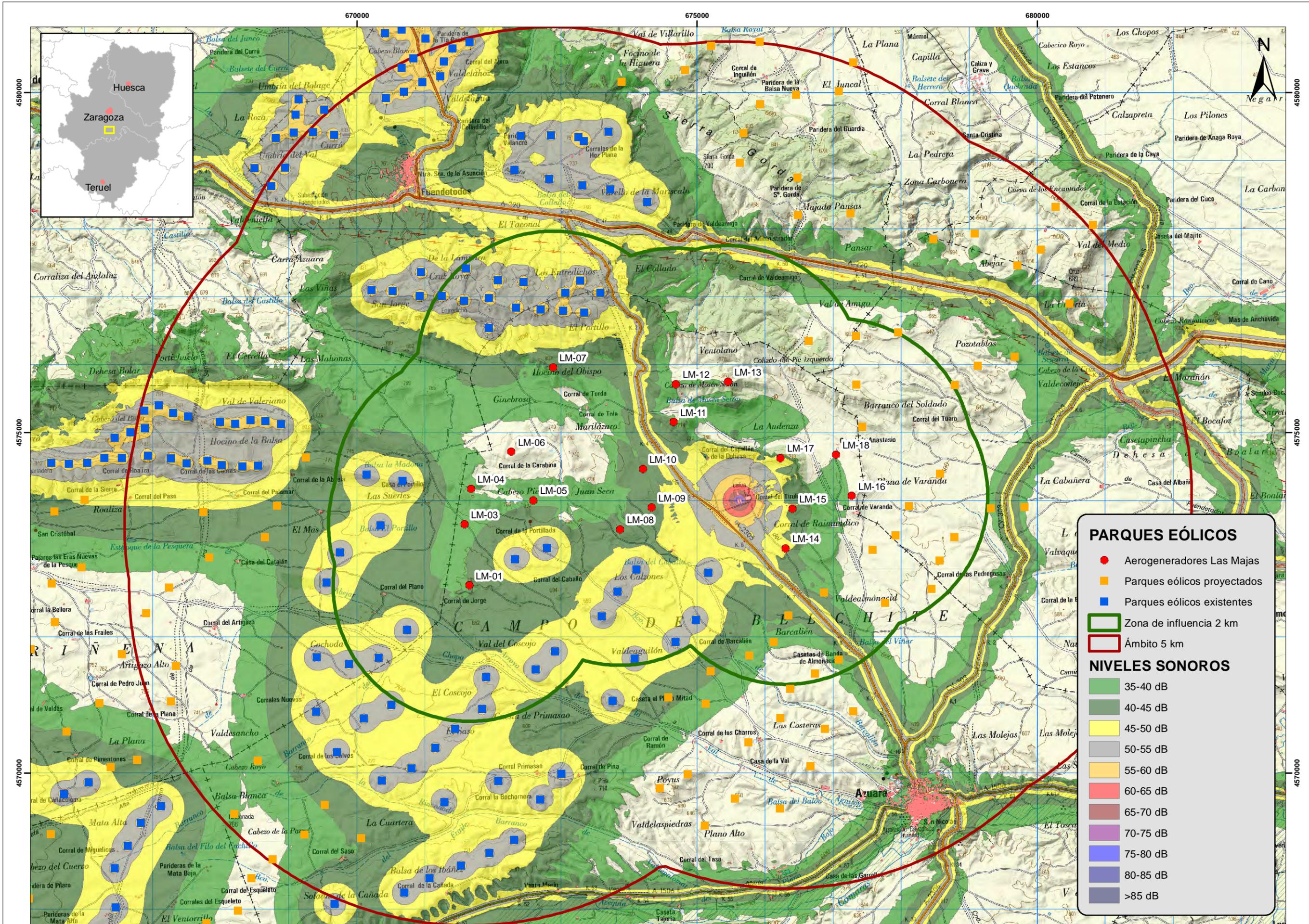


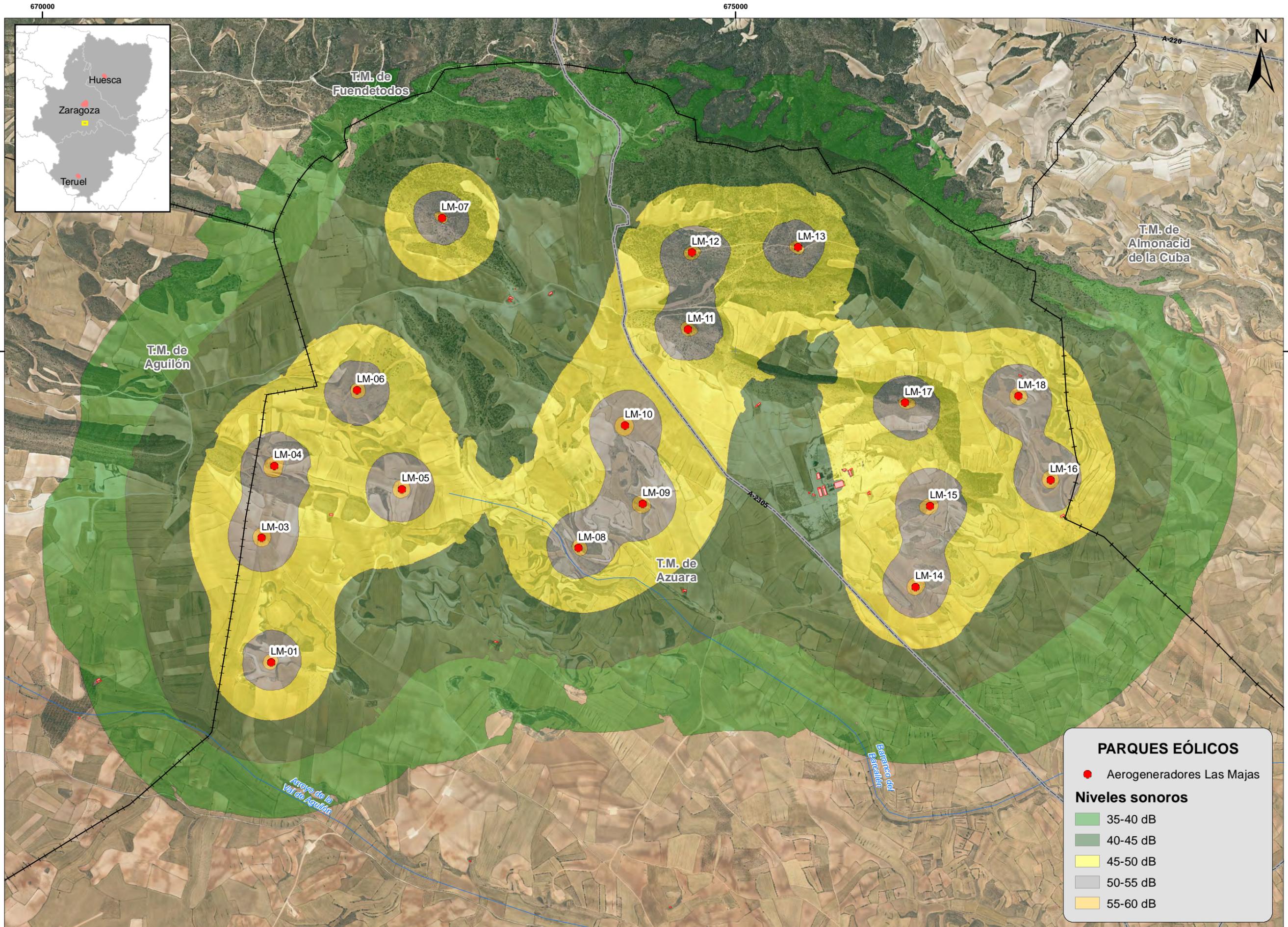
Figura 8. Imagen valores niveles sinérgicos

En la imagen anterior se puede comprobar que con la puesta en funcionamiento del P.E. "Las Majas" junto con el resto de parques previstos y existentes, los valores acústicos que se alcanzarán, estarán muy por debajo de los límites de inmisión de cada uno de los usos de las edificaciones dentro del ámbito de 2 km del parque de estudio. Dentro de ese ámbito, encontramos diversas edificaciones, una gran parte de ellas en estado ruinoso, dedicadas el resto de ellas a usos agrícolas y también industrial (las edificaciones de la Cantera cercana al parque). Los niveles sonoros calculados en las edificaciones, una vez implantados todos los parques será menor a 55 dB(A), (valor más restrictivo para el periodo nocturno para el uso industrial).

A pesar de encontrar varios aerogeneradores pertenecientes, tanto a parques existentes como proyectados, dentro de ámbito de 2 km, pudiéndose producir el efecto sinérgico y aumentar la cantidad de ruido de la zona, dada la tipología y el uso de las construcciones de la zona no se puede considerar que existirá una afección por el ruido del funcionamiento del conjunto de los parque eólicos de la zona.

APÉNDICE 1. PLANOS





PARQUES EÓLICOS

- Aerogeneradores Las Majas

Niveles sonoros

- 35-40 dB
- 40-45 dB
- 45-50 dB
- 50-55 dB
- 55-60 dB

