

Anexo IV: Estudio de impacto acústico de las infraestructuras marinas y terrestres (plataforma de ensayos y subestación) del proyecto PLEMCAT

Promotor: IREC

Febrero 2024

TRABAJO:	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO RELATIVO A LA PLATAFORMA DE I+D+i EN ENERGÍAS MARINAS DE CATALUNYA, "PLEMCAT"
UBICACIÓN:	Golf de Roses (Girona)
PETICIONARIO:	TECNO AMBIENTE, S.L.
REFERENCIA:	240105003A
FECHA:	6 de febrero de 2024

Descripción	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO RELATIVO A LA PLATAFORMA DE I+D+i EN ENERGÍAS MARINAS DE CATALUNYA, "PLEMCAT"			
Situación	Dirección	Golf de Roses		
	C.P.			
	Localidad			
	Provincia	Girona		
Peticionario	Nombre	TECNO AMBIENTE, S.L.		
	CIF	B08724247		
	Dirección	Industria, 550		
	C.P.	08918		
	Localidad	Badalona – Barcelona		
	Provincia	Barcelona		
 Centro de Acústica e Servicios de Telecomunicaciones	Dirección central	Parque Empresarial Pereiro de Aguiar Vial Centro Comercial, nº28 (anteriormente parcela 11) CP 32710. O Pereiro de Aguiar (Ourense)		
		DELEGACIONES: Ourense – Vigo – Pontevedra – Lugo		
	Teléfono	693 66 55 44		
	E-mail	info@sonen.es	web	www.sonen.es
		 Óscar Outumuro Cid Director de Laboratorio	 Pablo Gómez Pérez Director Técnico	
Fecha	6 de febrero de 2024		Rev. 02	

ÍNDICE

1. OBJETO.....	4
2. NORMATIVA ACÚSTICA	5
2.1. MARCO NORMATIVO GENERAL.....	5
2.1.1. MARCO EUROPEO	5
2.1.2. MARCO NACIONAL	5
2.1.3. MARCO AUTONÓMICO.....	8
2.2. EXIGENCIAS ACÚSTICAS APLICABLES	8
3. ÁREA DE ESTUDIO Y NUEVO DESARROLLO	10
3.1. LOCALIZACIÓN	10
3.2. ÁREAS ACÚSTICAS DE AFECCIÓN	11
3.3. FUENTES EXTERIORES DE RUIDO	12
4. PREDICCIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN	15
4.1. HERRAMIENTAS SOFTWARE PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA ACÚSTICO	15
4.1.1. SOFTWARE DE SIMULACIÓN	15
4.1.2. SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN	15
4.2. SIMULACIÓN Y RESULTADOS	16
4.2.1. CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO.....	16
4.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO.....	18
4.2.3. NIVELES GLOBALES DE RUIDO RESULTANTES.....	19
5. CONCLUSIONES	21
6. TÉCNICOS RESPONSABLES	23
7. ANEXO I. POTENCIA ACÚSTICA DE LOS AEROGENERADORES.....	24
8. ANEXO II. MAPAS DE RUIDO DE LA PLATAFORMA DE I+D+i EN ENERGÍAS MARINAS DE CATALUNYA "PLEMCAT".....	25
8.1. NIVEL GLOBAL DE RUIDO EN PERIODO DÍA	25
8.2. NIVEL GLOBAL DE RUIDO EN PERIODO TARDE	27
8.3. NIVEL GLOBAL DE RUIDO EN PERIODO NOCHE	29

1. OBJETO

A petición de:

TECNO AMBIENTE, S.L. (en adelante, el **Peticionario**)

CIF B08724247

se encarga a:

Sonen, Centro de Acústica e Servicios de Telecomunicaciones, S.L.

- Empresa especializada en **ingeniería acústica**;
- **Registrada como L.E.C.C.E.** (Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad en la Edificación), con NºReg. GAL-L-050;
- Participante en el **Programa de Intercomparación de Ensayos Acústicos 2022-2023**, organizado por laboratorio acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (**ENAC**) como proveedor de ejercicios de intercomparación acústica según la norma ISO/IEC 17043;
- Con sistema interno de **gestión de calidad** implantado, de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma UNE-EN ISO 17025;

la realización de los siguientes trabajos:

- ☒ Simulación y cálculo del impacto acústico relativo a una plataforma de ensayos de energías marinas flotantes, debido al funcionamiento *offshore* de sus aerogeneradores;
- ☒ Diseño de medidas correctoras, en caso de que sean necesarias, para garantizar el cumplimiento de los niveles de inmisión exterior en los entornos receptores más cercanos;
- ☒ Presentación de los mapas de ruido correspondientes a la huella acústica generada por el ruido asociado a los aerogeneradores de la plataforma de ensayos;
- ☒ Realización de documento técnico explicativo.

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto correspondiente a la Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, denominada "**PLEMCAT**", con ubicación prevista en el Golf de Roses, en la provincia de Girona, a aproximadamente 18 km de distancia de la línea de costa más cercana.

2. NORMATIVA ACÚSTICA

2.1. MARCO NORMATIVO GENERAL

2.1.1. MARCO EUROPEO

La Unión Europea viene abordando desde hace años la lucha contra el ruido en el marco de su política medioambiental a través de directivas comunitarias que tienen por objeto la reducción de la contaminación acústica generada por los distintos tipos de emisores acústicos existentes.

En el año 2002 entró en vigor la **Directiva 2002/49/CE**, de 25 de junio, sobre la evaluación y gestión de ruido ambiental, con la que se pretende, por un lado, establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos, incluyendo las molestias, derivados de la exposición al ruido ambiental; y, por otro lado, crear una base científica que permita tomar medidas a nivel comunitario, encaminadas a reducir la emisión de ruido de las principales fuentes de ruido.

Esta Directiva se complementó con la conocida como *Recomendación de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario y los datos de emisiones correspondientes*, donde se establecen los métodos estándar de cálculo para la evaluación de los diferentes focos de ruido. En particular, la Comisión Europea decidió desarrollar un método común armonizado para la evaluación del ruido generado por el tráfico viario, ferroviario y aeroportuario, así como por las actividades y focos industriales. A este método se le ha denominado **CNOSSOS-EU** (*Common NOise aSSessment methOdS*) y su principal objetivo es el establecimiento de una metodología común para la realización de los Mapas Estratégicos de Ruido, de tal modo que los resultados obtenidos en cada Estado Miembro sean fiables, realistas y que además puedan ser comparables entre sí. El método CNOSSOS-EU aporta, además, una herramienta fundamental para el cálculo general de los niveles de ruido que generan los citados focos, así como para la evaluación de la exposición de la población al ruido ambiental. Esta información permitirá a los Estados Miembros detectar el grado de afección acústica de cualquier entorno y diseñar en consonancia los planes de acción de lucha contra el ruido, con mayor precisión y eficiencia de lo que se lo obtenía con la metodología empleada hasta la fecha.

2.1.2. MARCO NACIONAL

La Directiva comunitaria fue traspuesta al ordenamiento jurídico nacional a través de la **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, **del Ruido**. El objeto de esta ley no es simplemente el de transponer la anterior Directiva, sino además el de cohesionar las diferentes ordenaciones sobre contaminación acústica existentes en España.

El ámbito de aplicación de esta Ley se delimita a todos los emisores acústicos de cualquier índole, así como las edificaciones en calidad de receptores acústicos, excluyendo aquellas actividades que, por su naturaleza, tiene una reglamentación específica (ambiente laboral o militar), así como las actividades domésticas o vecinales reguladas mediante ordenanzas locales.

En la Ley del Ruido se definen dos conceptos fundamentales a la hora de hablar en términos de contaminación acústica:

- **Emisor acústico**, entendido como cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica.

- **Calidad acústica**, definida como el grado de adecuación de las características acústicas de un espacio a las actividades que se realizan en su ámbito, evaluado, entre otros factores, de acuerdo a los niveles de inmisión y emisión acústica.

Es labor del Gobierno establecer la reglamentación correspondiente mediante la cual fijar los *objetivos de calidad acústica* aplicables a los distintos tipos de área acústica en que se zonifica el territorio, en función de los distintos tipos de suelo, de tal modo que se garantice en todo el territorio un nivel mínimo de protección frente a la contaminación acústica.

El **Real Decreto 1513/2005**, de 16 de diciembre, desarrolla la Ley del Ruido en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. En él se define un marco destinado a evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental y completar la incorporación al ordenamiento jurídico español la Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

En dicho Decreto se definen también los **índices de ruido**, así como los métodos de evaluación de los mismos y los efectos nocivos asociados. En los índices de ruido destacan los siguientes:

- **L_d** (índice de ruido día): índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, comprendido entre las 7:00 y las 19:00 horas.
- **L_e** (índice de ruido tarde): índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde, comprendido entre las 19:00 y las 23:00 horas.
- **L_n** (índice de ruido noche): índice de ruido asociado a la molestia durante el período noche, comprendido entre las 23:00 y las 7:00 horas.
- **L_{den}** (índice de ruido día-tarde-noche): índice de ruido asociado a la molestia global.

Este Real Decreto establece además la elaboración de *Mapas Estratégicos de Ruido* para determinar la exposición de la población al ruido ambiental, así como la adopción de *Planes de Acción* para prevenir y reducir dicho ruido y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana.

El desarrollo reglamentario de la Ley del Ruido se completa con el **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, y su posterior modificación del **Real Decreto 1038/2012**, de 6 de julio. Así, entre los aspectos más relevantes que abarcan, destacan los siguientes:

- ✓ La definición de otros índices de ruido y de vibraciones, como los siguientes:
 - **L_{Amáx}**, para evaluar los niveles sonoros máximos durante un periodo temporal de evaluación.
 - **L_{K,x}**, para evaluar la molestia y los niveles sonoros, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo, promediados a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación "x".
 - **L_{aw}**, para evaluar la molestia de los niveles de vibración máximos, durante un periodo temporal de evaluación, en el espacio interior de edificios.

- ✓ Las aplicaciones de dichos índices, sus efectos y molestias sobre la población, así como su repercusión en el medio ambiente.
- ✓ La delimitación de los distintos tipos de **áreas acústicas**:
 - **Tipo a**: Sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.
 - **Tipo b**: Sectores de territorio con predominio de suelo de uso industrial.
 - **Tipo c**: Sectores de territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
 - **Tipo d**: Sectores de territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en las áreas de tipo c.
 - **Tipo e**: Sectores de territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural.
 - **Tipo f**: Sectores de territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- ✓ El establecimiento de los **objetivos de calidad acústica** para cada área. Según lo establecido en la Tabla A del Anexo II del Real Decreto 1367/2007, los objetivos de calidad acústica aplicables a *áreas urbanizadas existentes*, en función del área acústica en que se emplazan, son los mostrados en la tabla a continuación:

	Tipo de área acústica	Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del 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 del 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 de uso 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 públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) 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.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 1. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes (fuente: R.D. 1367/2007)

Para el *resto de áreas urbanizadas* se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor de la tabla anterior que le sea de aplicación, disminuido en 5 decibelios.

Los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a los espacios naturales delimitados, de conformidad con lo establecido en el artículo 7.1 la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, como área acústica tipo g), por requerir una especial protección contra la contaminación acústica, se establecerán para cada caso en particular, atendiendo a aquellas necesidades específicas de los mismos que justifiquen su calificación.

Por otro lado, como objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto, se establece el mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, disminuido en 5 decibelios, tratando de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible

2.1.3. MARCO AUTONÓMICO

En lo que respecta a la Comunidad Autónoma de Catalunya, la Ley 16/2002 de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, establece importantes criterios y medidas de control en Catalunya entre los que destacan los siguientes:

- Fijación de un mapa de sensibilidad acústica, con los criterios a seguir para la protección de las personas contra el ruido en cada una de las partes del territorio. Se establecen tres tipos de zona: Zona A (que requiere la máxima protección hacia el ruido), Zona B (zona con tolerancia media al ruido) y Zona C (zona que admite una elevada percepción de ruido).
- Niveles máximos de inmisión: máximo ruido tolerable en las zonas protegidas (estancias de viviendas, centros y zonas públicas, etc.).
- Esta ley establece también los procedimientos por los que el ruido debe ser evaluado.

En el Decreto 245/2005, del 8 de noviembre, se fijan los criterios para la elaboración de mapas de capacidad acústica, mientras que en el Decreto 176/2009, de 10 de noviembre, se aprueba el reglamento de la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, y se adaptan sus anexos.

2.2. EXIGENCIAS ACÚSTICAS APLICABLES

En lo que al presente trabajo se refiere, se toma como referencia la legislación acústica nacional vigente, por resultar más específica en términos de estudios de impacto acústico, realización de mapas de ruido, definición de índices y zonificaciones acústicas, establecimiento de objetivos de calidad acústica, etc.

En base, por tanto, a la normativa de referencia, se establece que todo nuevo desarrollo viario, ferroviario, urbanístico, industrial, etc. debe ir acompañado de un estudio acústico en el que se represente la huella sonora en el entorno afectado, en la situación futura prevista. Esta huella sonora se representa a través del correspondiente Mapa de Ruido, en el que se muestra la influencia acústica sobre el terreno y los edificios de los diferentes emisores sonoros de la zona.

Según lo indicado en la legislación acústica aplicable, los mapas de ruido que tengan por objetivo diseñar medidas correctoras, preventivas o de preservación en materia de contaminación acústica se evaluarán a 4 metros de altura. En el presente trabajo se evalúan los índices globales de ruido correspondientes a cada uno de los periodos del día, esto es, el índice L_d para el periodo día, el índice L_e para el periodo tarde y el índice L_n para el periodo noche.

En base al marco normativo, y según la información aportada por el Peticionario en la que se indica que la zona no está sujeta a ninguna condición especial de protección acústica, se toman como referencia, por tanto, los Objetivos de Calidad Acústica (O.C.A.) relativos a áreas acústicas residenciales para los núcleos poblacionales más cercanos, con la finalidad de garantizar que el impacto acústico sobre las viviendas más próximas (en primera línea de costa) a la plataforma en energías marinas se mantiene

dentro de los límites establecidos en la Tabla 1. En base a esto, los O.C.A. a aplicar al presente trabajo son los indicados en la siguiente tabla.

TIPO DE ÁREA ACÚSTICA	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA ^[1]		
	L _d (dBA)	L _e (dBA)	L _n (dBA)
PREDOMINIO RESIDENCIAL			
▪ Tipo a , según R.D. 1367/2007	65	65	55

[1] Estos objetivos de calidad acústica se referencian a 4 metros de altura.

Tabla 2. Objetivos de Calidad Acústica aplicables al entorno de análisis

3. ÁREA DE ESTUDIO Y NUEVO DESARROLLO

3.1. LOCALIZACIÓN

El área objeto de estudio se localiza en la zona del Golf de Roses, en la provincia de Girona, dentro de la comunidad autónoma de Catalunya.

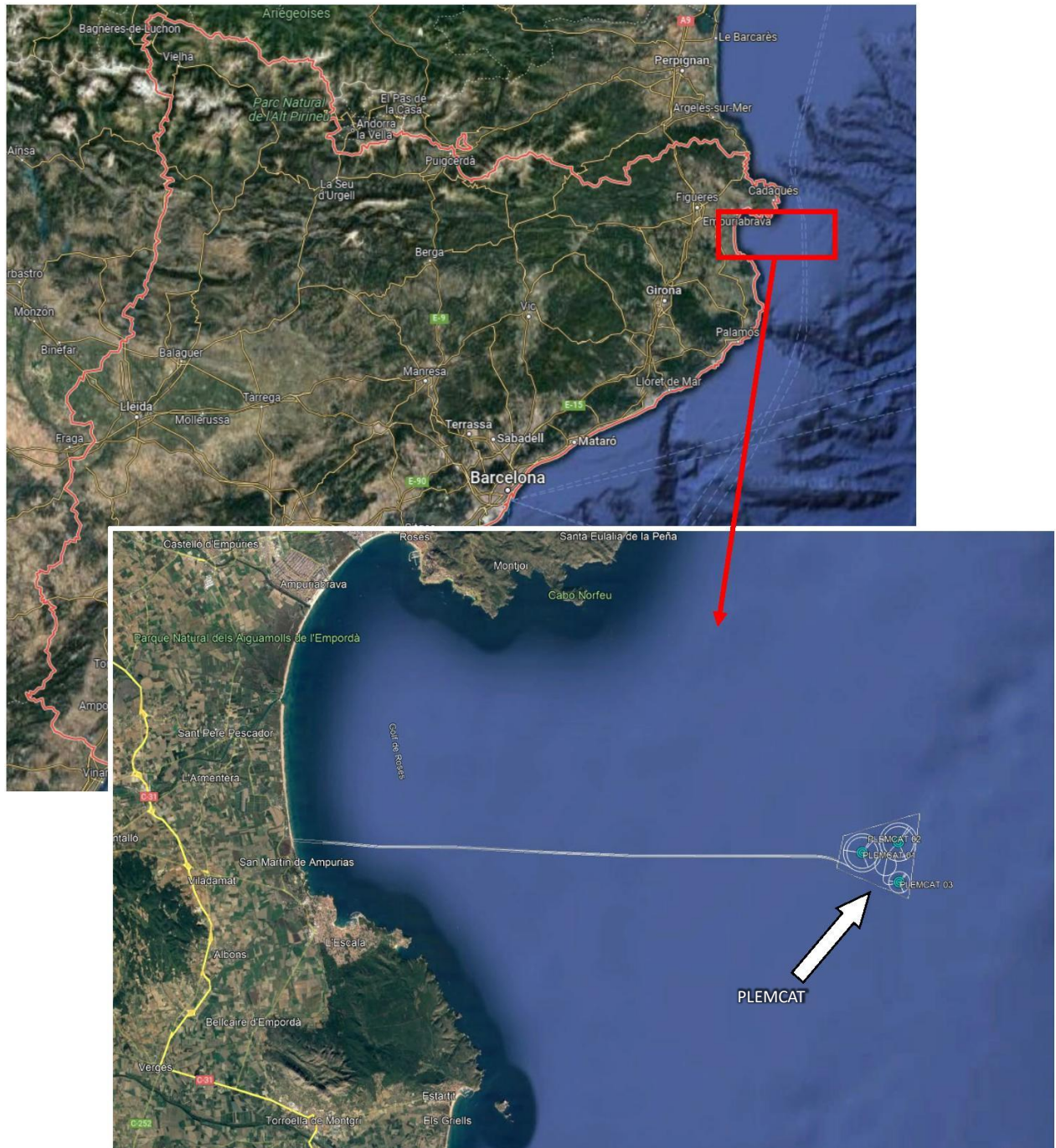


Figura 1. Localización del área objeto de estudio

3.2. ÁREAS ACÚSTICAS DE AFECCIÓN

La Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, “PLEMCAT”, se compone de 3 aerogeneradores de hasta 15 MW cada uno, estando el más cercano de ellos a aproximadamente 18 km de la costa.

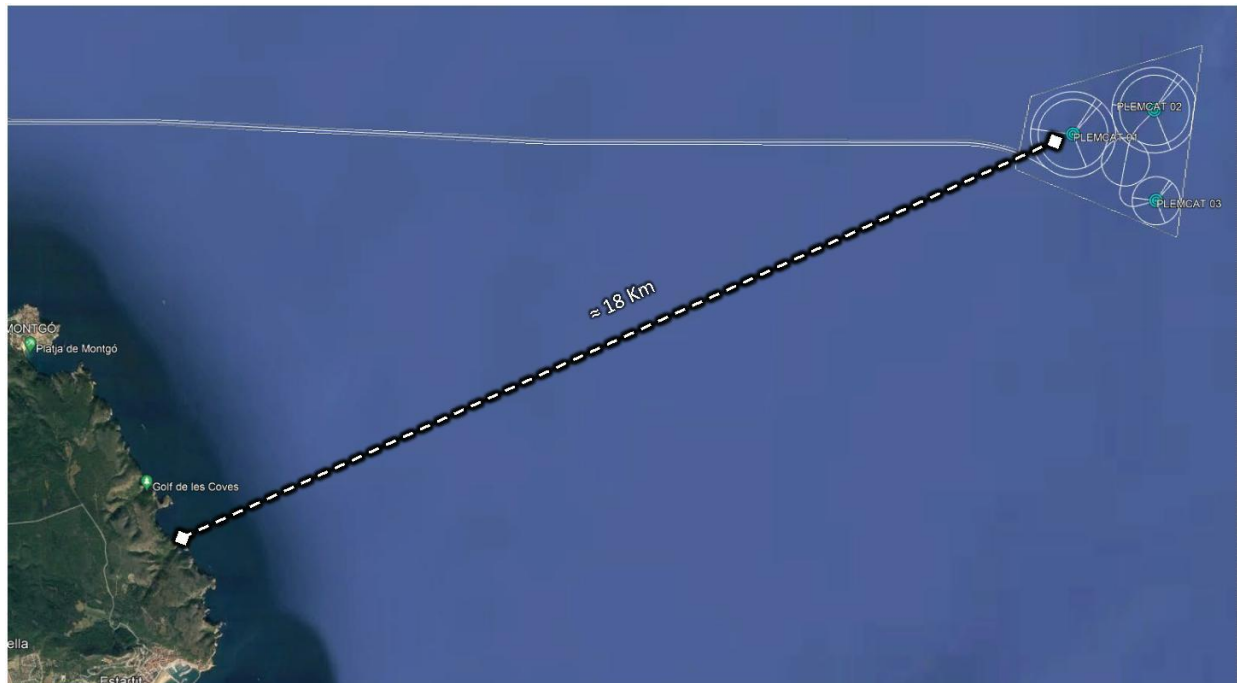


Figura 2. Distancia aproximada desde la plataforma eólica “PLEMCAT” a la línea de costa más próxima

Las áreas residenciales más cercanas a la plataforma de ensayos y, por tanto, las primeras susceptibles de recibir exposición sonora debida al funcionamiento de los aerogeneradores, son las de las poblaciones de L’Escala y Estartit, ambas a aproximadamente 19 km de distancia del aerogenerador de la plataforma “PLEMCAT” más próximo.

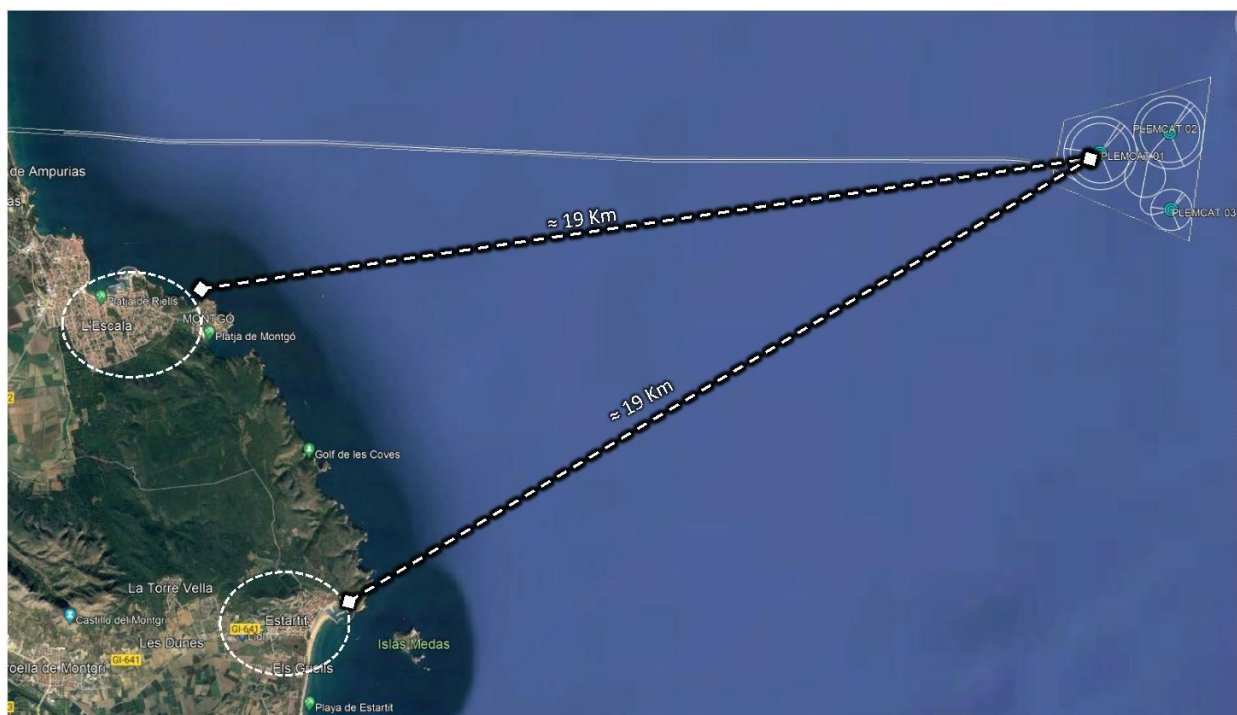


Figura 3. Áreas residenciales más próximas a la plataforma de ensayos “PLEMCAT”

3.3. FUENTES EXTERIORES DE RUIDO

Con carácter general, un aerogenerador es un equipo que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Consta de una torre adecuadamente cimentada y, en su parte más alta, un **buje** unido a las **palas** del aerogenerador y una **góndola**, generalmente con una veleta y un anemómetro exterior y en cuyo interior se albergan los diferentes dispositivos mecánicos (eje de baja velocidad, multiplicadora, eje de alta velocidad y generador) con los que convertir en energía eléctrica la energía cinética debida al movimiento de las masas de aire que capta las palas del aerogenerador.

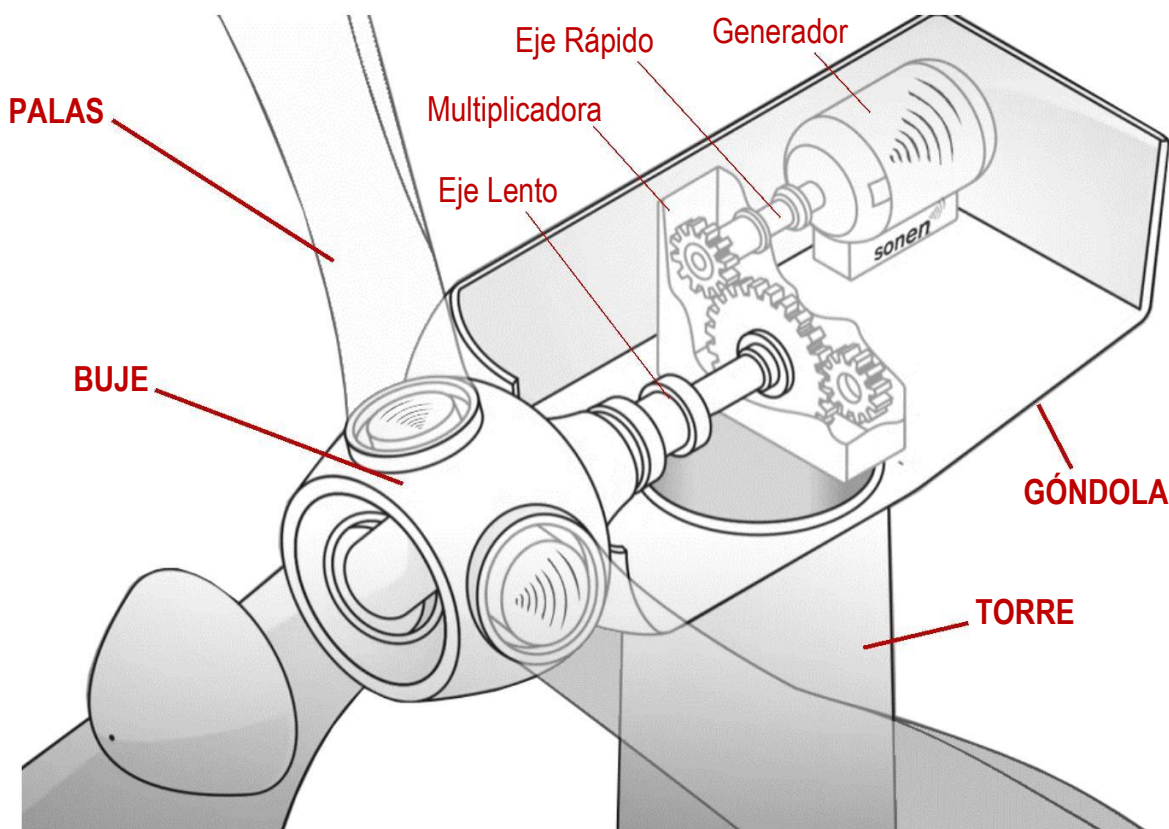


Figura 4. Partes básicas de un aerogenerador

La emisión acústica en torno a un aerogenerador se concentra básicamente en **dos tipos de ruido**:

1. RUIDO MECÁNICO

El **ruido mecánico** es el debido a la puesta en marcha, encendido, movimientos, engranajes, giros y choques de los diferentes componentes metálicos, en su funcionamiento habitual.

En un aerogenerador se considera que la principal fuente exterior de ruido mecánico es el propio buje, toda vez que el resto de componentes, a excepción de las palas, van encapsulados en mayor o menor medida dentro de la góndola.

El nivel de potencia acústica, L_w , relativo al funcionamiento del buje es, por tanto, el dato de emisión sonora que aportan los diferentes fabricantes, medido y calculado en base a la normativa estándar para fuentes de ruido en campo esencialmente libre. Los diferentes programas acústicos permiten definir el buje como una fuente puntual del ruido, a la altura correspondiente y, en función del patrón de potencia acústica del mismo, aportado por el fabricante, calcular el nivel de ruido en cualquier dirección de propagación.

2. RUIDO AERODINÁMICO

Por otro lado, el **ruido aerodinámico** es el debido al choque del viento contra las palas del aerogenerador, así como el producido por la velocidad de giro de éstas y su consecuente rozamiento con la masa de aire de su entorno.

La principal característica del ruido aerodinámico en un aerogenerador es su elevado indeterminismo, dada la gran cantidad de variables que condicionan su nivel, no sólo la velocidad y dirección del viento, sino también otros factores relevantes como el número de palas, el diseño y la longitud de éstas, el material de fabricación, etc. Debido a esto, no existe en la actualidad una normativa estándar con la que poder determinar el nivel de potencia acústica, L_w , asociado al movimiento de las palas del aerogenerador; y, por tanto, también se carece de un modelo estandarizado para su integración en los diferentes softwares profesionales del mercado, tal que permita definir inequívocamente este tipo de fuentes de ruido, en el ámbito de un estudio de impacto acústico como el que se aborda en el presente documento.

En base a lo anterior, conviene tener en cuenta que, si bien en este estudio se pretende predecir el grado de afección acústica sobre el entorno de la plataforma de ensayos referenciada, debido a sus aerogeneradores, será el debido al funcionamiento de los respectivos bujes, por ser las únicas fuentes de ruido que cuentan con un estándar de cálculo. Ello no exime de que, en un escenario real de funcionamiento, el ruido aerodinámico del aerogenerador que se pueda producir en unas condiciones concretas pueda contribuir a incrementar los niveles globales de ruido aquí calculados. Por ello, en fase de estudio se asume el funcionamiento continuo 24h y simultáneo de todos los bujes a su máxima potencia acústica, esto es, en condiciones continuas de viento extremo. Se trata de un criterio conservador, dado que la velocidad del viento no siempre será elevada, con el que se pretende, por un lado, analizar el escenario más desfavorable en lo referente al ruido mecánico de los bujes y, por otro, paliar en cierto modo la carencia de un estándar de cálculo para el ruido aerodinámico de las palas.

El proyecto relativo a la Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, "PLEMCAT", contempla la instalación en el mar de 3 aerogeneradores de hasta 15 MW de potencia cada uno. Su altura de buje se localiza a unos 125 metros sobre el nivel de la plataforma de cimentación (143 metros sobre la superficie del mar) y su diámetro de rotor es de 236 metros. Según lo especificado en el proyecto general, estos aerogeneradores comienzan a generar energía a partir de velocidades de viento de 3 m/s, alcanzan su máximo potencial alrededor de los 12 - 13 m/s y se desconectan, para prevenir daños, cuando la velocidad media sobrepasa los 25 - 30 m/s.

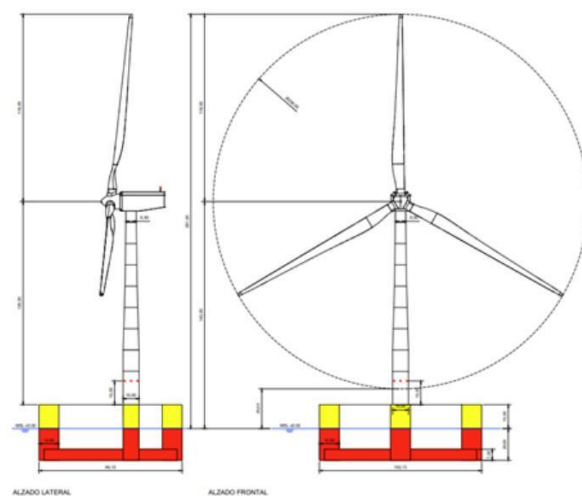


Figura 5. Alturas relativas de los aerogeneradores previstos para la plataforma en energías marinas "PLEMCAT"

En lo que respecta al impacto acústico debido al ruido mecánico que produce el funcionamiento de los aerogeneradores, la potencia acústica L_w asociada a estos se sitúa entre los 103 y los 118 dBA en función de la velocidad del viento a la altura del buje, según las especificaciones técnicas de los aerogeneradores.

Sound power level at hub height	
Hub Height wind speed [m/s]	L_w [dBA]
4	103.0
5	104.0
6	106.0
7	109.5
8	113.0
9	116.0
10	117.5
11	118.0
12	118.0
13	118.0
14	118.0
15	118.0
>15	118.0

Tabla 3. Potencia acústica asociada a los aerogeneradores previstos para la plataforma en energías marinas "PLEMCAT", en función de velocidad del viento

En el apartado 8 se indica la potencia acústica en bandas de octava, empleada en simulación para realizar el correspondiente estudio de impacto acústico.

Por otro lado, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas UTM (proyección ETRS89-31N) de los tres aerogeneradores previstos para la plataforma en energías marinas "PLEMCAT":

ID. AEROGENERADOR	X_{UTM} (m)	Y_{UTM} (m)
PLEMCAT 01	533632,28	4665761,51
PLEMCAT 02	535161,86	4666217,79
PLEMCAT 03	535196,67	4664522,96

Tabla 4. Coordenadas de los aerogeneradores pertenecientes a la plataforma en energías marinas "PLEMCAT"

4. PREDICCIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN

4.1. HERRAMIENTAS SOFTWARE PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA ACÚSTICO

4.1.1. SOFTWARE DE SIMULACIÓN

Para la modelización del entorno objeto de estudio y la simulación del impacto acústico en el medio ambiente se hace uso del software de simulación **CadnaA** (*Computer Aided Noise Abatement*), en su versión 2023 MR1, desarrollado por la empresa Datakustik.

Este software permite el cálculo, predicción, presentación y valoración de los niveles de exposición al ruido de un entorno dado a base a las fuentes de ruido definidas previamente. CadnaA está implementado en el lenguaje de programación C/C++ y permite la óptima comunicación tanto con otras aplicaciones Windows™ como procesadores de texto, hojas de cálculo, programas de CAD y bases de datos GIS.

Para el cálculo de la huella de ruido en el entorno planteado se toma como base el método de cálculo descrito en CNOSSOS-EU, según lo indicado en el apartado 2.1, el cual estandariza el protocolo de atenuación del sonido en campo abierto.

4.1.2. SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN

GIS (*Geographic Information Systems*) es un sistema de gestión, análisis y presentación de datos geográficos, que son representados usando unos determinados paquetes de información tales como mapas, globos, paquetes de datos geográficos etc.

ESRI es una empresa dedicada al diseño de la primera tecnología de sistemas de información geográfica. Así, ha desarrollado una potente herramienta de tratamiento de datos geográficos llamada **ArcGIS**.

El paquete ArcGIS posee una rama de edición llamada **ArcGIS Desktop** en la cual están incluidos el ArcInfo, ArcEditor, ArcView y ArcMap. Este último ha sido el elegido en su versión 10.8 para editar y representar los datos de los trazados.

Esta herramienta GIS se utiliza por diversas razones: principalmente por comodidad, puesto que posee todas las aplicaciones y maneja todos los aspectos a tener en cuenta de una base de datos geográfico y, además, por manejar un tipo de datos muy útil para el tratamiento de bases de datos geográficas: el **shapefile**.

El formato **ESRI Shapefile (SHP)** es un formato propietario abierto de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI. Originalmente se creó para la utilización con ArcGIS, pero actualmente se ha convertido en formato estándar *de facto* por la importancia que los productos ESRI tienen en el mercado GIS. Un *shapefile* es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. El formato carece de capacidad para almacenar información topológica.

ArcGIS permite la comunicación con CadnaA, de manera que se pueden exportar de este último la capa de los niveles de ruido generada en simulación, así como otras capas que se puedan considerar de interés, y visualizarlas en ArcGIS con el resto de capas que conformen el proyecto.

4.2. SIMULACIÓN Y RESULTADOS

Para el cálculo predictivo de los niveles de ruido en el entorno descrito se emplea el software profesional CadnaA, por estar diseñado específicamente para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido a su alrededor.

4.2.1. CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO

En base a los datos proporcionados por el Peticionario, se lleva a cabo en 3 fases el modelado en CadnaA del entorno de análisis y que influye en la propagación del sonido en campo libre:

FASE 1

En una primera fase se configura adecuadamente CadnaA para llevar a cabo la simulación de impacto acústico deseada:

- **Configuración general**

En primer lugar, se define el método de cálculo CNOSSOS-EU como el estándar para el cálculo de los niveles de ruido generados por fuentes de ruido en medio ambiente exterior, como en este caso el buje de los aerogeneradores que conforman la plataforma en energías marinas.

Se definen también las franjas horarias correspondientes a los periodos de día, tarde y noche, según lo indicado en la legislación vigente, así como los índices de ruido a evaluar en cada uno de ellos (L_d , L_e , y L_n , respectivamente).

- **Configuración de reflexiones**

Para este tipo de cálculos se configuran las reflexiones con un orden máximo de reflexión de 2, lo que equivale a decir que se consideran las reflexiones hasta de 2º orden.

En base al manual de buenas prácticas, el agua, las calles y carreteras se consideran, en términos acústicos, totalmente reflectantes ($G=0$), mientras que los edificios se consideran parcialmente absorbentes ($G=0.2$) y una absorción acústica media para terrenos blandos y jardines ($G=0.5$).

- **Configuración de condiciones meteorológicas**

La influencia de las condiciones meteorológicas en la propagación del sonido se configura de manera que la probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones es de un 50% durante el periodo diurno, de un 75% durante el periodo de tarde y de un 100% durante el periodo nocturno. La temperatura ambiental de referencia es de 10°C y la humedad relativa es del 70%.

- **Configuración del MDT (Modelo Digital del Terreno)**

Para obtener el modelo 3D del entorno se aplica la técnica de triangulación de los puntos de cota, elevando aquellos emisores con cota negativa a cota de terreno positiva.

▪ Configuración de la malla de cálculo

Por último, se configura una malla de cálculo de 5 metros x 5 metros, suficiente para el análisis de la zona de estudio, y una altura de recepción de 4 metros sobre el nivel del terreno, tal y como indica la legislación acústica aplicable.

☞ **FASE 2**

Una vez configurados los parámetros de cálculo en CadnaA, se implementa el modelo del entorno objeto de estudio, entendiendo por tal aquel con las curvas de nivel del terreno, las edificaciones próximas existentes y el resto de objetos susceptibles de influir en la propagación acústica del sonido.

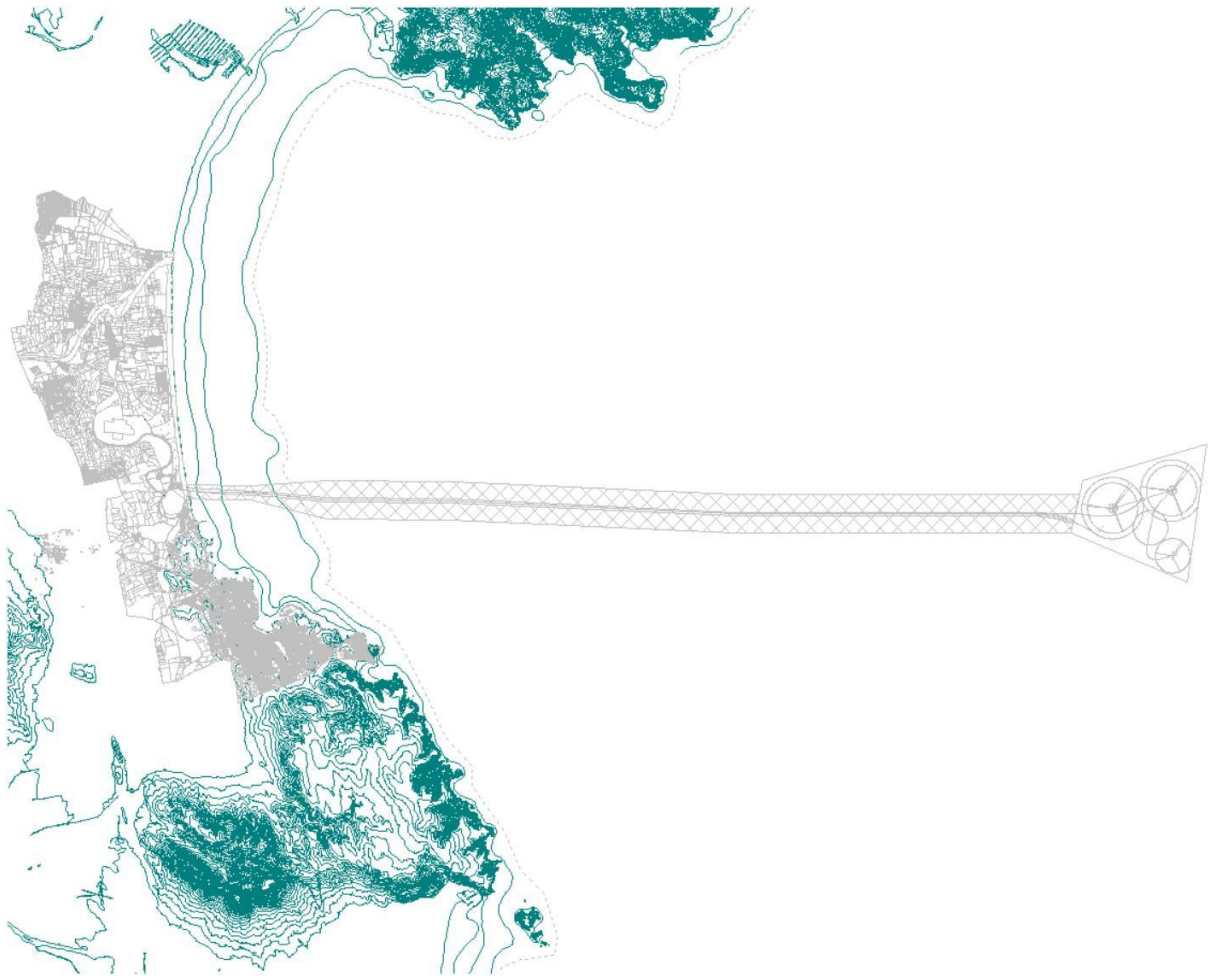


Figura 6. Modelo digital del terreno correspondiente al entorno objeto de estudio

☞ **FASE 3**

En tercer lugar, se implementan en el modelo de CadnaA la plataforma de ensayos y los aerogeneradores adecuadamente georreferenciados en la ubicación proyectada, ajustándolos al modelo digital del terreno.



Figura 7. Vista 3D de la integración de los 3 aerogeneradores de la plataforma en energías marinas “PLEMCAT” en su ubicación prevista en el mar

4.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

En este caso, las fuentes de ruido objeto de estudio son los 3 aerogeneradores previstos para la Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, “PLEMCAT”. Cada uno de ellos se ha configurado con una altura de 143 metros sobre el nivel del mar, según la altura del buje indicada por el Peticionario. Adicionalmente, con el objeto de analizar las condiciones de funcionamiento más desfavorables en términos de impacto acústico, se configura cada uno de los aerogeneradores que componen la plataforma de ensayos con una potencia acústica unitaria, L_w , de 118 dBA, correspondiente a velocidades del viento de 11 m/s y superiores, según los niveles frecuenciales indicados en el apartado 8.

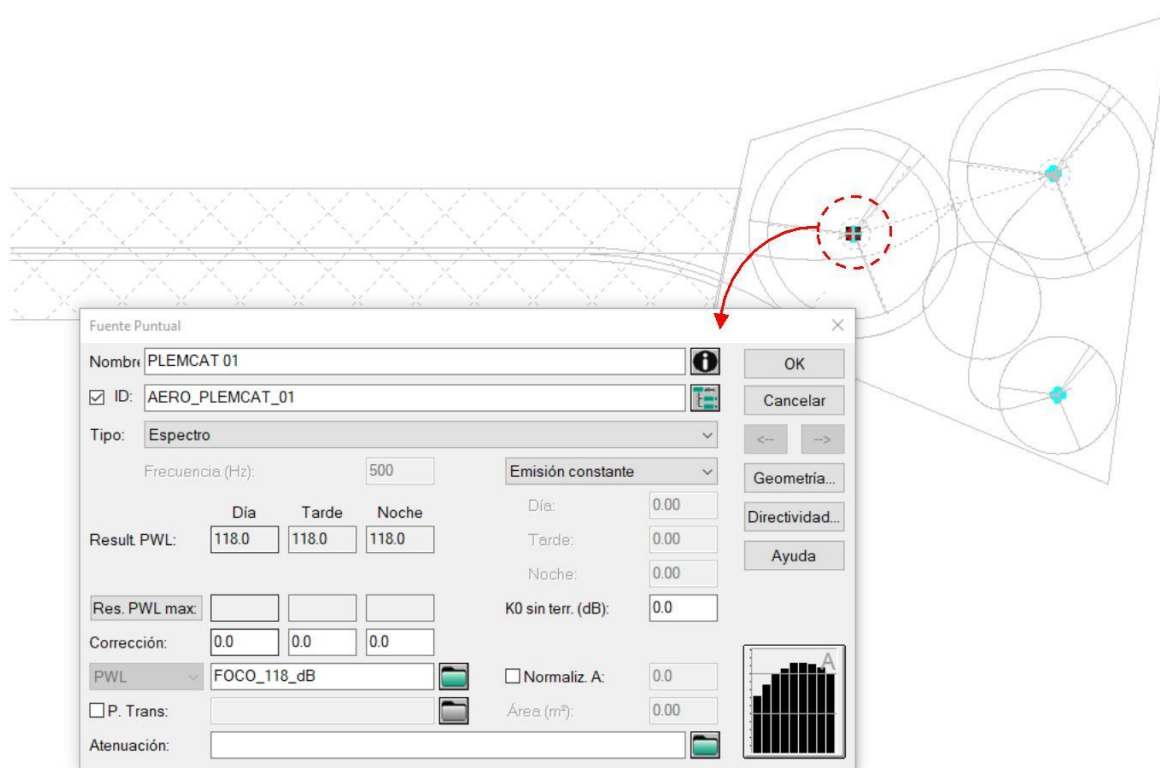


Figura 8. Configuración en CadnaA de los aerogeneradores que componen plataforma en energías marinas, objeto de estudio

4.2.3. NIVELES GLOBALES DE RUIDO RESULTANTES

En lo que respecta al impacto acústico debido al funcionamiento simultáneo de los 3 aerogeneradores de hasta 15 MW de “PLEMCAT”, en condiciones de viento alto y, por consiguiente, de potencia acústica máxima de cada uno de ellos, se obtiene con CadnaA la huella sonora relativa a dicho escenario, en cada uno de los periodos evaluados.

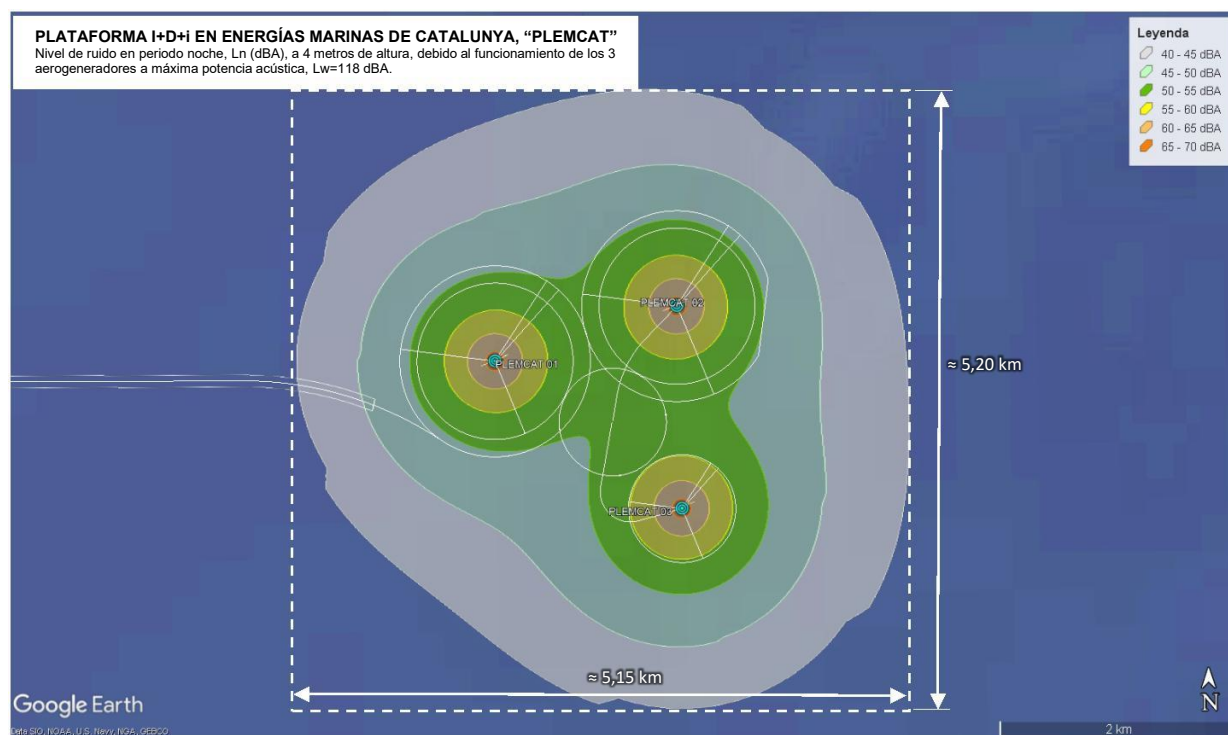


Figura 9. Área de afección acústica de la Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, “PLEMCAT”, en periodo noche, debido al funcionamiento simultáneo del buje de los 3 aerogeneradores a máxima potencia acústica

Tomando la isófona de 40 dBA como curva de referencia por debajo de la cual el impacto acústico en este tipo de entornos se considera residual, se concluye que el funcionamiento de los 3 aerogeneradores produce una huella sonora en un entorno aproximado de 27 km² alrededor de la plataforma de ensayos, para los tres periodos del día evaluados.

Adicionalmente, se concluye que el nivel de ruido a 4 metros de altura que generan los bujes de los tres aerogeneradores es inapreciable en las áreas residenciales más próximas, L’Escala y Estartit, emplazadas a más de 17 km de la isófona de 40 dBA, para cualquiera de los periodos de evaluación, por lo que no resulta necesario tomar medidas correctoras adicionales para garantizar en dichas zonas el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

Las huellas acústicas correspondiente a los índices globales de ruido para los periodos de día (L_d), tarde (L_e) y noche (L_n), debidas al funcionamiento de los 3 aerogeneradores de “PLEMCAT” en el escenario más desfavorable se muestran en los correspondientes mapas del Anexo II (apartado 8).

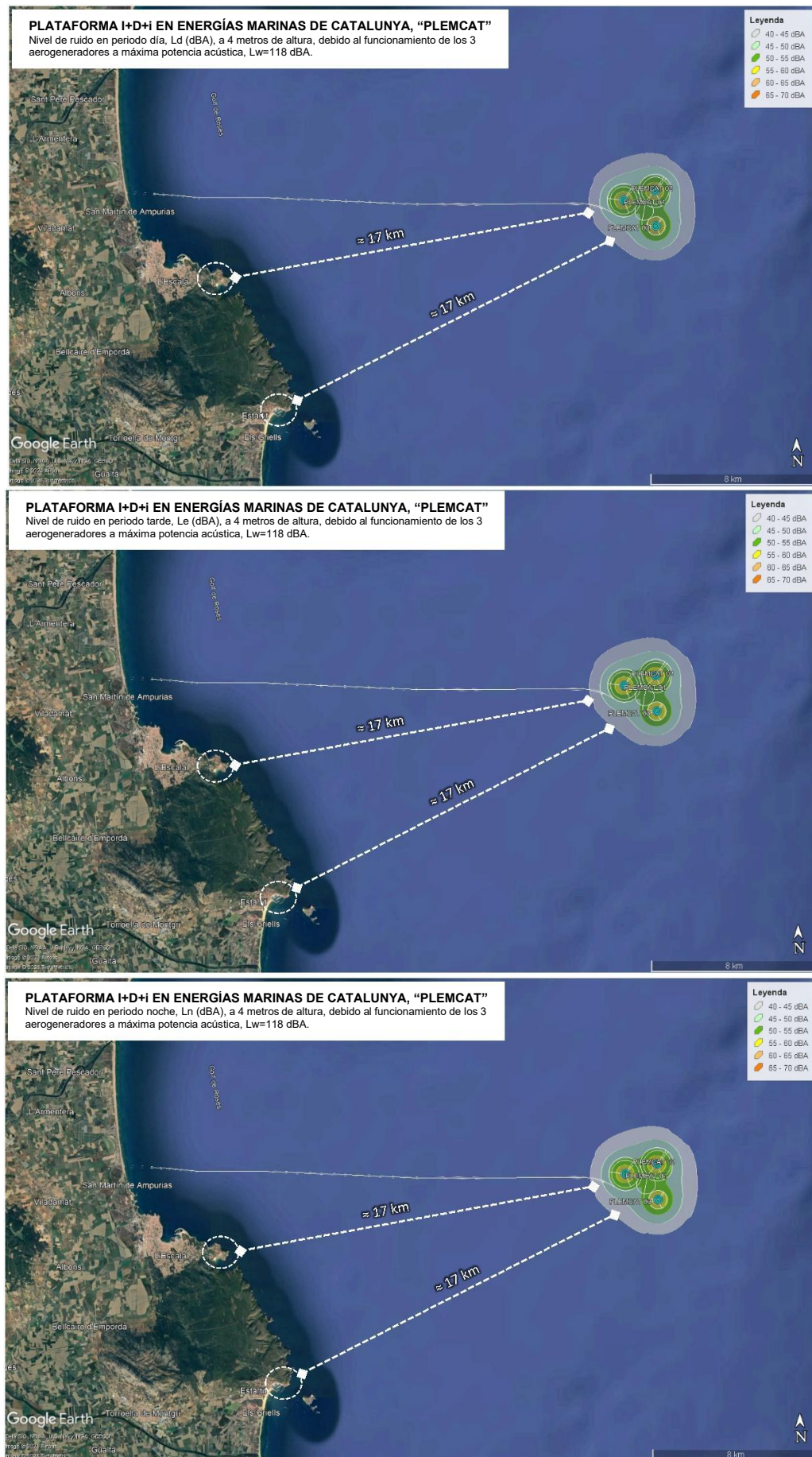


Figura 10. Huella de ruido en periodo día (arriba), tarde (centro) y noche (abajo) producida por "PLEMCAT" (3 aerogeneradores) y distancia aproximada a la línea de costa más cercana

5. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se obtienen las siguientes valoraciones y conclusiones:

- El proyecto de la Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, "PLEMCAT", se compone de 3 aerogeneradores emplazados en el Golf de Roses a 18 km del punto más cercano de la costa, en la provincia de Girona.
- Las principales fuentes de ruido a considerar son, por tanto, los aerogeneradores instalados sobre las plataformas flotantes en el mar de la citada plataforma en energías marinas. No procede considerar, por tanto, otras fuentes de ruido ajenas a la plataforma de ensayos (a saber, tráfico de carreteras, otras actividades industriales cercanas, etc.), toda vez que "PLEMCAT" se emplaza mar adentro, a más de 18 km de distancia de la costa.
- Con el objeto de evaluar la situación acústica más desfavorable, se asume que todas las fuentes de ruido que conforman la plataforma en energías marinas "PLEMCAT" funcionan simultáneamente, en condiciones de máxima potencia y de manera continua a lo largo de todo el día.
- Los entornos receptores más cercanos al nuevo desarrollo eólico marino se sitúan en primera línea de costa, formando urbanizaciones residenciales. El objetivo de calidad acústica que se toma como referencia para el presente estudio es, por tanto, el referido a áreas acústicas residenciales. Y puesto que el funcionamiento de los aerogeneradores es independiente del periodo del día, se toma además como referencia principal el objetivo de calidad acústica establecido para el periodo nocturno, esto es, un valor límite de 55 dBA, según lo indicado en el apartado 2.2.
- El análisis del impacto acústico debido al funcionamiento del buje de los aerogeneradores se realiza mediante el software de simulación CadnaA, en su versión 2023 MR1. Esta herramienta permite realizar un modelado 3D del entorno y definir los aerogeneradores como fuentes de ruido industrial, cuyo modelo de propagación sonora se rige por el método de cálculo CNOSSOS-EU.
- En base al modelo de simulación se analizan el impacto acústico debido al funcionamiento simultáneo de los 3 aerogeneradores de "PLEMCAT", en condiciones de viento igual o superior a 11 m/s. En estas condiciones, la huella de ruido a 4 metros de altura debida al efecto conjunto de los tres bujes se extiende dentro de una superficie aproximada de 27 km² alrededor de la plataforma de ensayos. La curva isófona de 40 dBA se encuentra, además, a más de 17 km de las viviendas más cercanas, en primera línea de costa, lejos por tanto de provocar una posible afección acústica sobre éstas (ver apartado 4.2.3).
- Las huellas acústicas correspondientes al funcionamiento de los aerogeneradores en las condiciones descritas, para cada uno de los periodos del día, se muestran en el apartado 8. En base a ellas, se comprueba que en el entorno inmediato de la plataforma de ensayos y especialmente en los entornos residenciales más próximos, los niveles de ruido debidos al funcionamiento de los bujes de los aerogeneradores a máxima potencia acústica **cumplen con los Objetivos de Calidad Acústica** establecidos para los diferentes periodos del día y, en particular, para el periodo nocturno, por ser el que requiere de una mayor protección contra la contaminación acústica.
- Independientemente de los resultados teóricos obtenidos en el presente estudio, una vez esté operativa la plataforma de ensayos con los aerogeneradores, deberán realizarse las correspondientes mediciones acústicas *in situ* del nivel de presión sonora que genera en funcionamiento, siguiendo el procedimiento descrito en la legislación acústica vigente. El objetivo

es el de garantizar el cumplimiento de los *valores límite de inmisión* exigidos para cada caso, según lo indicado en el Capítulo IV del Real Decreto 1367/2007. Los niveles de presión sonora que se registren *in situ* deberán corregirse por ruido de fondo y podrán conllevar también una corrección de los mismos por la posible presencia de componentes tonales, de baja frecuencia y/o impulsivos, tal que incremente el nivel medido hasta en 9 dB.

6. TÉCNICOS RESPONSABLES

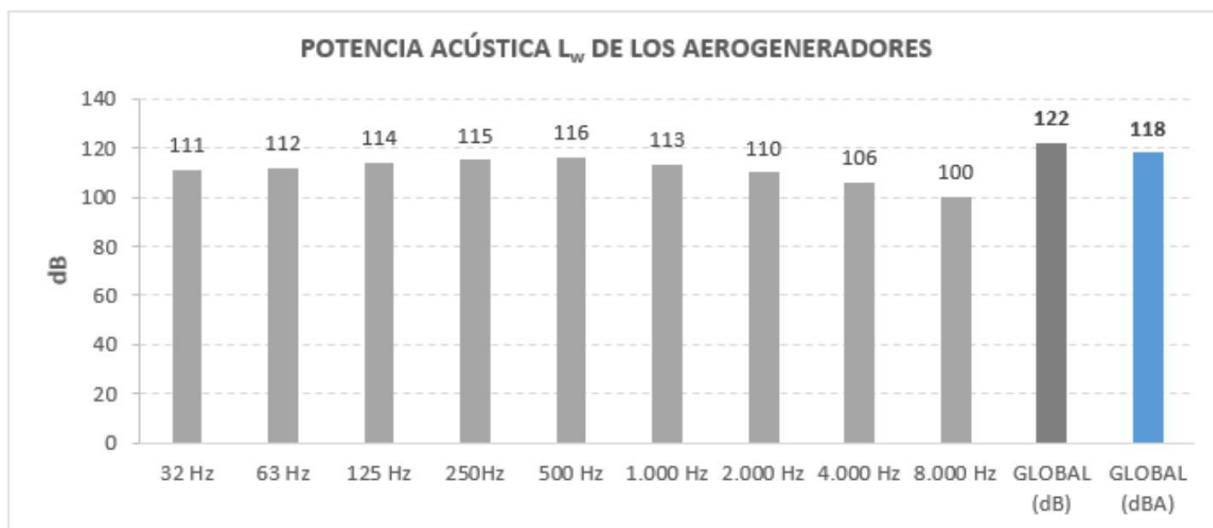
El personal de Sonen, Centro de Acústica e Servicios de Telecomunicaciones, S.L. encargado de realizar los trabajos descritos en el presente informe, ha sido el siguiente:

NOMBRE	CARGO	TITULACIÓN	FIRMA
Óscar Outumuro Cid	Director de laboratorio	Ingeniero Técnico de Telecomunicación especializado en Ingeniería Acústica	
Javier Castillo Cid	Director de calidad	Ingeniero Técnico de Telecomunicación especializado en Ingeniería Acústica	
Pablo Gómez Pérez	Director técnico	Ingeniero de Telecomunicación especializado en Ingeniería Acústica	

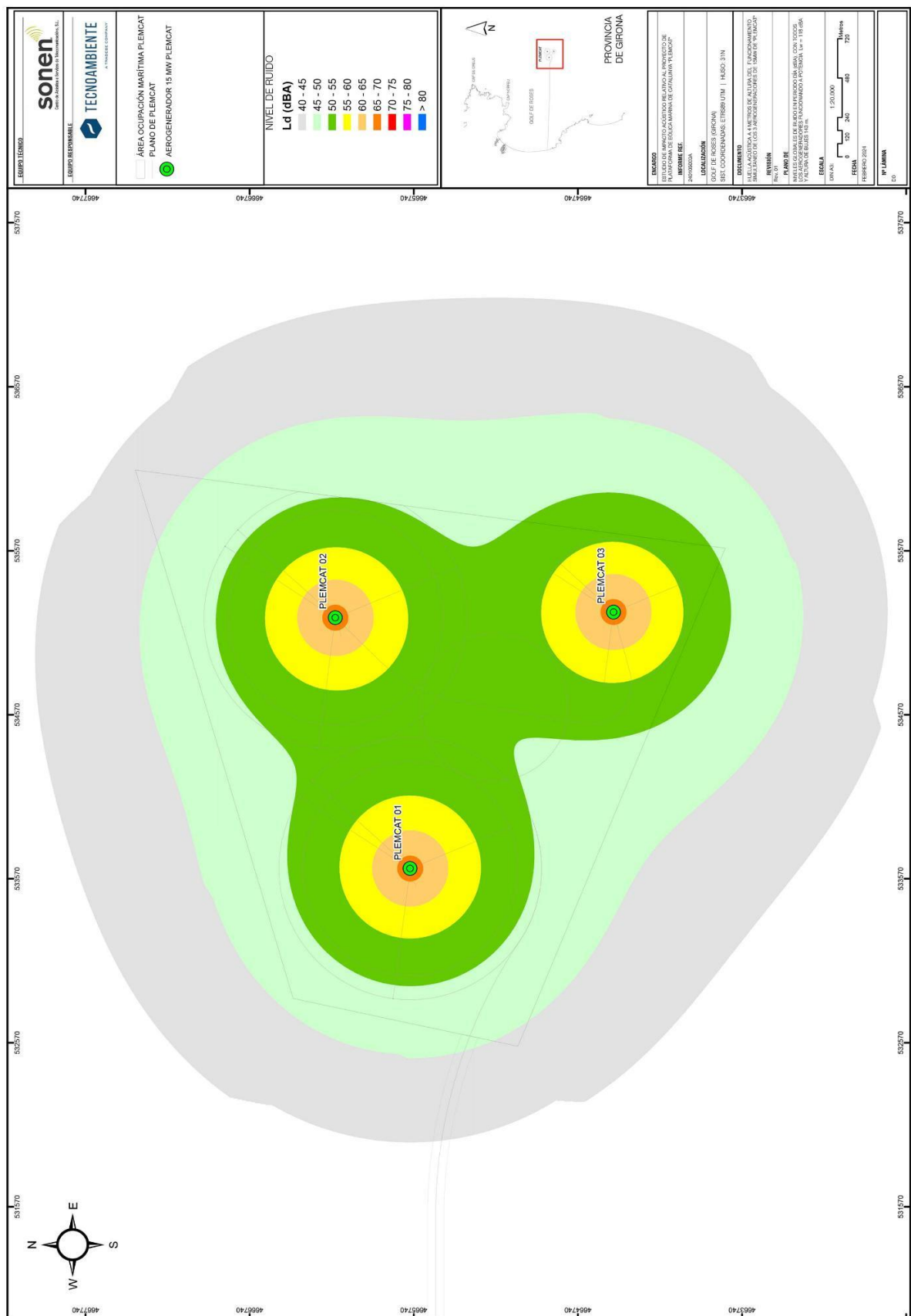
Tabla 5. Personal de SONEN responsable

7. ANEXO I. POTENCIA ACÚSTICA DE LOS AEROGENERADORES

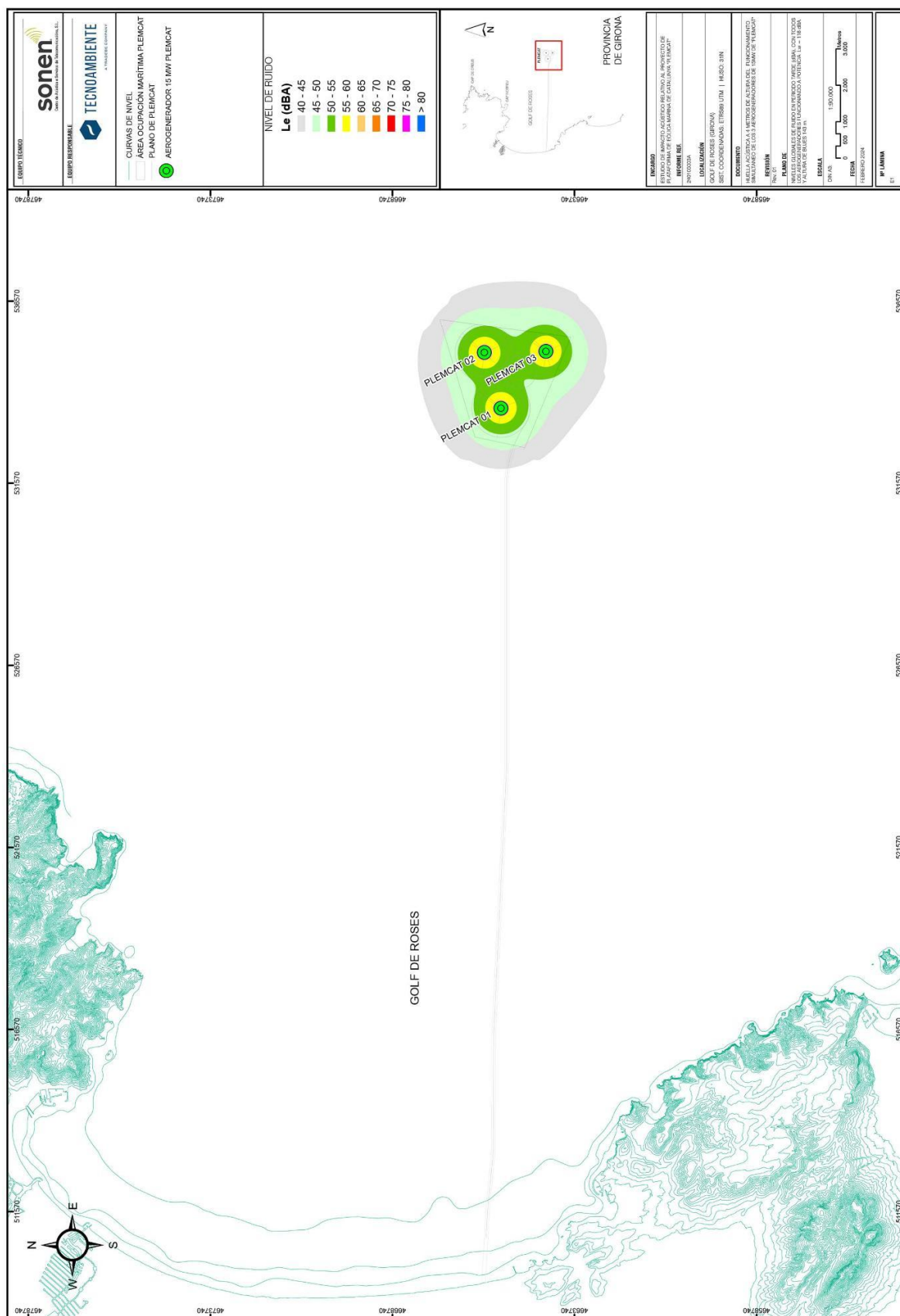
f (Hz)	32 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	GLOBAL (dB)	GLOBAL (dBA)
L_w	111	112	114	115	116	113	110	106	100	122	118

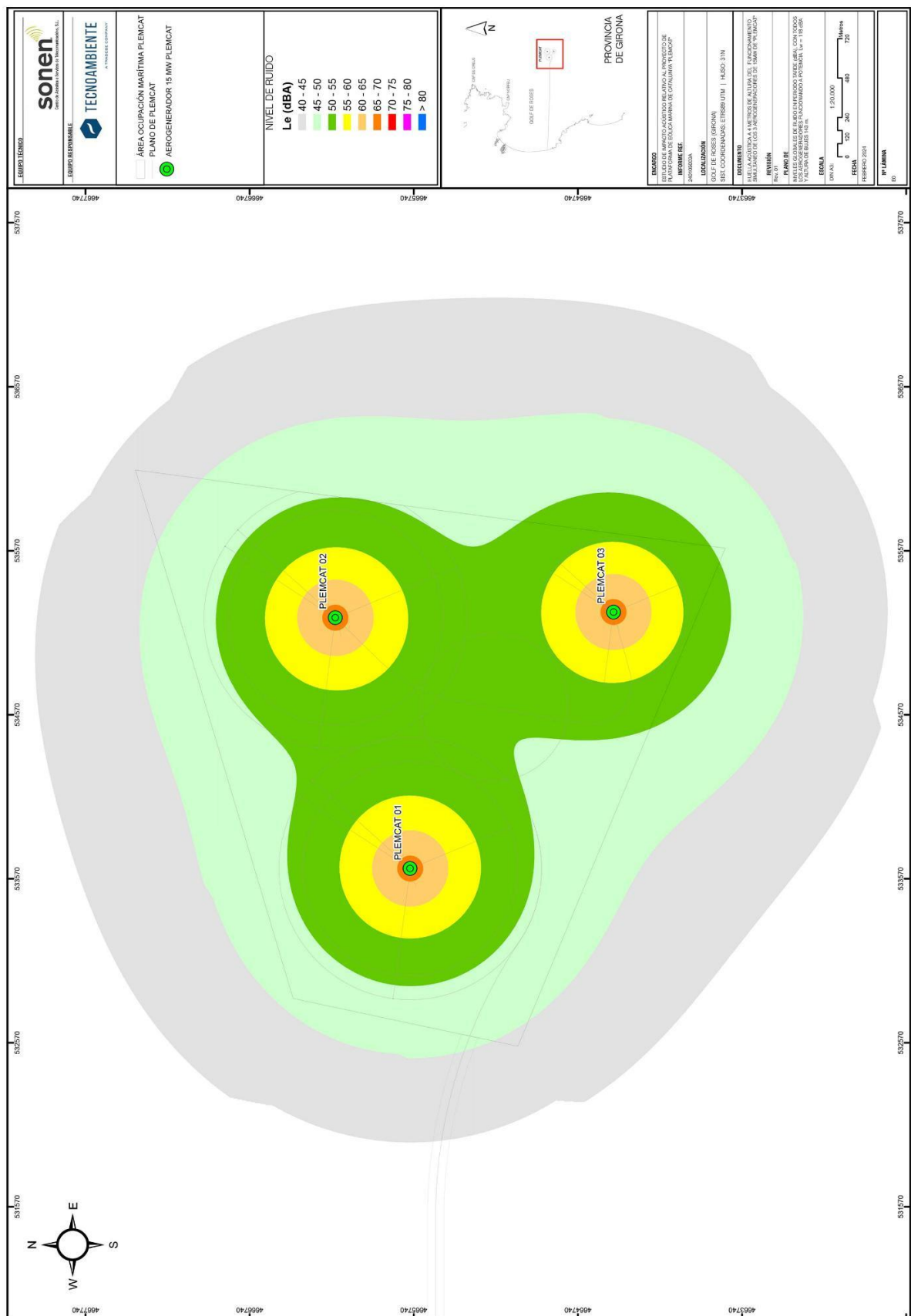


Huellas de ruido en los tres periodos de evaluación a 4 metros de altura, debidas al funcionamiento continuo, simultáneo y a máxima potencia de los 3 aerogeneradores de hasta 15 MW cada uno de la Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, “PLEMCAT”.

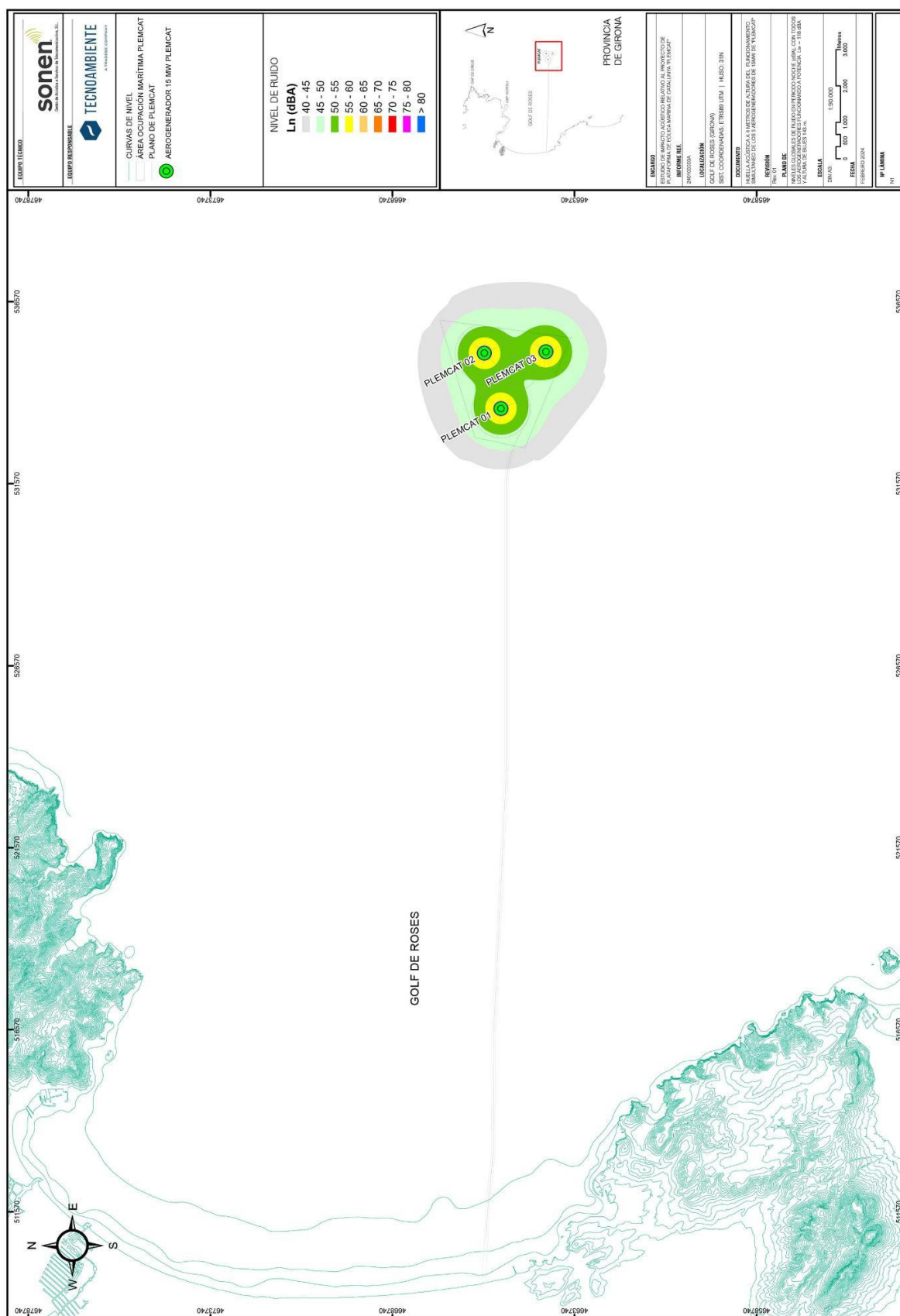


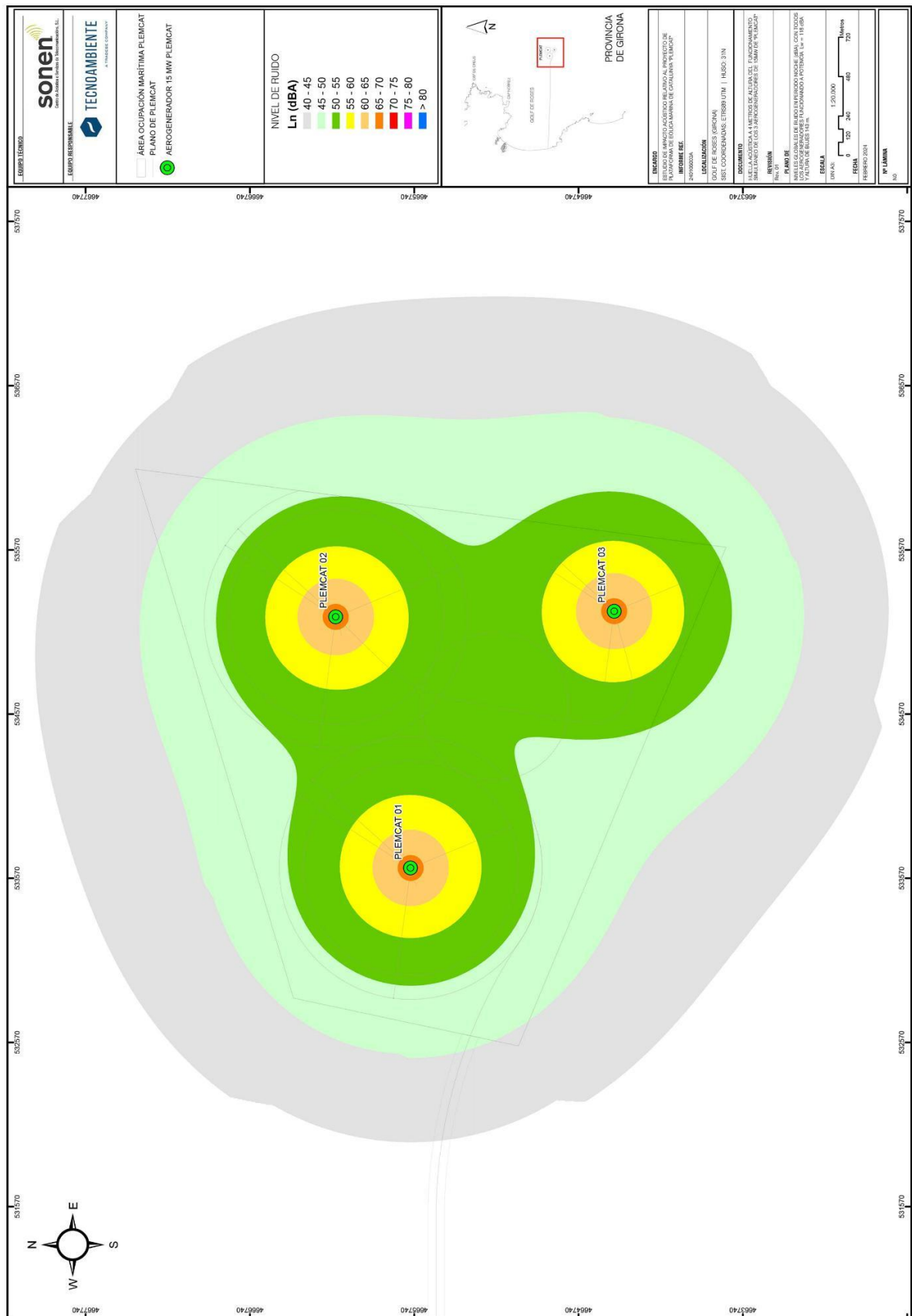
8.2. NIVEL GLOBAL DE RUIDO EN PERIODO TARDE





8.3. NIVEL GLOBAL DE RUIDO EN PERIODO NOCHE





TRABAJO:	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO RELATIVO A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ASOCIADA A LA PLATAFORMA DE I+D+i EN ENERGÍAS MARINAS DE CATALUNYA, "PLEMCAT"
UBICACIÓN:	Vilaür (Girona)
PETICIONARIO:	TECNO AMBIENTE, S.L.
REFERENCIA:	240105003B
FECHA:	16 de febrero de 2024

Descripción	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO RELATIVO A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ASOCIADA A LA PLATAFORMA DE I+D+i EN ENERGÍAS MARINAS DE CATALUNYA, "PLEMCAT"			
Situación	Dirección C.P. Localidad Vilaür Provincia Girona			
Peticionario	Nombre TECNO AMBIENTE, S.L. CIF B08724247 Dirección Industria, 550 C.P. 08918 Localidad Badalona – Barcelona Provincia Barcelona			
	Dirección central Parque Empresarial Pereiro de Aguiar Vial Centro Comercial, nº28 (antigua parcela 11) CP 32710 - O Pereiro de Aguiar (Ourense) DELEGACIONES: Ourense – Vigo – Pontevedra – Lugo Teléfono 693 66 55 44 E-mail info@sonen.es	web www.sonen.es	 Óscar Outumuro Cid Director de Laboratorio	 Pablo Gómez Pérez Director Técnico
Fecha	16 de febrero de 2024		Rev.03	

ÍNDICE

1. OBJETO.....	4
2. NORMATIVA ACÚSTICA	5
2.1. MARCO NORMATIVO GENERAL.....	5
2.1.1. MARCO EUROPEO	5
2.1.2. MARCO NACIONAL	5
2.1.3. MARCO AUTONÓMICO.....	8
2.2. EXIGENCIAS ACÚSTICAS APLICABLES	8
3. ÁREA DE ESTUDIO Y NUEVO DESARROLLO	10
3.1. LOCALIZACIÓN	10
3.2. COLINDANCIAS Y ÁREAS ACÚSTICAS.....	11
3.3. FUENTES EXTERIORES DE RUIDO	14
3.3.1. FUENTES DE RUIDO PREEXISTENTES EN EL ENTORNO	14
3.3.2. FUENTES DE RUIDO RELATIVAS A LA NUEVA SUBESTACIÓN.....	15
4. PREDICCIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN	17
4.1. HERRAMIENTAS SOFTWARE PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA ACÚSTICO	17
4.1.1. SOFTWARE DE SIMULACIÓN	17
4.1.2. VISUALIZADOR DE RESULTADOS	17
4.2. SIMULACIÓN Y RESULTADOS	18
4.2.1. CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO.....	18
4.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO.....	20
4.2.3. RESULTADOS	20
4.2.3.1. Situación de partida (sin subestación)	20
4.2.3.2. Situación prevista (con subestación)	23
5. CONCLUSIONES	26
6. TÉCNICOS RESPONSABLES	28
7. ANEXO I. ESPECTROS DE EMISIÓN SONORA	29
7.1. POTENCIA ACÚSTICA DE LA REACTANCIA	29
7.2. POTENCIA ACÚSTICA DEL TRANSFORMADOR.....	29
7.3. POTENCIA ACÚSTICA DEL TRANSFORMADOR AUXILIAR.....	30
7.4. POTENCIA ACÚSTICA DE LOS INTERRUPTORES	30
8. ANEXO II. MAPAS DE RUIDO.....	31
8.1. SITUACIÓN DE PARTIDA.....	31
8.1.1. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO DÍA (7-19h).....	31
8.1.2. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO TARDE (19-23h).....	32
8.1.3. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO NOCHE (23-7h).....	33
8.2. SITUACIÓN CON SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.....	34
8.2.1. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO DÍA (7-19h).....	34
8.2.2. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO TARDE (19-23h).....	35
8.2.3. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO NOCHE (23-7h).....	36

1. OBJETO

A petición de:

TECNO AMBIENTE, S.L. (en adelante, el **Peticionario**)

CIF B08724247

se encarga a:

Sonen, Centro de Acústica e Servicios de Telecomunicaciones, S.L.

- Empresa especializada en **ingeniería acústica**;
- **Registrada como L.E.C.C.E.** (Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad en la Edificación), con NºReg. GAL-L-050;
- Participante en el **Programa de Intercomparación de Ensayos Acústicos 2022-2023**, organizado por laboratorio acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (**ENAC**) como proveedor de ejercicios de intercomparación acústica según la norma ISO/IEC 17043;
- Con sistema interno de **gestión de calidad** implantado, de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma UNE-EN ISO 17025;

la realización de los siguientes trabajos:

- ☒ Simulación y cálculo del impacto acústico relativo al funcionamiento de la subestación eléctrica transformadora, correspondiente a la plataforma de ensayos en energías marinas, "PLEMCAT";
- ☒ Diseño de medidas correctoras, en caso de que sean necesarias, para garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica correspondientes al entorno de la subestación eléctrica;
- ☒ Presentación de los mapas de ruido correspondientes a la huella acústica generada por la maquinaria de la citada subestación;
- ☒ Realización de documento técnico explicativo.

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto de diseño de la nueva Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, denominada "PLEMCAT", en el Golf de Roses, en lo que corresponde al funcionamiento de su subestación eléctrica transformadora elevadora, con ubicación prevista en el término municipal de Vilaür, en la provincia de Girona.

2. NORMATIVA ACÚSTICA

2.1. MARCO NORMATIVO GENERAL

2.1.1. MARCO EUROPEO

La Unión Europea viene abordando desde hace años la lucha contra el ruido en el marco de su política medioambiental a través de directivas comunitarias que tienen por objeto la reducción de la contaminación acústica generada por los distintos tipos de emisores acústicos existentes.

En el año 2002 entró en vigor la **Directiva 2002/49/CE**, de 25 de junio, sobre la evaluación y gestión de ruido ambiental, con la que se pretende, por un lado, establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos, incluyendo las molestias, derivados de la exposición al ruido ambiental; y, por otro lado, crear una base científica que permita tomar medidas a nivel comunitario, encaminadas a reducir la emisión de ruido de las principales fuentes de ruido.

Esta Directiva se complementó con la conocida como *Recomendación de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario y los datos de emisiones correspondientes*, donde se establecen los métodos estándar de cálculo para la evaluación de los diferentes focos de ruido. En particular, la Comisión Europea decidió desarrollar un método común armonizado para la evaluación del ruido generado por el tráfico viario, ferroviario y aeroportuario, así como por las actividades y focos industriales. A este método se le ha denominado **CNOSSOS-EU** (*Common NOise aSSessment methOdS*) y su principal objetivo es el establecimiento de una metodología común para la realización de los Mapas Estratégicos de Ruido, de tal modo que los resultados obtenidos en cada Estado Miembro sean fiables, realistas y que además puedan ser comparables entre sí. El método CNOSSOS-EU aporta, además, una herramienta fundamental para el cálculo general de los niveles de ruido que generan los citados focos, así como para la evaluación de la exposición de la población al ruido ambiental. Esta información permitirá a los Estados Miembros detectar el grado de afección acústica de cualquier entorno y diseñar en consonancia los planes de acción de lucha contra el ruido, con mayor precisión y eficiencia de lo que se lo obtenía con la metodología empleada hasta la fecha.

2.1.2. MARCO NACIONAL

La Directiva comunitaria fue traspuesta al ordenamiento jurídico nacional a través de la **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, **del Ruido**. El objeto de esta ley no es simplemente el de transponer la anterior Directiva, sino además el de cohesionar las diferentes ordenaciones sobre contaminación acústica existentes en España.

El ámbito de aplicación de esta Ley se delimita a todos los emisores acústicos de cualquier índole, así como las edificaciones en calidad de receptores acústicos, excluyendo aquellas actividades que, por su naturaleza, tiene una reglamentación específica (ambiente laboral o militar), así como las actividades domésticas o vecinales reguladas mediante ordenanzas locales.

En la Ley del Ruido se definen dos conceptos fundamentales a la hora de hablar en términos de contaminación acústica:

- Emisor acústico, entendido como cualquier actividad, infraestructura, equipo, maquinaria o comportamiento que genere contaminación acústica.

- Calidad acústica, definida como el grado de adecuación de las características acústicas de un espacio a las actividades que se realizan en su ámbito, evaluado, entre otros factores, de acuerdo a los niveles de inmisión y emisión acústica.

Es labor del Gobierno establecer la reglamentación correspondiente mediante la cual fijar los *objetivos de calidad acústica* aplicables a los distintos tipos de área acústica en que se zonifica el territorio, en función de los distintos tipos de suelo, de tal modo que se garantice en todo el territorio un nivel mínimo de protección frente a la contaminación acústica.

El **Real Decreto 1513/2005**, de 16 de diciembre, desarrolla la Ley del Ruido en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. En él se define un marco destinado a evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental y completar la incorporación al ordenamiento jurídico español la Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

En dicho Decreto se definen también los índices de ruido, así como los métodos de evaluación de los mismos y los efectos nocivos asociados. En los índices de ruido destacan los siguientes:

- L_d (índice de ruido día): índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, comprendido entre las 7:00 y las 19:00 horas.
- L_e (índice de ruido tarde): índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde, comprendido entre las 19:00 y las 23:00 horas.
- L_n (índice de ruido noche): índice de ruido asociado a la molestia durante el período noche, comprendido entre las 23:00 y las 7:00 horas.
- L_{den} (índice de ruido día-tarde-noche): índice de ruido asociado a la molestia global.

Este Real Decreto establece además la elaboración de *Mapas Estratégicos de Ruido* para determinar la exposición de la población al ruido ambiental, así como la adopción de *Planes de Acción* para prevenir y reducir dicho ruido y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana.

El desarrollo reglamentario de la Ley del Ruido se completa con el **Real Decreto 1367/2007**, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, y su posterior modificación del **Real Decreto 1038/2012**, de 6 de julio. Así, entre los aspectos más relevantes que abarcan, destacan los siguientes:

- ✓ La definición de otros índices de ruido y de vibraciones, como los siguientes:
 - $L_{Amáx}$, para evaluar los niveles sonoros máximos durante un periodo temporal de evaluación.
 - $L_{K,x}$, para evaluar la molestia y los niveles sonoros, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo, promediados a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación "x".
 - L_{aw} , para evaluar la molestia de los niveles de vibración máximos, durante un periodo temporal de evaluación, en el espacio interior de edificios.

- ✓ Las aplicaciones de dichos índices, sus efectos y molestias sobre la población, así como su repercusión en el medio ambiente.
- ✓ La delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas:
 - **Tipo a:** Sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.
 - **Tipo b:** Sectores de territorio con predominio de suelo de uso industrial.
 - **Tipo c:** Sectores de territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
 - **Tipo d:** Sectores de territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en las áreas de tipo c.
 - **Tipo e:** Sectores de territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural.
 - **Tipo f:** Sectores de territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que los reclamen.
 - **Tipo g:** Espacios naturales que requieran protección especial.
- ✓ El establecimiento de los objetivos de calidad acústica para cada área. Según lo establecido en la Tabla A del Anexo II del Real Decreto 1367/2007, los objetivos de calidad acústica aplicables a *áreas urbanizadas existentes*, en función del área acústica en que se emplazan, son los mostrados en la tabla a continuación:

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del 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 del 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 de uso 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 públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) 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.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

Tabla 1. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes (fuente: R.D. 1367/2007)

Para el *resto de áreas urbanizadas* se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor de la tabla anterior que le sea de aplicación, disminuido en 5 decibelios.

Los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a los espacios naturales delimitados, de conformidad con lo establecido en el artículo 7.1 la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, como área acústica tipo g), por requerir una especial protección contra la contaminación acústica, se establecerán para cada caso en particular, atendiendo a aquellas necesidades específicas de los mismos que justifiquen su calificación.

Por otro lado, como objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto, se establece el mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, disminuido en 5 decibelios, tratando de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible.

2.1.3. MARCO AUTONÓMICO

En lo que respecta a la Comunidad Autónoma de Cataluña, la Ley 16/2002 de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, establece importantes criterios y medidas de control en Cataluña entre los que destacan los siguientes:

- Fijación de un mapa de sensibilidad acústica, con los criterios a seguir para la protección de las personas contra el ruido en cada una de las partes del territorio. Se establecen tres tipos de zona: Zona A (que requiere la máxima protección hacia el ruido), Zona B (zona con tolerancia media al ruido) y Zona C (zona que admite una elevada percepción de ruido).
- Niveles máximos de inmisión: máximo ruido tolerable en las zonas protegidas (estancias de viviendas, centros y zonas públicas, etc.).
- Esta ley establece también los procedimientos por los que el ruido debe ser evaluado.

En el Decreto 245/2005, del 8 de noviembre, se fijan los criterios para la elaboración de mapas de capacidad acústica, mientras que en el Decreto 176/2009, de 10 de noviembre, se aprueba el reglamento de la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, y se adaptan sus anexos.

2.2. EXIGENCIAS ACÚSTICAS APLICABLES

En lo que al presente trabajo se refiere, se toma como referencia la legislación acústica nacional vigente, por resultar más específica en términos de estudios de impacto acústico, realización de mapas de ruido, definición de índices y zonificaciones acústicas, establecimiento de objetivos de calidad acústica, etc.

En base, por tanto, a la normativa de referencia, se establece que todo nuevo desarrollo viario, ferroviario, urbanístico, industrial, etc. debe ir acompañado de un estudio acústico en el que se represente la huella sonora en el entorno afectado, en la situación futura prevista. Esta huella sonora se representa a través del correspondiente Mapa de Ruido, en el que se representa la influencia acústica sobre el terreno y los edificios de los diferentes emisores sonoros de la zona.

Según lo indicado en la legislación acústica aplicable, los mapas de ruido que tengan por objetivo diseñar medidas correctoras, preventivas o de preservación en materia de contaminación acústica se evaluarán a 4 metros de altura.

En el presente trabajo se evalúan, por tanto, los índices globales de ruido correspondientes a cada uno de los periodos del día, esto es, el índice L_d para el periodo día, el índice L_e para el periodo tarde o el índice L_n para el periodo noche.

Por otro lado, la parcela donde se tiene previsto ubicar la subestación eléctrica se puede catalogar como una nueva zona industrial, actualmente no existente, por lo que sobre ella aplican los correspondientes Objetivos de Calidad Acústica (O.C.A.) establecidos en la Tabla 1, disminuidos en 5 dB. Por otro lado, tal

y como se detalla más adelante en el apartado 3.2, la parcela prevista para la subestación limita únicamente con otras parcelas agrarias, no urbanizadas, para los cuales no aplica ninguna exigencia en lo relativo a los O.C.A. Por otro lado, a cierta distancia de la parcela objeto de estudio, se localizan varios núcleos residenciales. Por ello, en lo relativo al cumplimiento de los Objetivos de Calidad Acústica en los entornos próximos se toman como referencia los índices y valores límite establecidos en la siguiente tabla.

TIPO DE ÁREA ACÚSTICA	OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA ^[1]		
	L _d (dBA)	L _e (dBA)	L _n (dBA)
PREDOMINIO INDUSTRIAL			
▪ Tipo b, según R.D. 1367/2007 Áreas urbanizadas existentes	75	75	65
PREDOMINIO INDUSTRIAL			
▪ Tipo b, según R.D. 1367/2007 Nueva parcela industrial	70	70	60
PREDOMINIO RESIDENCIAL			
▪ Tipo a, según R.D. 1367/2007 Áreas urbanizadas existentes	65	65	55

[1] Estos objetivos de calidad acústica se referencian a 4 metros de altura.

Tabla 2. Objetivos de calidad acústica aplicables al entorno de la subestación

3. ÁREA DE ESTUDIO Y NUEVO DESARROLLO

3.1. LOCALIZACIÓN

El área objeto de estudio se localiza en la zona del Golf de Roses, a aproximadamente 14 km en línea recta de la costa, en el término municipal de Vilaür, dentro de la provincia de Girona.



Figura 1. Localización del área objeto de estudio

3.2. COLINDANCIAS Y ÁREAS ACÚSTICAS

Tal y como se ha comentado previamente, la subestación eléctrica objeto de estudio tiene previsto emplazarse en la provincia de Girona, al oeste del término municipal de Vilaür, en la confluencia de éste con los municipios de Bàscara y Garrigàs.

El tipo de suelo que tiene previsto ocupar la nueva subestación se clasifica actualmente como área agrícola, colindando con suelos de similar tipología, según se muestra en la Figura 2.

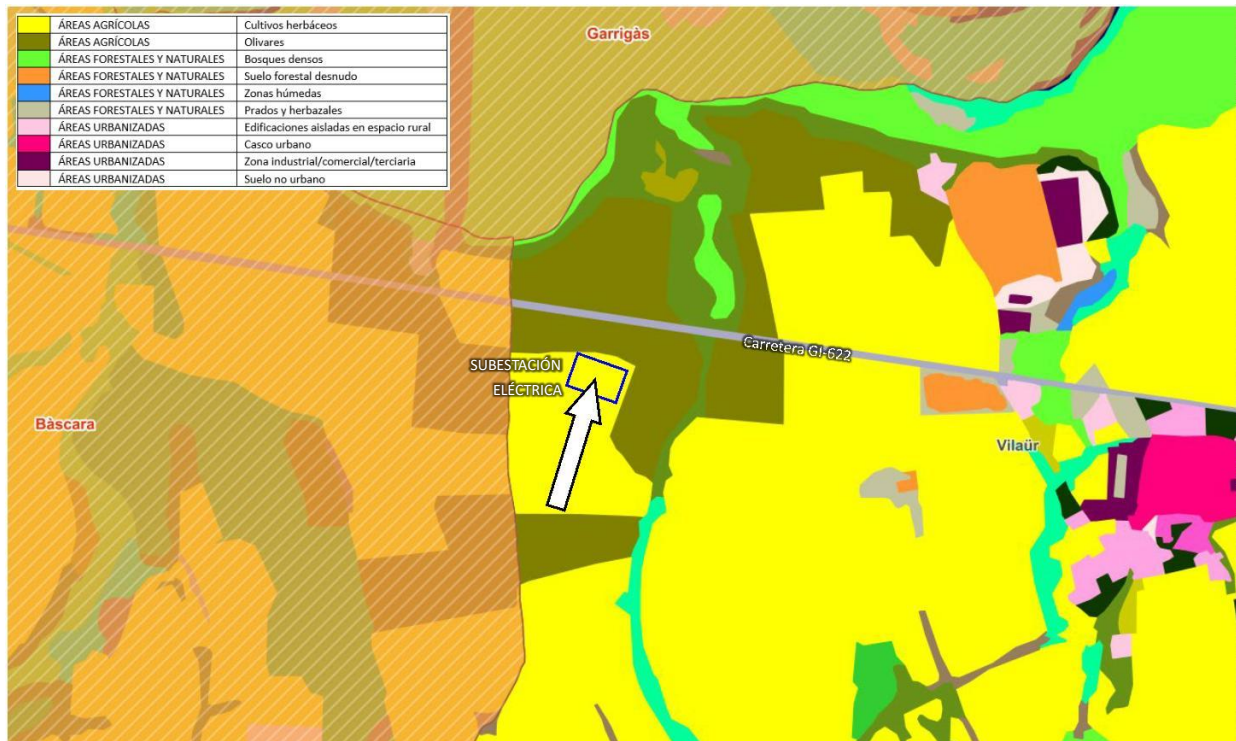


Figura 2. Usos de suelo en el entorno de la parcela prevista para la subestación eléctrica (fuente: Sistema de Información Territorial Municipal de Catalunya)

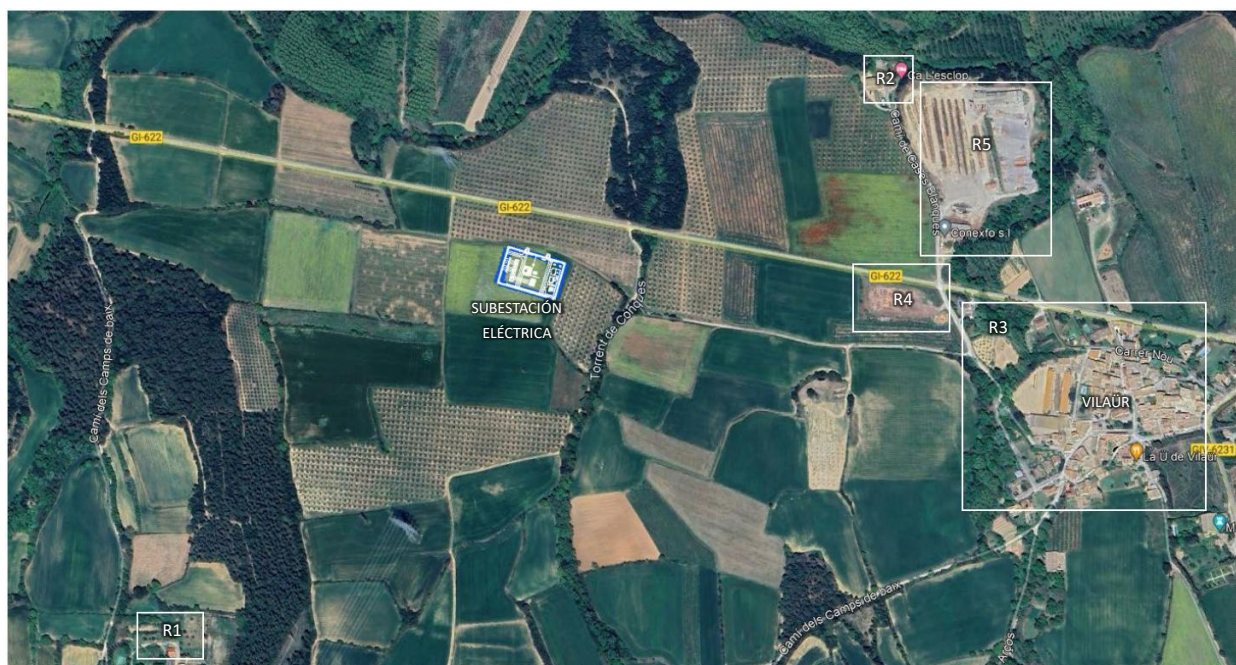


Figura 3. Entornos receptores próximos a la subestación

La parcela proyectada para la subestación ocupa una extensión aproximada de 4.000 m². Al norte de la parcela se localiza la carretera GI-622, la cual deberá ser tenida en cuenta a la hora de analizar el área de servidumbre acústica debido a la intensidad media diaria de tráfico que circule por dicho eje.

En relación al resto de áreas del entorno que pueden considerarse potencialmente receptoras de la afección acústica producida por el funcionamiento de la subestación, destacan las identificadas de R2 a R6 en la Figura 3, donde se comprueba que el entorno residencial más cercano se encuentra a más de 500 metros de distancia, al este de la parcela, mientras que el entorno industrial más próximo se localiza también al este de la subestación, a unos 400 metros de distancia.

En la siguiente tabla se muestra una relación de los principales entornos receptores y la distancia aproximada de los mismos a la subestación.

RECEPTOR	TIPO DE ENTORNO/CONSTRUCCIÓN	ÁREA ACÚSTICA	DISTANCIA APROX. A LA SUBESTACIÓN	VISTA AÉREA
R1	VIVIENDA	RESIDENCIAL	750 m	
R2	VIVIENDA	RESIDENCIAL	500 m	
R3	VIVIENDA	RESIDENCIAL	550 m	
R4	INDUSTRIA	INDUSTRIAL	450 m	
R5	INDUSTRIA	INDUSTRIAL	520 m	

Tabla 3. Entornos y edificaciones más próximas a la parcela de la subestación

En estas condiciones, si bien se puede catalogar la parcela de la subestación como un área de tipo industrial de nueva creación, sobre los entornos industriales y residenciales detectados, ya existentes, son de aplicación los Objetivos de Calidad Acústica establecidos en la Tabla 2.

En cada uno de los entornos receptores indicados se establece un **punto receptor**, con la misma denominación del entorno (R1 a R5), en el cual se obtendrá el nivel de ruido que llega a él, debido tanto al funcionamiento de la maquinaria de la nueva subestación como del resto de fuentes de ruido existentes.



Figura 4. Puntos receptores tomados como referencia para la valoración de los niveles de ruido que alcanzan los entornos receptores más próximos a la subestación

Las coordenadas UTM (ETRS 1989, huso 31N) correspondientes a estos puntos receptores son las mostradas en la siguiente tabla.

ID.	ÁREA ACÚSTICA	X-UTM (m)	Y-UTM (m)
R1	RESIDENCIAL	494.925	4.665.340
R2	RESIDENCIAL	495.835	4.666.145
R3	RESIDENCIAL	495.968	4.665.845
R4	INDUSTRIAL	495.835	4.665.850
R5	INDUSTRIAL	495.940	4.665.955

Tabla 4. Coordenadas de los puntos receptores tomados como referencia (altura relativa: 4 m)

3.3. FUENTES EXTERIORES DE RUIDO

3.3.1. FUENTES DE RUIDO PREEXISTENTES EN EL ENTORNO

La principal fuente de ruido próxima a la parcela que tiene previsto ocupar la nueva subestación es la carretera GI-622. Según los últimos datos publicados en el año 2015, la intensidad media diaria (IMD) de vehículos que circulan por este eje viario es de 954, de los cuales un 98% corresponde a vehículos ligeros y un 2% a vehículos pesados.



Figura 5. Vista de la carretera GI-622 al norte de la parcela prevista para la subestación

Con el objetivo de estimar el tráfico actual en la carretera GI-622 (año 2024), se incrementa su IMD un 1,44% anual, aproximando al alza (criterio conservador) los resultados obtenidos.

Las intensidades medias diarias de tráfico, así como la velocidad máxima y la categorización del tráfico, según la clasificación de vehículos establecida en CNOSSOS-EU, se resumen en la Tabla 5, y presentan la siguiente distribución para cada uno de los periodos del día:

- Un 70% del tráfico circula durante el periodo de día;
- Un 25% del tráfico circula durante el periodo de tarde;
- Un 5% del tráfico circula durante el periodo de noche;

EJE VIARIO	SITUACIÓN DE PARTIDA (2024)				
	IMD	% Pesados CAT.2	% Pesados CAT.3	% Motos CAT. 4a+4b	Vel. máx. (Km/h)
GI-622	1.085	1%	1%	5%	70

Tabla 5. Intensidad media diaria (IMD) de tráfico viario por la carretera GI-622 (situación de partida estimada)

3.3.2. FUENTES DE RUIDO RELATIVAS A LA NUEVA SUBESTACIÓN

La subestación eléctrica objeto de estudio será la encargada de interconectar los circuitos eléctricos de exportación de la plataforma de ensayos en energías marinas, “PLEMCAT”, con las líneas de transporte que conectarán dicha subestación con la propia de la red eléctrica.

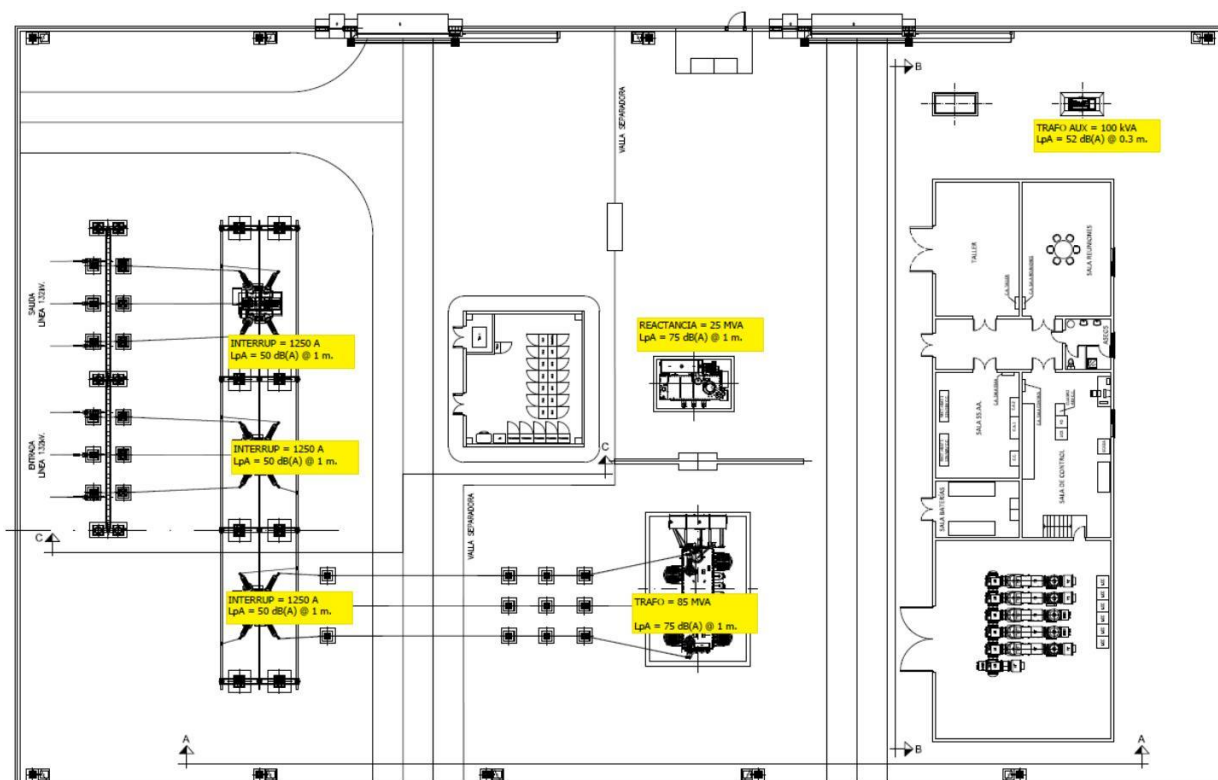


Figura 6. Distribución prevista para la subestación eléctrica, con reactancias, transformadores, interruptores y edificios

Tal y como se muestra en la figura anterior, la parcela prevista para la subestación comprende un pequeño cuarto de medida fiscal en el perímetro norte y dos edificios, uno al lado este, que tiene unas dimensiones aproximadas de 12x37 metros en planta y entre 5 y 8 metros de altura, y otro en el centro de la parcela, con dimensiones aproximadas de 8x9 metros en planta y hasta 5 metros de altura. Asimismo, según la información aportada por el Peticionario, se tienen previsto instalar en el exterior una serie de equipos para la correcta transformación eléctrica, cada uno de los cuales genera en su entorno más próximo el siguiente nivel de ruido:

EQUIPO	UNID.	NIVEL DE PRESIÓN SONORA L _p (dBA)
REACTANCIA	1	75
TRAFO ELEVADOR	1	75
TRAFO AUX	1	52
INTERRUPTORES	3	50

Tabla 6. Niveles de presión sonora que generan cada uno de los equipos exteriores previstos para la subestación eléctrica

En el apartado 7 se indica la potencia acústica en bandas de octava de cada uno de los equipos exteriores de la subestación, empleadas en simulación para realizar el correspondiente estudio de impacto acústico.



Figura 7. Vista de una reactancia similar a las que se tiene previsto instalar en la subestación eléctrica

La reactancia y el transformador elevador alcanzarán a priori los 5 metros de altura, por lo que se proyecta que el muro cortafuegos entre ambos equipos sea de entre 6 y 10 metros de alto.

4. PREDICCIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO EN FASE DE EXPLOTACIÓN

4.1. HERRAMIENTAS SOFTWARE PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA ACÚSTICO

4.1.1. SOFTWARE DE SIMULACIÓN

Para la modelización de entorno objeto de estudio y la simulación del impacto acústico en el medio ambiente se hace uso del software de simulación **CadnaA** (*Computer Aided Noise Abatement*), en su versión 2023 MR1, desarrollado por la empresa Datakustik.

Este software permite el cálculo, predicción, presentación y valoración de los niveles de exposición al ruido de un entorno dado a base a las fuentes de ruido definidas previamente. CadnaA está implementado en el lenguaje de programación C/C++ y permite la óptima comunicación tanto con otras aplicaciones Windows™ como procesadores de texto, hojas de cálculo, programas de CAD y bases de datos GIS.

Para el cálculo de la huella de ruido en el entorno planteado se toma como base el método de cálculo descrito en CNOSSOS-EU, según lo indicado en el apartado 2.1, el cual estandariza el protocolo de atenuación del sonido en campo abierto.

4.1.2. VISUALIZADOR DE RESULTADOS

GIS (*Geographic Information Systems*) es un sistema de gestión, análisis y presentación de datos geográficos, que son representados usando unos determinados paquetes de información tales como mapas, globos, paquetes de datos geográficos etc.

ESRI es una empresa dedicada al diseño de la primera tecnología de sistemas de información geográfica. Así, ha desarrollado una potente herramienta de tratamiento de datos geográficos llamada **ArcGIS**.

El paquete ArcGIS posee una rama de edición llamada **ArcGIS Desktop** en la cual están incluidos el ArcInfo, ArcEditor, ArcView y ArcMap. Este último ha sido el elegido en su versión 10.8 para editar y representar los datos de los trazados.

Esta herramienta GIS se utiliza por diversas razones: principalmente por comodidad, puesto que posee todas las aplicaciones y maneja todos los aspectos a tener en cuenta de una base de datos geográfico y, además, por manejar un tipo de datos muy útil para el tratamiento de bases de datos geográficas: el shapefile.

El formato **ESRI Shapefile (SHP)** es un formato propietario abierto de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI. Originalmente se creó para la utilización con ArcGIS, pero actualmente se ha convertido en formato estándar *de facto* por la importancia que los productos ESRI tienen en el mercado GIS. Un *shapefile* es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. El formato carece de capacidad para almacenar información topológica.

ArcGIS permite la comunicación con CadnaA, de manera que se pueden exportar de este último la capa de los niveles de ruido generada en simulación, así como otras capas que se puedan considerar de interés, y visualizarlas en ArcGIS con el resto de capas que conformen el proyecto.

4.2. SIMULACIÓN Y RESULTADOS

Para el cálculo predictivo de los niveles de ruido en el entorno descrito se emplea el software profesional CadnaA, en su versión XL, por estar diseñado específicamente para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido a su alrededor.

4.2.1. CONFIGURACIÓN DEL ENTORNO

En base a los datos proporcionados por el Peticionario, se lleva a cabo en 3 fases el modelado en CadnaA del entorno de análisis y que influye en la propagación del sonido en campo libre:

FASE 1

En una primera fase se configura adecuadamente CadnaA para llevar a cabo la simulación de impacto acústico deseada:

- **Configuración general**

En primer lugar, se define el método de cálculo CNOSSOS-EU como el estándar para el cálculo de los niveles de ruido generados por fuentes de ruido en medio ambiente exterior, como en este caso las reactancias, transformadores e interruptores de la subestación eléctrica.

Se definen también las franjas horarias correspondientes a los periodos de día, tarde y noche, según lo indicado en la legislación vigente, así como los índices de ruido a evaluar en cada uno de ellos (L_d , L_e , y L_n , respectivamente).

- **Configuración de reflexiones**

Para este tipo de cálculos se configuran las reflexiones con un orden máximo de reflexión de 2, lo que equivale a decir que únicamente se han de considerar las reflexiones de 2º orden.

En base al manual de buenas prácticas, el agua, las calles y carreteras se consideran, en términos acústicos, totalmente reflectantes ($G=0$), mientras que los edificios se consideran parcialmente absorbentes ($G=0.2$) y una absorción acústica media para terrenos blandos y jardines ($G=0.5$).

- **Configuración de condiciones meteorológicas**

La influencia de las condiciones meteorológicas en la propagación del sonido se configura de manera que la probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones es de un 50% durante el periodo diurno, de un 75% durante el periodo de tarde y de un 100% durante el periodo nocturno. La temperatura ambiental de referencia es de 10°C y la humedad relativa es del 70%.

- **Configuración del MDT (Modelo Digital del Terreno)**

Para obtener el modelo 3D del entorno se aplica la técnica de triangulación de los puntos de cota, elevando aquellos emisores con cota negativa a cota de terreno positiva.

▪ Configuración de la malla de cálculo

Por último, se configura una malla de cálculo de 5 metros x 5 metros, suficiente para el análisis de la zona de estudio, y una altura de recepción de 4 metros sobre el nivel del terreno, tal y como indica la legislación acústica aplicable.

👉 FASE 2

Una vez configurados los parámetros de cálculo en CadnaA, se implementa el modelo del entorno objeto de estudio, entendiendo por tal aquel con las curvas de nivel del terreno, las edificaciones próximas existentes y el resto de objetos susceptibles de influir en la propagación acústica del sonido.

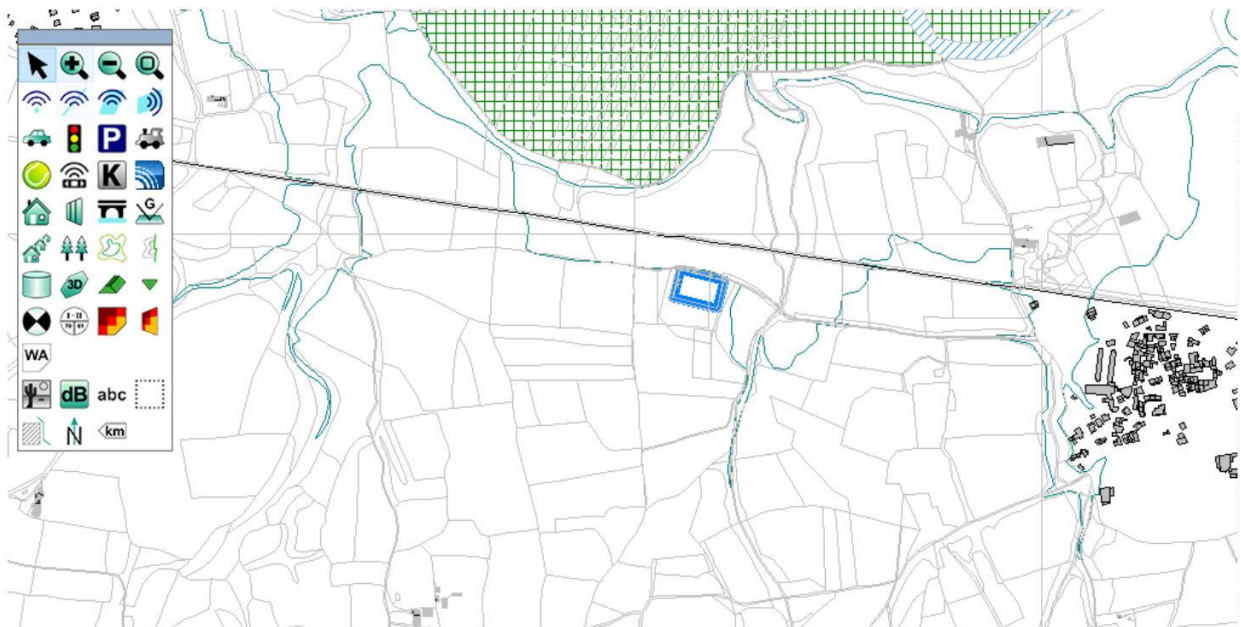


Figura 8. Modelo digital del terreno correspondiente al entorno objeto de estudio

👉 FASE 3

En tercer lugar, se implementan en el modelo de CadnaA la carretera GI-622, así como los objetos asociados a la nueva subestación, en particular los edificios de la misma, la ubicación de las reactancias, transformadores e interruptores y la de los muros cortafuegos entre equipos.

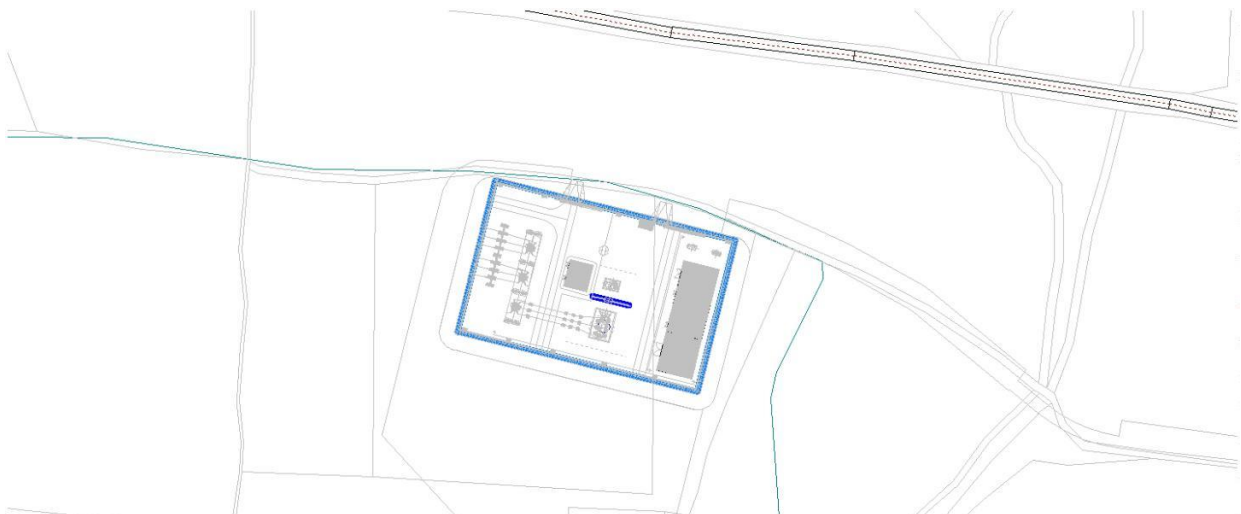


Figura 9. Implementación de los objetos correspondientes a la subestación eléctrica

4.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

Para evaluar el impacto acústico en el entorno de la subestación proyectada se consideran como fuente de ruido preexistente la carretera GI-622, y como nuevas fuentes de ruido únicamente las reactancias, los transformadores y los interruptores exteriores previstos para la subestación, según lo descrito en el apartado 3.3.

En el caso que ocupa al presente proyecto y con el objetivo de evaluar el escenario acústico más desfavorable, se asume que todos estos equipos exteriores de la subestación eléctrica van a trabajar continua y simultáneamente, a tensión máxima.

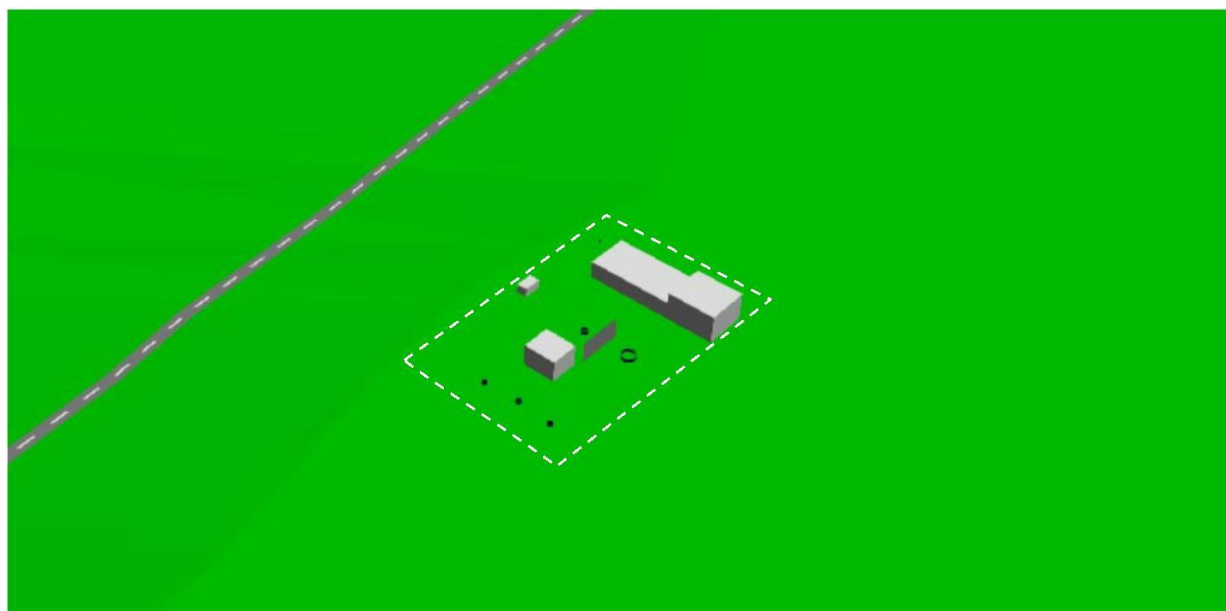


Figura 10. Vista 3D de la integración total de la subestación eléctrica en el entorno

4.2.3. RESULTADOS

4.2.3.1. Situación de partida (sin subestación)

En primer lugar, se procede a analizar los niveles de ruido en el entorno de la parcela que tiene previsto ocupar la subestación eléctrica, debidos únicamente al tráfico que circula por la GI-622. En tales condiciones, los niveles de ruido que alcanzan los puntos receptores de referencia, descritos en el apartado 3.2, son los mostrados en la siguiente tabla, los cuales se encuentran por debajo de los correspondientes Objetivos de Calidad Acústica para los diferentes periodos del día.

PUNTO RECEPTOR	PREDICCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA (dBA) – Situación de partida					
	DÍA (7-19h)		TARDE (19-23h)		NOCHE (23-7h)	
	Nivel máximo teórico	Exigencia	Nivel máximo teórico	Exigencia	Nivel máximo teórico	Exigencia
R1	33,2	≤ 65	35,2	≤ 65	26,5	≤ 55
R2	39,3	≤ 65	41,1	≤ 65	32,3	≤ 55
R3	53,6	≤ 65	53,9	≤ 65	44,0	≤ 55
R4	52,1	≤ 75	52,4	≤ 75	42,6	≤ 65
R5	47,0	≤ 75	47,3	≤ 75	37,5	≤ 65

Tabla 7. Nivel de presión sonora en cada uno de los puntos receptores tomados como referencia (Situación de partida)

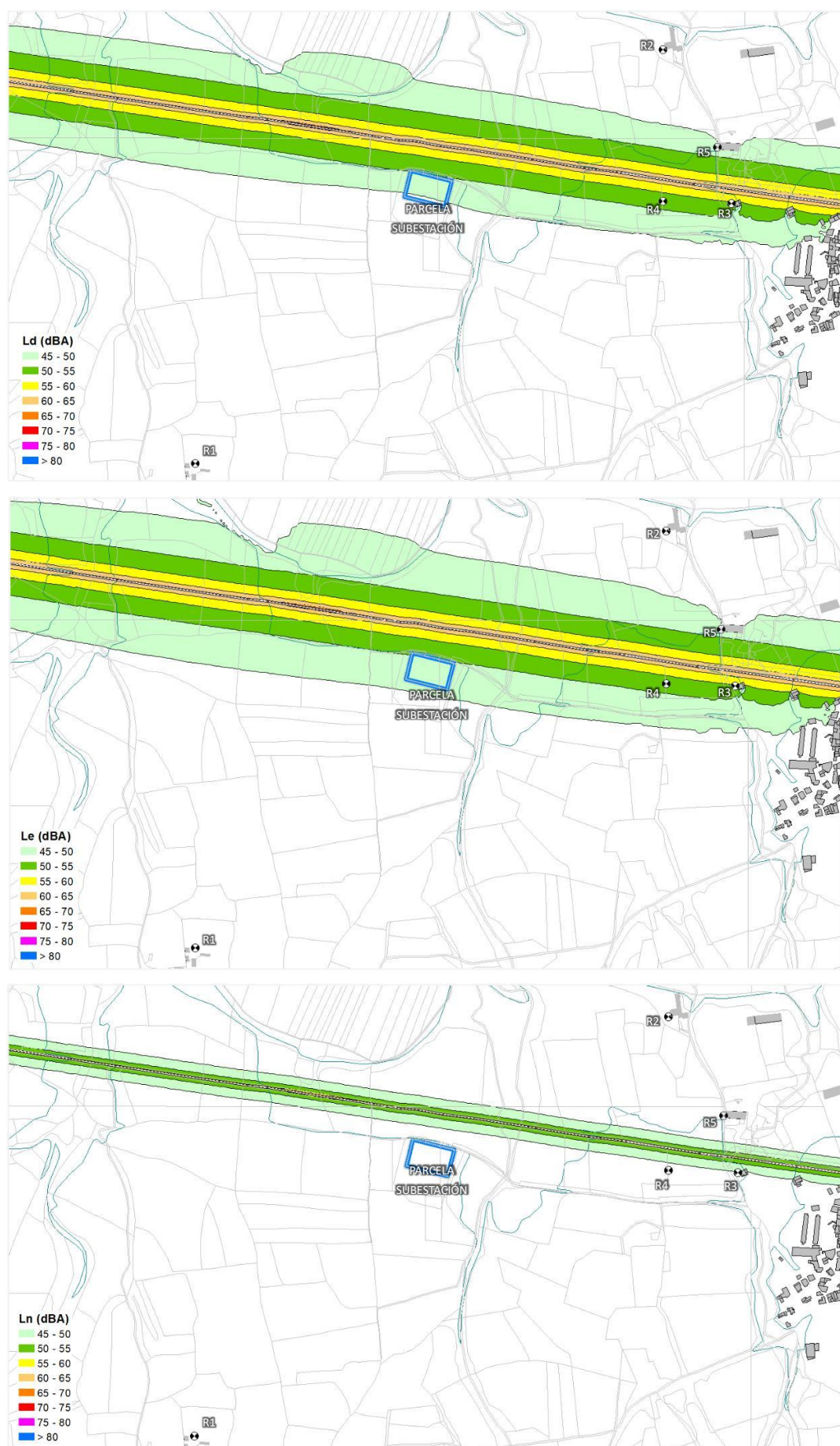


Figura 11. Niveles de ruido en periodo día (arriba), tarde (centro) y noche (abajo), en el entorno de la subestación eléctrica (Situación de partida)

En cuanto a los niveles de ruido que soporta, en la situación de partida, la parcela donde se tiene previsto ubicar la subestación eléctrica, se comprueba que se sitúan entre 45 y 50 dBA para los periodos de día y tarde, y por debajo de 45 dBA para el periodo nocturno.

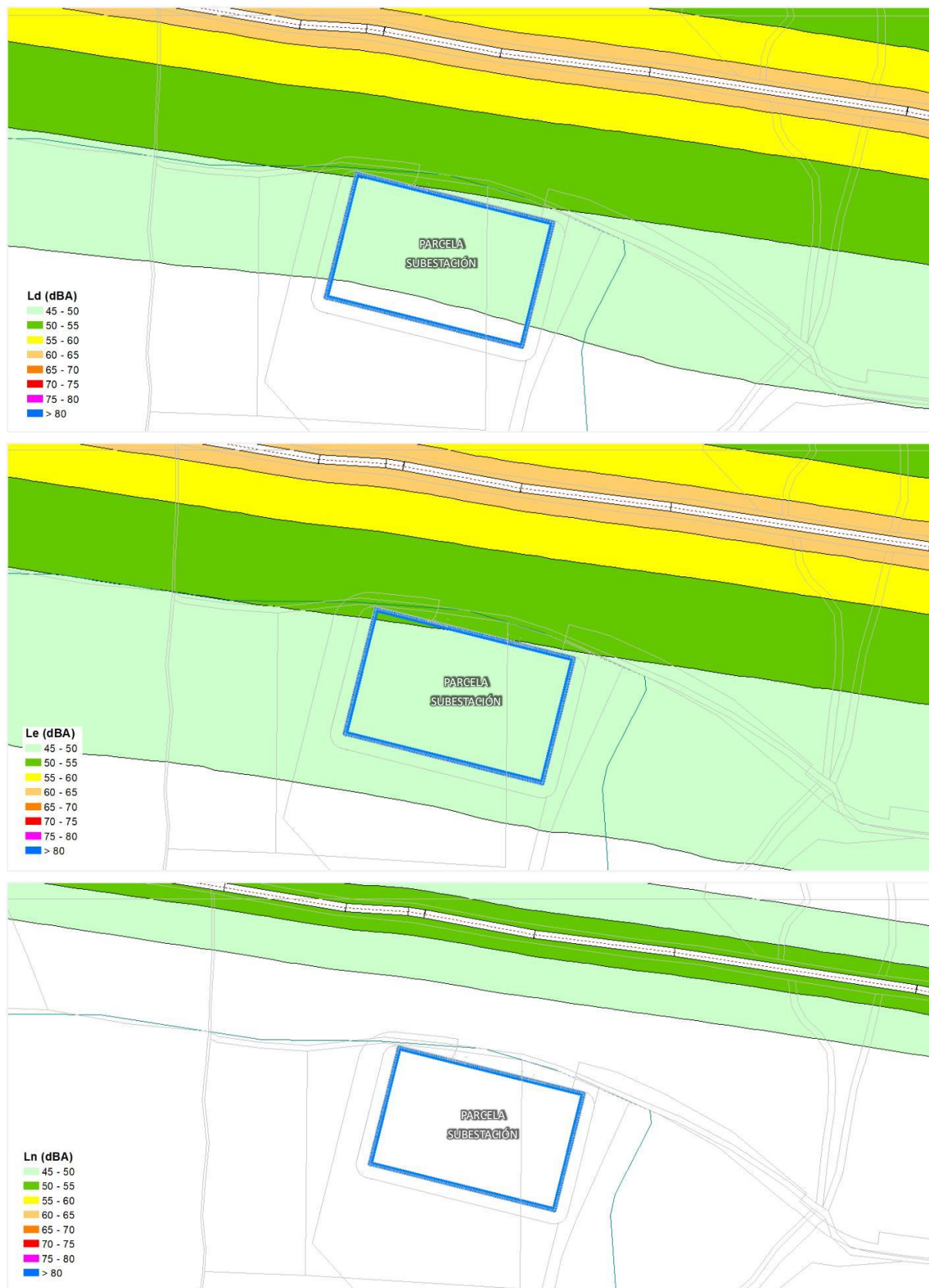


Figura 12. Niveles de ruido en periodo día (arriba), tarde (centro) y noche (abajo), previstos en la parcela de la subestación eléctrica (Situación de partida)

4.2.3.2. Situación prevista (con subestación)

Con la configuración del entorno realizada, se procede a simular el comportamiento de la subestación eléctrica y el cálculo de su afección acústica sobre su entorno y las áreas más próximas, asumiendo que la reactancia, los transformadores y los interruptores previstos en el exterior funcionan de manera simultánea y a tensión máxima. En estas condiciones, se obtienen las huellas de ruido correspondientes a los periodos de día, tarde y noche, según se muestra en las siguientes imágenes.

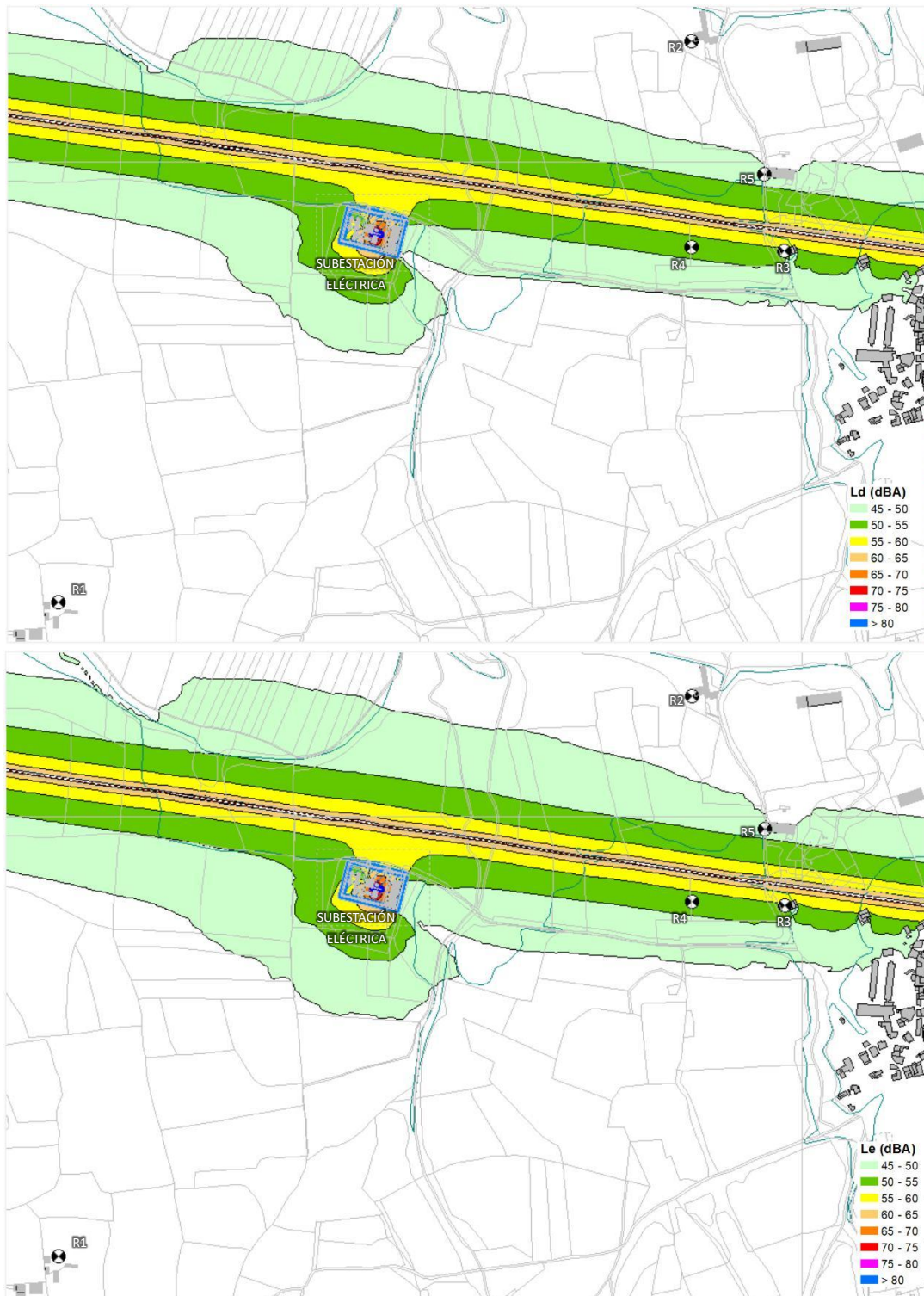


Figura 13. Nivel de ruido en periodo día (arriba) y tarde (abajo), debido al funcionamiento de la subestación y al tráfico de la GI-622 (Situación prevista con subestación)



Figura 14. Nivel de ruido en periodo noche, debido al funcionamiento de la subestación y al tráfico de la GI-622 (Situación prevista con subestación)

En las condiciones descritas, los niveles de ruido que alcanzan los puntos receptores de referencia, debidos al funcionamiento de la subestación, así como al tráfico de la GI-622, son los mostrados en la siguiente tabla, los cuales se encuentran de nuevo por debajo de los correspondientes Objetivos de Calidad Acústica para los diferentes periodos del día.

PUNTO RECEPTOR	PREDICCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN SONORA (dBA) – Situación prevista con subestación					
	DÍA (7-19h)		TARDE (19-23h)		NOCHE (23-7h)	
	Nivel máximo teórico	Exigencia	Nivel máximo teórico	Exigencia	Nivel máximo teórico	Exigencia
R1	34,3	≤ 65	36,1	≤ 65	31,8	≤ 55
R2	39,8	≤ 65	41,6	≤ 65	35,5	≤ 55
R3	53,6	≤ 65	53,9	≤ 65	44,2	≤ 55
R4	52,2	≤ 75	52,5	≤ 75	43,0	≤ 65
R5	47,1	≤ 75	47,4	≤ 75	38,4	≤ 65

Tabla 8. Nivel de presión sonora en cada uno de los puntos receptores tomados como referencia (Situación prevista con subestación)

En cuanto a los niveles de ruido que soportaría la parcela donde se tiene previsto ubicar la subestación eléctrica, en las condiciones previstas inicialmente, los niveles de ruido se sitúan en torno a 60 dBA en su parte norte, llegando a alcanzar los 65 dBA en el perímetro sur de la parcela. Dado que se analiza como escenario más desfavorable el funcionamiento continuo de la subestación a lo largo de todo el día, en régimen de tensión máxima, se toma como referencia directa el nivel de ruido nocturno, por ser el que presenta la mayor exigencia en lo que a Objetivos de Calidad Acústica se refiere, presentando en dicho periodo un límite de 60 dBA sobre el perímetro de la parcela. Tal y como se comprueba, este límite se excede hasta en 5 dB durante el periodo nocturno, sobre el perímetro sur de la parcela.

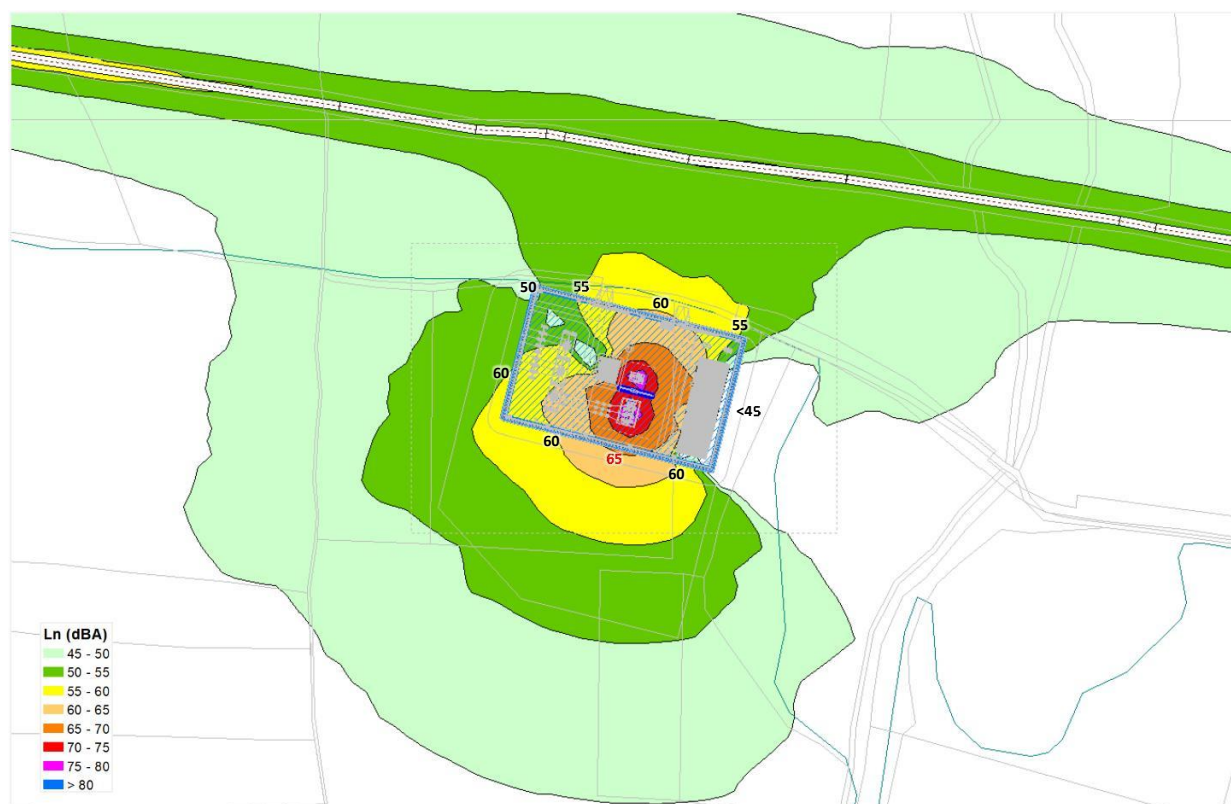


Figura 15. Niveles de ruido en periodo noche, previstos en la parcela de la subestación eléctrica (Situación prevista con subestación)

5. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se obtienen las siguientes valoraciones y conclusiones:

- La Plataforma de I+D+i en Energías Marinas de Catalunya, "PLEMCAT", se compone, por un lado, de una parte *offshore* con varios aerogeneradores emplazados en el Golf de Roses y, por otro lado, de una subestación eléctrica de transformación *onshore*, en el término municipal de Vilaür. El impacto acústico debido al funcionamiento de esta última es objeto de análisis en el presente documento.
- La parcela donde se tiene proyectada la subestación eléctrica se enmarca en una zona agraria sin urbanizar, rodeada de parcelas del mismo tipo y con áreas próximas de uso residencial e industrial.
- Las principales fuentes de ruido a considerar son la carretera GI-622 y las que conforman los transformadores, las reactancias y los interruptores previstos para la propia subestación, equipos instalados todos ellos en el ambiente exterior.
- Con el objeto de evaluar la situación acústica más desfavorable, se asume que todas las fuentes de ruido de la subestación funcionan simultáneamente, en condiciones de máxima potencia acústica y de manera continua a lo largo de todo el día. En estas condiciones, se analiza la afección en función de los índices de ruido L_d (día), L_e (tarde) o L_n (noche), si bien será el periodo nocturno el que determine el grado de afección, dado que la subestación funciona de manera continua, independientemente del momento del día, pero es de noche cuando se requiere de la mayor protección contra la contaminación acústica. Por otro lado, se tomarán como valores límites de los Objetivos de Calidad Acústica (O.C.A.) los referenciados a áreas industriales de nueva creación, así como a áreas industriales y a áreas residenciales ya existentes, según lo indicado en la Tabla 2.
- En lo que respecta al funcionamiento de la subestación eléctrica *onshore*:
 - En la situación de partida, esto es, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la zona, la fuente de ruido predominante la conforma el tráfico que circula por la GI-622. En base a esto, se comprueba que, sobre la parcela prevista para la subestación eléctrica, los niveles de ruido se sitúan en 45-50 dBA para los periodos de día y tarde, y por debajo de 45 dBA para el periodo nocturno.

Asimismo, en los 5 puntos receptores tomados como referencia en cada uno de los cinco entornos más cercanos (3 residenciales y 2 industriales), se comprueba que en las condiciones de partida se cumple en ellos con los correspondientes O.C.A., según se muestra en la Tabla 7.

- Teniendo en cuenta la futura subestación eléctrica, según lo descrito en el apartado 4.2.3.2, el funcionamiento simultáneo y en condiciones de máxima potencia de su maquinaria exterior es tal que los niveles de ruido que se transmiten más allá del perímetro de la misma superan en 5 dB el valor límite de 60 dBA establecido para la noche en áreas industriales de nueva creación.

Por otro lado, en los 5 puntos receptores tomados como referencia se continúa cumpliendo con los correspondientes Objetivos de Calidad Acústica, según se indica en la Tabla 8.

- Independientemente de los resultados teóricos obtenidos en el presente estudio, una vez esté operativa la subestación eléctrica, deberán realizarse las correspondientes mediciones acústicas *in situ* de los niveles de presión sonora que genera su funcionamiento, siguiendo el procedimiento descrito en la legislación acústica vigente. El objetivo es el de garantizar el cumplimiento de los *valores límite de inmisión* exigidos para en este caso, según lo indicado en el Capítulo IV del Real Decreto 1367/2007. Los niveles de presión sonora que se registren *in situ* deberán corregirse por ruido de fondo y podrán conllevar también una corrección de los mismos por la posible presencia de componentes tonales, de baja frecuencia y/o impulsivas, tal que incrementen el nivel medido hasta en 9 dB.

En caso de que los niveles finales de inmisión exterior registrados sobre el perímetro de la parcela superen en algún punto los valores límite correspondientes a una nueva área acústica de tipo industrial, deberá valorarse la definición de las medidas correctoras necesarias para garantizar el cumplimiento de los mismos.

6. TÉCNICOS RESPONSABLES

El personal de Sonen, Centro de Acústica e Servicios de Telecomunicaciones, S.L. encargado de realizar los trabajos descritos en el presente informe, ha sido el siguiente:

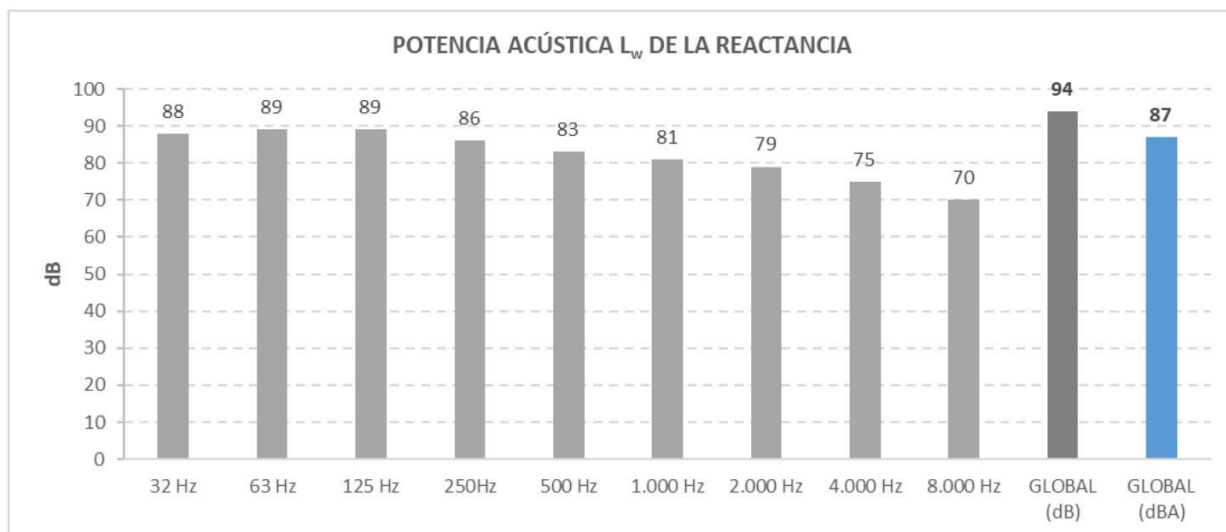
NOMBRE	CARGO	TITULACIÓN	FIRMA
Javier Castillo Cid	Director de laboratorio	Ingeniero Técnico de Telecomunicación especializado en Ingeniería Acústica	
Pablo Gómez Pérez	Director técnico	Ingeniero de Telecomunicación especializado en Ingeniería Acústica	
Óscar Outumuro Cid	Director de calidad	Ingeniero Técnico de Telecomunicación especializado en Ingeniería Acústica	

Tabla 9. Personal de SONEN responsable

7. ANEXO I. ESPECTROS DE EMISIÓN SONORA

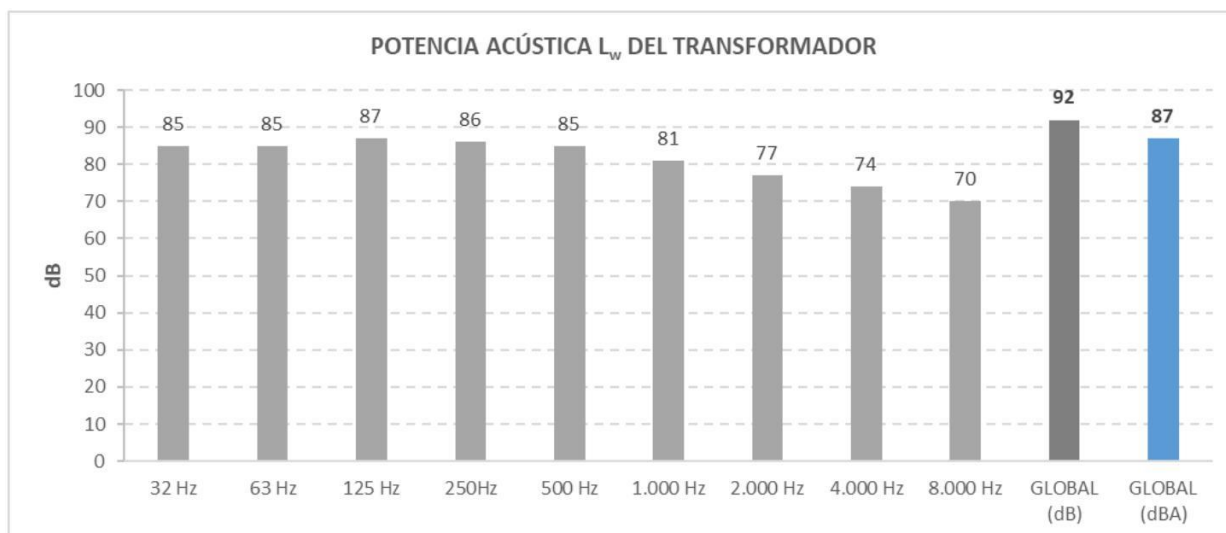
7.1. POTENCIA ACÚSTICA DE LA REACTANCIA

f (Hz)	32 Hz	63 Hz	125 Hz	250Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	GLOBAL (dB)	GLOBAL (dBA)
L_w	88	89	89	86	83	81	79	75	70	94	87



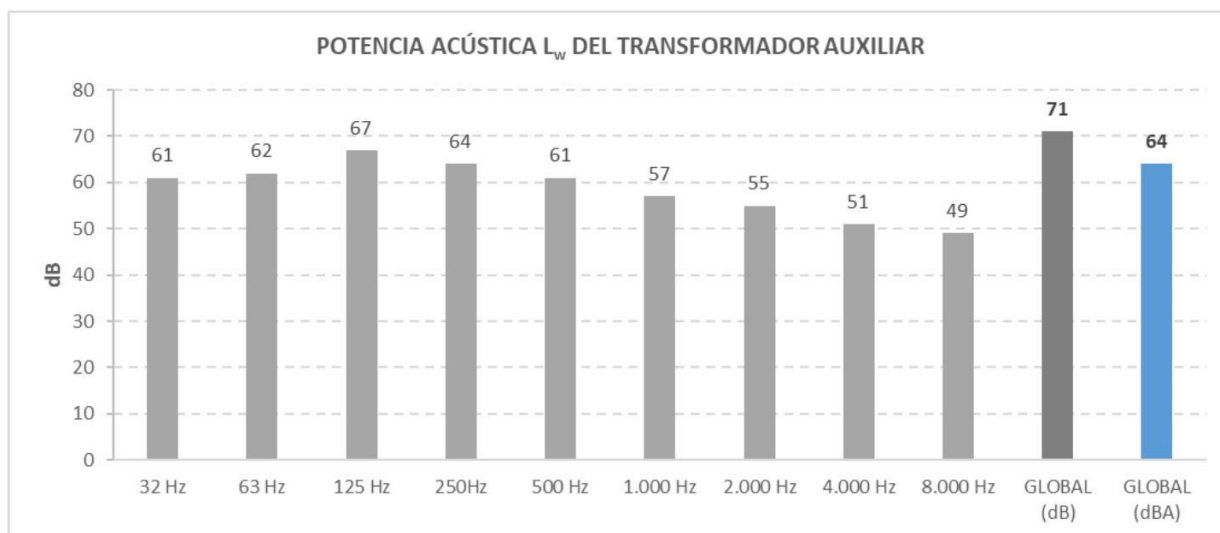
7.2. POTENCIA ACÚSTICA DEL TRANSFORMADOR

f (Hz)	32 Hz	63 Hz	125 Hz	250Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	GLOBAL (dB)	GLOBAL (dBA)
L_w	85	85	87	86	85	81	77	74	70	92	87



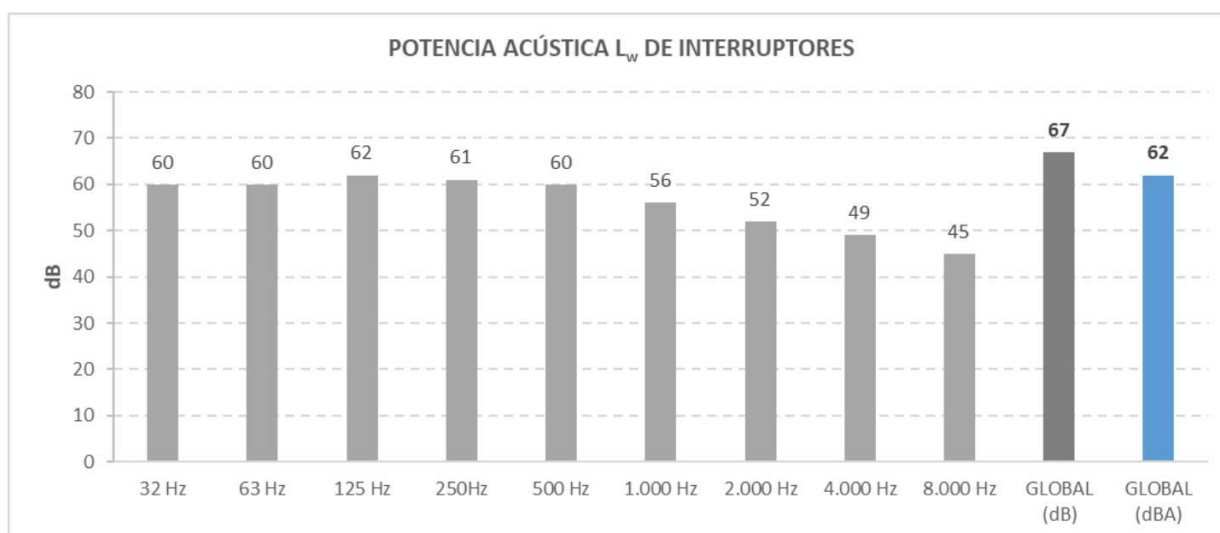
7.3. POTENCIA ACÚSTICA DEL TRANSFORMADOR AUXILIAR

f (Hz)	32 Hz	63 Hz	125 Hz	250Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	GLOBAL (dB)	GLOBAL (dBA)
L_w	61	62	67	64	61	57	55	51	49	71	64



7.4. POTENCIA ACÚSTICA DE LOS INTERRUPTORES

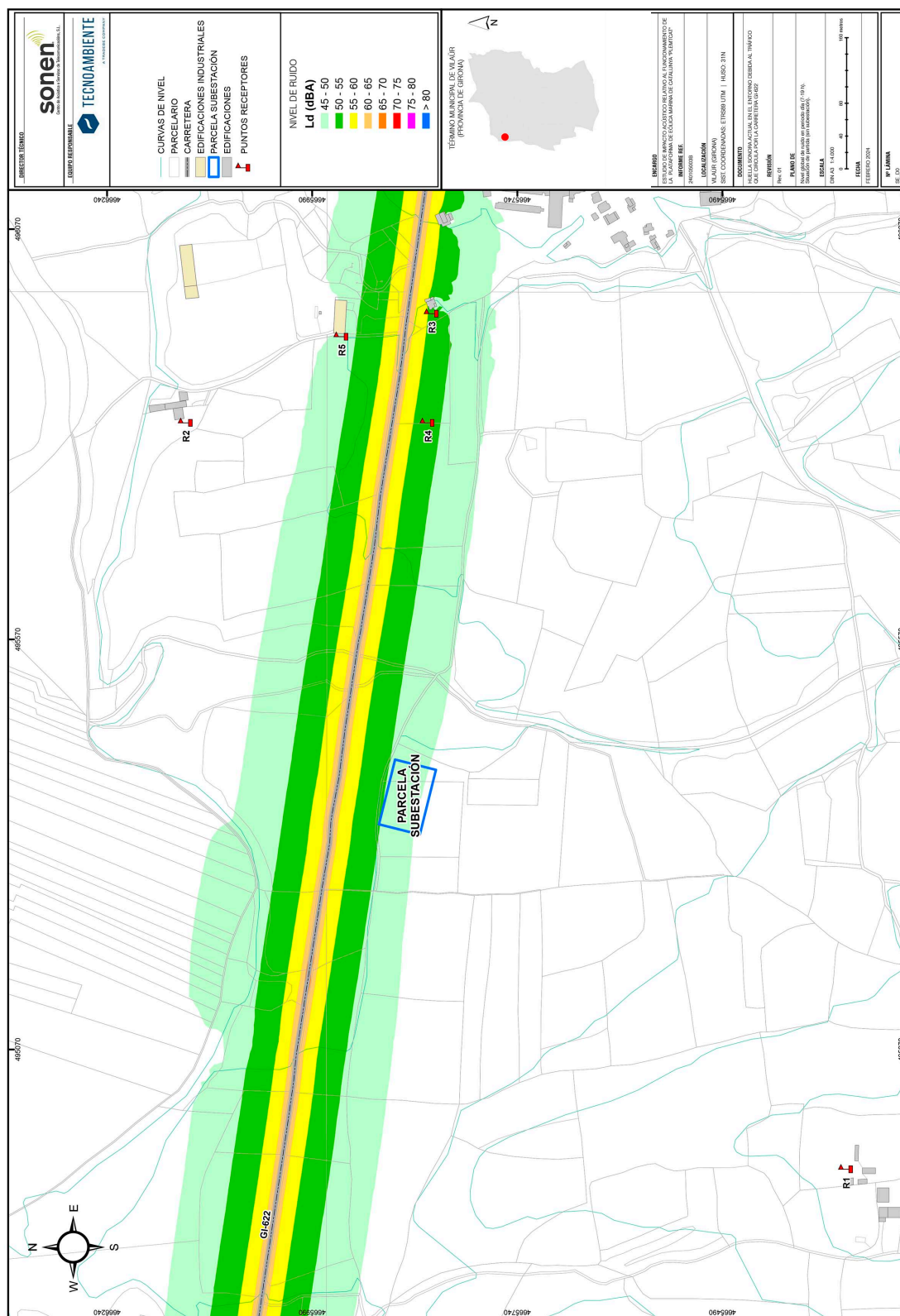
f (Hz)	32 Hz	63 Hz	125 Hz	250Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	GLOBAL (dB)	GLOBAL (dBA)
L_w	60	60	62	61	60	56	52	49	45	67	62



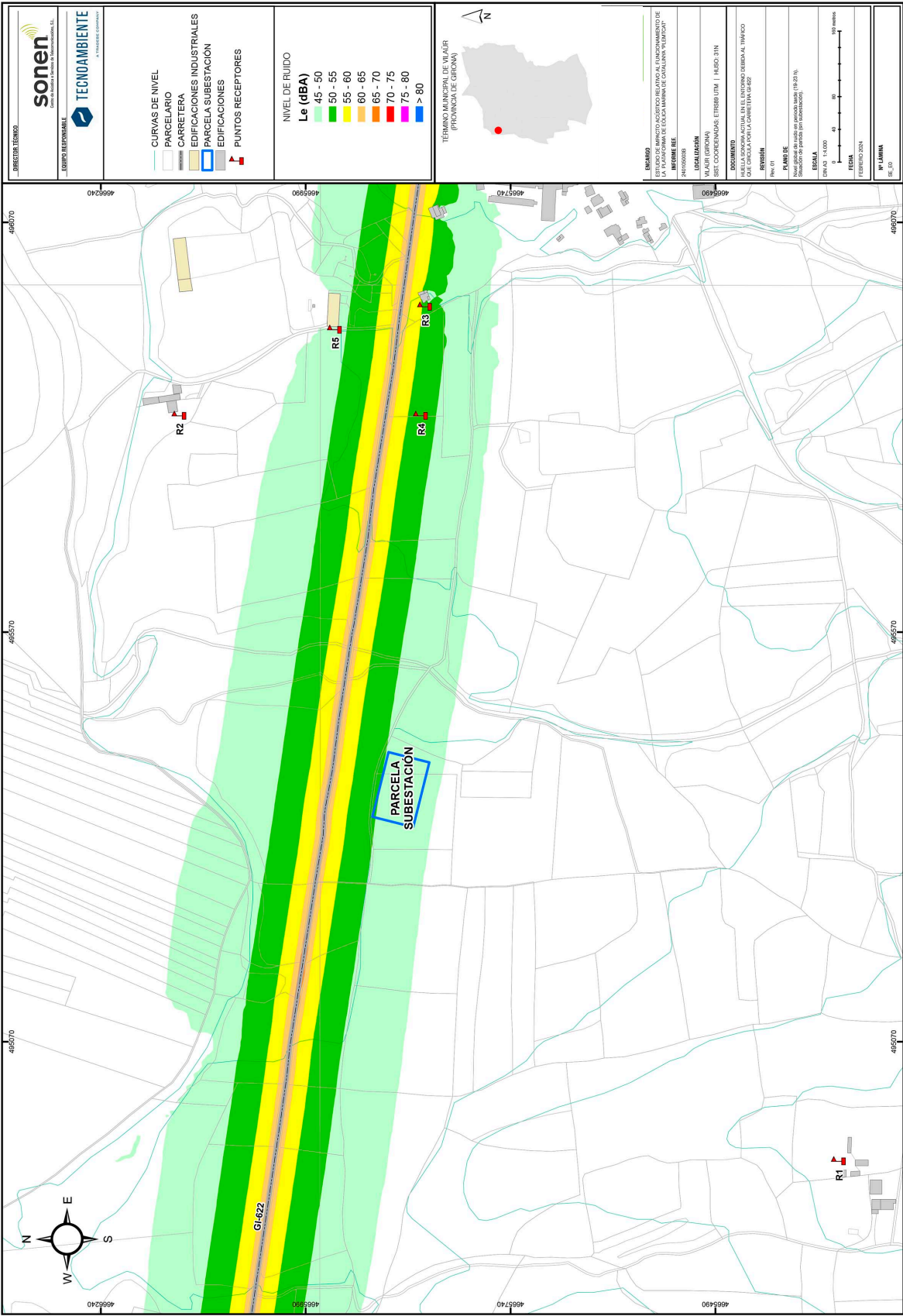
8. ANEXO II. MAPAS DE RUIDO

8.1. SITUACIÓN DE PARTIDA

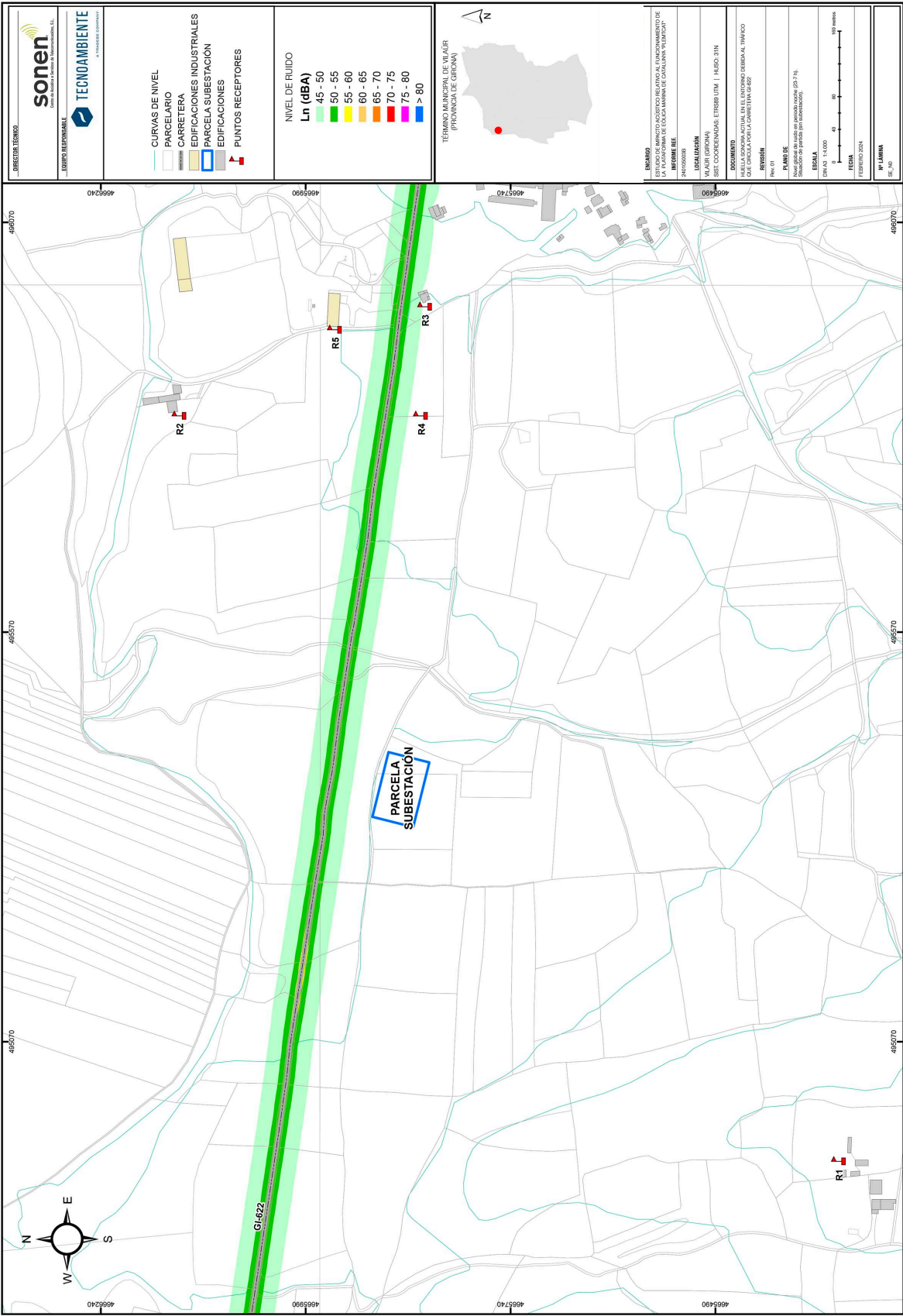
8.1.1. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO DÍA (7-19h)



8.1.2. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO TARDE (19-23h)



8.1.3. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO NOCHE (23-7h)

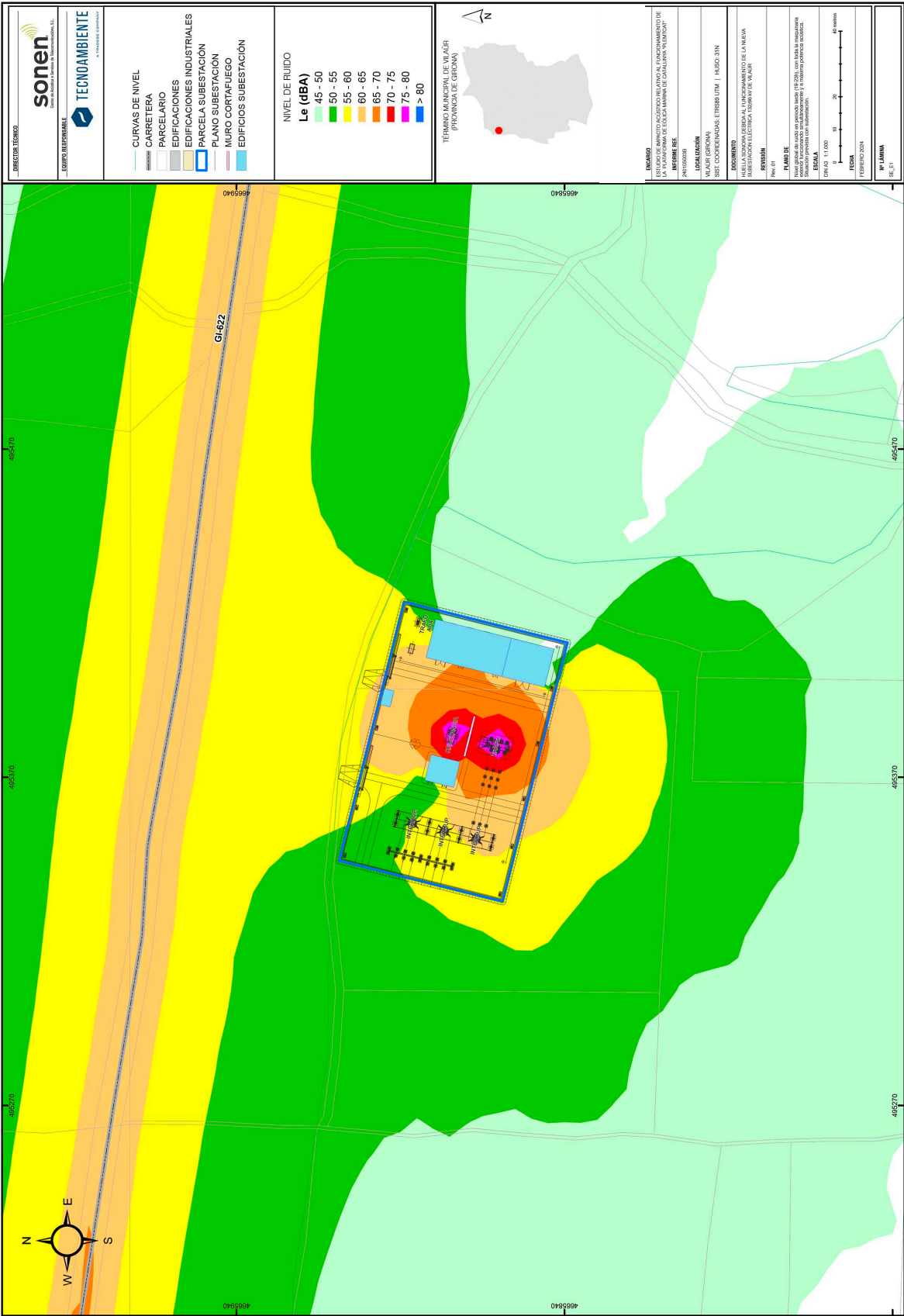


8.2. SITUACIÓN CON SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

8.2.1. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO DÍA (7-19h)



8.2.2. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO TARDE (19-23h)



8.2.3. NIVEL DE RUIDO EN PERIODO NOCHE (23-7h)