

Proyecto Constructivo de la Subestación Eléctrica de Tracción de Gernika

Anejo 17. Estudio de Impacto Acústico

TTE-IS-24001-PWS-SBS-ANX-0017



**We Make
Your Way Easier**

Preparado para:



EUSKAL TRENBIDE SAREA
Calle: San Vicente 8, Edificio Albia I.
Planta 14
CP: 48001
País: España

Preparado por:



CAF TURNKEY & ENGINEERING
Calle: Laida Bidea, Edificio 205. Zamudio
CP: 48170
País: España

Proyecto Constructivo de la Subestación Eléctrica de Tracción de Gernika

Anejo 17. Estudio de Impacto Acústico

TTE-IS-24001-PWS-SBS-ANX-0017

Índice de Contenidos

1. Objeto.....	6
1.1. Objeto del estudio	6
2. Normativa de aplicación	6
2.1. Normativa europea	6
2.2. Normativa nacional.....	6
2.3. Normativa autonómica.....	7
2.4. Otra normativa.....	7
3. Características del entorno	7
3.1. Contexto legal	10
4. Valores límite	10
5. Agentes emisores y medidas preventivas	13
5.1. En fase de construcción	13
5.1.1. Maquinaria	13
5.1.1.1. Evaluación del impacto acústico	13
5.1.2. Medidas preventivas en fase construcción	17
5.2. En fase explotación	17
5.2.1. Ventiladores	17
5.2.1.1. Atenuación del sonido y evaluación del impacto acústico.....	18
5.2.2. Transformadores.....	20
5.2.2.1. Evaluación de la emisión acústica	20
5.2.3. Medidas preventivas en fase explotación	20
6. Conclusiones	20
Anexo I. Mapa de ruido de Gernika. Año 2023.....	22
Anexo II. Mapa de ruido de líneas ferroviarias de titularidad autonómica encomendadas a ETS (Euskal Trenbide Sarea). Año 2022.....	23
Anexo III. Niveles de emisión tomados como referencia para la evaluación en fase construcción	24

Índice de Figuras

Figura 1. Detalle del mapa de ruido donde se observa la afección de la BI-635 en la entrada sur del municipio. Completo en Anexo I.	8
Figura 2. A la izquierda, red ferroviaria en segundo plano y, en primero, emplazamiento de la nueva subestación proyectada; y a la derecha, la carretera de la Bekoibarra Kalea y naves industriales.	8
Figura 3. Ubicación de la nueva subestación de tracción proyectada	9
Figura 4. Detalle del mapa de ruido de Gernika elaborado en 2023. En verde, ubicación de la nueva subestación	9
Figura 5. Zonas de servidumbre acústica (verde) en las proximidades de la nueva subestación. Mapa completo en Anexo II.....	10
Figura 6. Especificaciones acústicas de los ventiladores proyectados en la subestación de tracción de Gernika.....	18
Figura 7. Distancias a las viviendas y naves industriales más próximas	19

Índice de Tablas

Tabla 1. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.	11
Tabla 2. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, nuevas	12
Tabla 3. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a actividades, infraestructuras ferroviarias, aeroportuarias y portuarias, nuevas	12
Tabla 4. Maquinaria y duración estimada de permanencia en obra	13
Tabla 5. Evaluación acústica cualitativa de la maquinaria principal, valores de emisión y medidas preventivas y mitigadoras	14
Tabla 6. Correcciones por ruido de fondo	17
Tabla 7. Cumplimiento de los datos de presión acústica respecto de la legislación aplicable a la altura de la nave (15 m) y las viviendas (25 m) más cercanas	19
Tabla 8. Valores determinados para el transformador siguiendo la ref. A 2250 KVA y onda sinusoidal.....	20

1. Objeto

Según la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, la contaminación acústica es la *“presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente”*.

Este problema, en el caso concreto del País Vasco, está incrementado por la orografía, la distribución de los asentamientos urbanos, y el dificultoso trazado de las vías de comunicación, que hacen de este factor medioambiental uno de los más impactantes en esta Comunidad Autónoma.

El presente estudio tiene como finalidad referenciar y contrastar con la legislación aplicable los niveles de emisión esperados como consecuencia de la construcción de una nueva subestación de tracción ferroviaria, dentro del término municipal de Gernika y enmarcado en el proyecto TTE-IS-24001 PC SET GERNIKA.

Dicho proyecto comprende la construcción de una nueva subestación eléctrica de tracción, con un doble propósito; por un lado, modernizar una subestación, del año 1973, y ajustarla a las necesidades de la red viaria actual y futura; y, en segundo término, en camino de una mejor calidad y seguridad del servicio, se techará la nueva subestación construyendo un nuevo emplazamiento, ya que hoy día sigue a la intemperie.

1.1. Objeto del estudio

El presente Estudio de Impacto de Acústico, responde a lo marcado en el art. 44.2. del Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco, que recoge lo siguiente:

“En el caso de obras con una duración prevista superior a 6 meses será necesaria la elaboración de un estudio de impacto acústico para la definición de las medidas correctoras oportunas”

En concreto, y para su elaboración, se tendrán en cuenta en el presente Estudio de Impacto Acústico las dos fases críticas del proyecto en materia de impacto acústico:

- / FASE 1. CONSTRUCCIÓN.** En esta etapa, el impacto acústico será el procedente de los trabajos de obra civil proyectados para la construcción del nuevo emplazamiento de la subestación.
- / FASE 2 EXPLOTACIÓN.** En esta fase, el impacto acústico será el procedente de los equipos instalados; a saber, transformadores y ventiladores.

2. Normativa de aplicación

2.1. Normativa europea

- / Directiva 2002/49/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- / Directiva 2015/996**, de 19 de mayo, por la que se establecen métodos comunes de evaluación de ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE.

2.2. Normativa nacional

- / Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del Ruido.

- / 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.
- / Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
 - Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones.
- / Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
 - Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

2.3. Normativa autonómica

- / Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
 - Corrección de errores del Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
 - Corrección de errores del Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

2.4. Otra normativa

A continuación, se hace referencia a otra normativa, no vinculante, que contiene dentro de su contenido referencias al impacto acústico:

- / UNE-ISO 1996-1:2005. "Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación".
- / UNE-ISO 1996-2:2005. "Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de niveles de presión acústica".
- / EN 61672/IEC 1672: Electroacústica. Sonómetros.
- / EN 60651/IEC 651 (1979) Tipo 1. Sonómetros.
- / EN 60804/IEC 804 (1985) Tipo 1. Sonómetros. Integradores-promediadores.
- / ANSI S1.4-1983 Tipo S1. American National Standard Specification For Sound Level Meters.
- / EN 61260/IEC 1260 (1995) Clase 1. Electroacústica. Filtros de bandas de octava y de bandas de una fracción de octava.

3. Características del entorno

El proyecto se encuadra en terreno urbano de uso industrial, concretamente en el término municipal de Gernika, aledaño a la actual estación de tren.

Según se puede ver en el Anexo I, Gernika cuenta con un mapa de ruido reciente (año 2023) realizado por la Diputación Foral de Bizkaia con objeto de dar cumplimiento a los epígrafes art.5 e) y art.10 a) del Decreto 213/2012. Según el mapa de ruido realizado, Gernika cuenta con la afección de las siguientes carreteras:

- / BI-2224

/ BI-3213
/ BI-3215
/ BI-3224
/ BI-4215
/ BI-635

Siendo la entrada sur por la BI-635 la de mayor afección acústica, según se observa (Figura 1). Está vía es además considerada como gran eje viario, al contar con un tráfico diario superior a 16.000 vehículos.

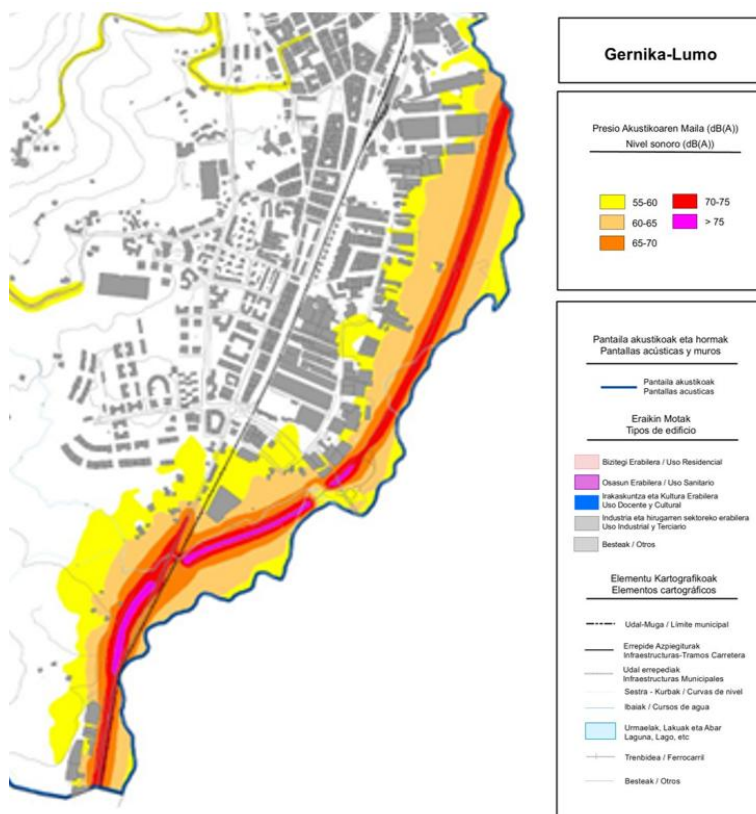


Figura 1. Detalle del mapa de ruido donde se observa la afección de la BI-635 en la entrada sur del municipio. Completo en Anexo I.

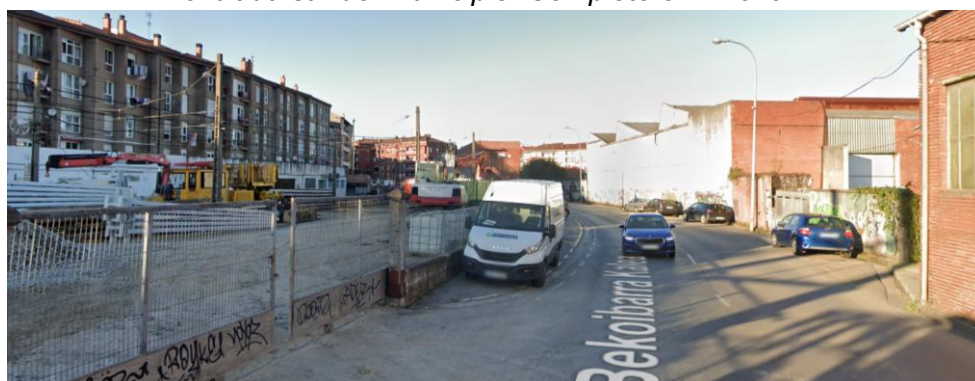


Figura 2. A la izquierda, red ferroviaria en segundo plano y, en primero, emplazamiento de la nueva subestación proyectada; y a la derecha, la carretera de la Bekoibarra Kalea y naves industriales.

Si nos vamos ya dentro del municipio, en la zona de afección del proyecto, la situación es algo distinta. La parcela se sitúa entre la red ferroviaria, a un lado; y una carretera de

doble sentido, la correspondiente a la calle Bekoibarra Kalea, al otro (Figura 2). Junto a la carretera, encontramos naves de tipo industrial (Figura 3).



Figura 3. Ubicación de la nueva subestación de tracción proyectada

Si nos vamos al detalle que ofrece el Mapa de Ruido de Gernika (Figura 4), podremos ver que la ubicación donde se proyecta la nueva subestación corresponde a un tipo de suelo de uso industrial.

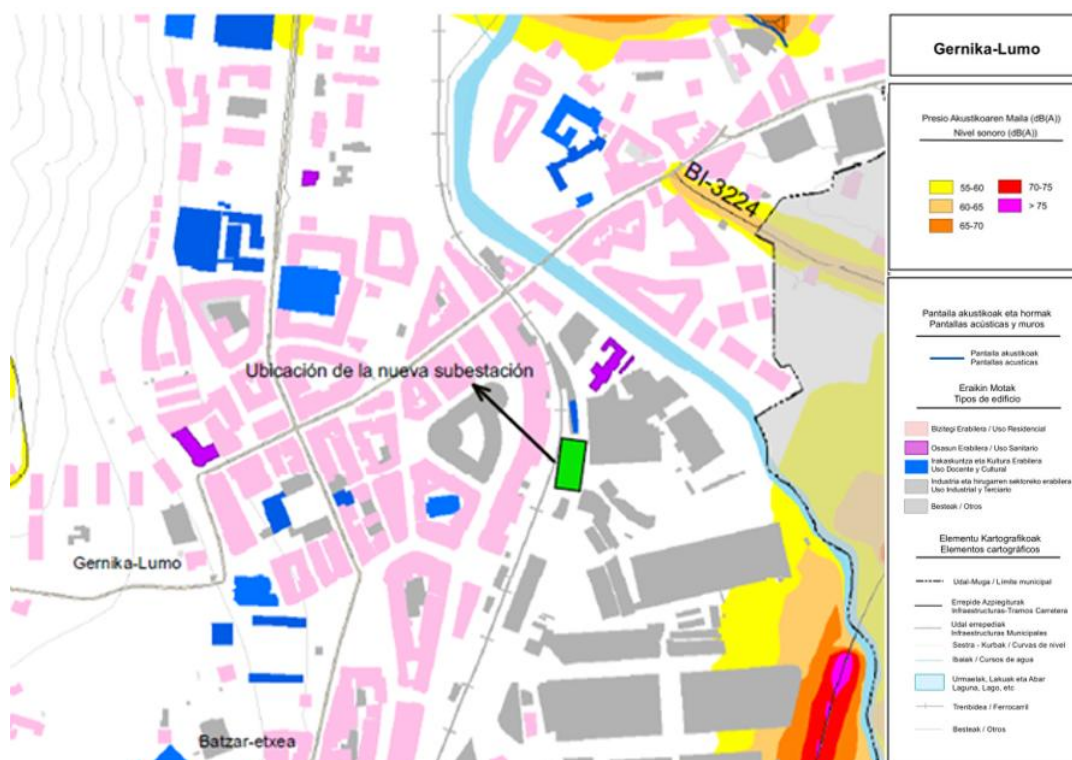


Figura 4. Detalle del mapa de ruido de Gernika elaborado en 2023. En verde, ubicación de la nueva subestación

3.1. Contexto legal

Según se ha comentado antes, resulta importante añadir que la nueva subestación se encuentra encuadrada dentro de la servidumbre acústica ferroviaria (Figura 5), la cual, según el Real Decreto 1367/2007 (art.7), se define como sigue:

“se consideran servidumbres acústicas las destinadas a conseguir la compatibilidad del funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, aéreo y portuario, con los usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones implantadas, o que puedan implantarse, en la zona de afección por el ruido originado en dichas infraestructuras”

Y según el Decreto 213/2012, se define de la siguiente manera:

“franja del territorio vinculada a una infraestructura del transporte de competencia autonómica o foral que representa el potencial máximo de su impacto acústico y que está destinada a favorecer la compatibilidad del funcionamiento de las infraestructuras con los usos del suelo”.

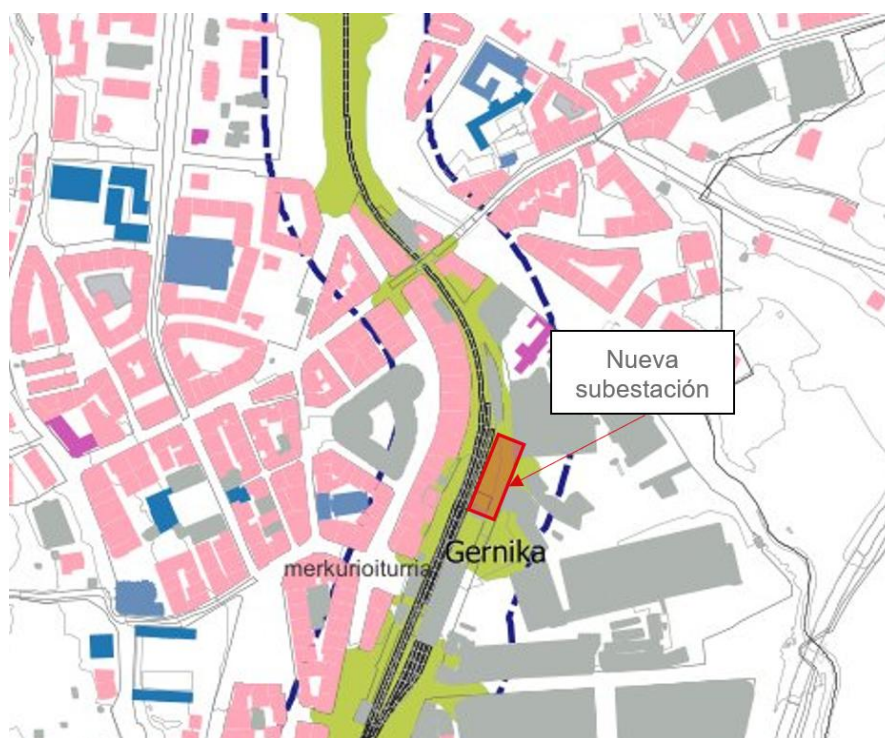


Figura 5. Zonas de servidumbre acústica (verde) en las proximidades de la nueva subestación. Mapa completo en Anexo II.

Esto se hace necesario para posibilitar la coexistencia de la red ferroviaria con determinados núcleos urbanos donde la afección, por proximidad, se hace evidente y difícilmente subsanable.

Así, y según el art 7.3. del Real Decreto 1367/2007; *“en los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas las inmisiones podrán superar los objetivos de calidad acústica aplicables a las correspondientes áreas acústicas”.*

4. Valores límite

Según el art. 31.1 del ya citado Decreto 213/2012, los valores objetivo en el espacio exterior para áreas urbanizadas serán los detallados en la siguiente tabla (Tabla 1).

Hay que tener en cuenta lo siguiente:

- / L_n: periodo noche (23:00-07:00 h)
- / L_d: periodo día (07:00-19:00 h)
- / L_e: periodo tarde (19:00-23:00 h)

Asimismo, la nueva subestación responderá de acuerdo al art. 52.3. Procedimiento de verificación del cumplimiento de los valores límite, de la siguiente manera:

- a) Para infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias nuevas:
 - 1) Ningún valor promedio del año superará los valores fijados en la tabla D del anexo I del Decreto (Tabla 2).
 - 2) Ningún valor diario del año superará en 3 dBA los valores fijados en la tabla D del anexo I del Decreto 213/2012 (Tabla 2).

El 97% de todos los valores diarios no superarán los valores de la tabla E del anexo I del Decreto 213/2012 (

Tabla 3).

Tabla 1. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido (dB)		
		L _d	L _e	L _n
E	Ámbitos/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	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
D	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	70	70	65
C	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	73	73	63
B	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
F	Ámbitos/Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructura de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen	(1)	(1)	(1)

Nota: (1) serán en su límite de área los correspondientes a la tipología de zonificación del área con la que colinden

Los objetivos de calidad acústica aplicables en el exterior están referenciados a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo y a todas las alturas de la edificación en el exterior de las fachadas con ventana

Tabla 2. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias, nuevas

Tipo de área acústica		Índices de ruido (dB)		
		L _d	L _e	L _n
E	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	45
A	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
D	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	65	65	55
C	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	68	68	58
B	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

Tabla 3. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a actividades, infraestructuras ferroviarias, aeroportuarias y portuarias, nuevas

Tipo de área acústica		Índice de ruido (dB)
		L _{Amaxd}
E	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	80
A	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	85
D	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	88
C	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	90
B	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	90

Nota: Los valores límite en el exterior están referenciados a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo y a todas las alturas de la edificación en el exterior de las fachadas con ventana

5. Agentes emisores y medidas preventivas

5.1. En fase de construcción

En esta etapa, como se ha comentado, el principal agente emisor será la maquinaria pesada que intervendrá en la obra.

5.1.1. Maquinaria

La maquinaria principal, así como su permanencia en obra, pueden verse en la Tabla 4:

Tabla 4. Maquinaria y duración estimada de permanencia en obra

Tipo de maquinaria	Función	Duración estimada
Excavadora o retroexcavadora	Excavaciones de zanja y apoyos en trabajos varios	A lo largo de toda la obra
Excavadora/ minicargador con martillo neumático	Demoliciones y excavaciones	2 semanas
Rodillo vibratorio	Compactación del terreno	2 semanas
Bañeras con árido	Carga y descarga de áridos	2 meses
Camiones de descarga de materiales	Carga, transporte y descarga de material	A lo largo de toda la obra
Camión hormigonera	Transporte y conformado del hormigón	A lo largo de toda la obra
Extendedora de asfalto y rodillos compactadores	Extensión del asfalto y compactación del mismo	2 semanas

5.1.1.1. Evaluación del impacto acústico

En la Tabla 5 se puede ver una evaluación semicualitativa de la maquinaria principal que será utilizada en obra. Se ha optado por una categorización por colores y una columna extra dedicada a aclaraciones y medidas mitigadoras con respecto de su uso.

Verde	Bajo impacto acústico / Uso muy puntual
Naranja	Tareas de duración media con impacto acústico que puede llegar a ser molesto
Rojo	Duración prolongada, y tareas críticas en materia acústica

Complementariamente, se ha recurrido a datos bibliográficos¹ para poder tener una aproximación a la emisión de estos equipos y máquinas.

Tabla 5. Evaluación acústica cualitativa de la maquinaria principal, valores de emisión y medidas preventivas y mitigadoras

N.º.	Maquinaria	dBA (a 15 m)	dBA (a 25 m)	Comentarios
1	Compresor de aire	81	77	Durante la ejecución su uso muy puntual, no es un equipamiento crítico.
2	Retroexcavadora	80	76	Durante la ejecución, su uso será continuado. Tendrá un claro impacto. Se procurará la no coincidencia con maquinaria de compactación o que este uso simultaneo sea lo más puntual posible (ítems 4, 6 y 10). Será necesario que coincida con tareas de demolición (uso de martillo, por lo que se limitarán otras actividades simultáneas).
3	Herramienta neumática	85	81	Durante la ejecución su uso será puntual. Se intentará ejecutar esta tardea de forma no simultánea a la de demolición de muros (ítem 18).
4	Vibropisón	83	79	Se usará para la compactación de terreno durante la ejecución. Uso estimado de 2 semanas durante la fase pavimentación. Se intentará que no coincida con demolición y excavación (ítems 2 y 18).
5	Bombas	76	72	Durante la ejecución su uso muy puntual, no es un equipamiento crítico.
6	Compactador (placa)	82	78	Se usará para la compactación de terreno. Uso estimado de 2 semanas durante la fase pavimentación. Se intentará que no coincida con demolición y excavación (ítems 2 y 18).
7	Sierra circular o de carril	90	86	Uso puntual para el corte de elementos constructivos, ferrallas, etc.
8	Mixer	85	81	Uso durante las tareas de hormigonado (por periodos de obra, en total, 1 mes). Se intentará que no coincida con tareas de compactación. Su uso puede ser simultaneo a ítem 9 de forma puntual.
9	Bombeo de hormigón	82	78	Se usará junto al camión mixer durante las labores de hormigonado (en casos puntuales, 1

¹ Documentación de referencia. Manual "Transit Noise and Vibration Impact Assessment", Sr. Harris Miller & Hanson Inc Chapter 7: Noise and Vibration During Construction, Table 7-1.

				semana). Cuando se produzca la simultaneidad de los ítems 8 y 9, se intentará que no coincida con otros trabajos de obra.
10	Rodillo	74	70	Uso durante 1 mes, para la compactación del terreno de implantación del edificio; y 1 semana en la fase final, para la ejecución de vialidades. Se evitará su uso junto con equipos destinados a tareas de demolición (ítem 18) y hormigonado (ítems 8 y 9).
11	Vibrador de hormigón	76	72	Uso de forma puntual durante las tareas de hormigonado (minutos después de verter hormigón) no crítico.
12	Sierra	76	72	Durante la ejecución su uso muy puntual, no es un equipamiento crítico.
13	Grúa móvil	85	81	Uso durante 2 meses para el montaje de los elementos prefabricados. Se intentará que no coincida con tareas de compactación (ítems 4, 6 y 10) ni pavimentación (ítem 21).
14	Generador	81	77	En caso de no existir tomas de corriente disponibles durante la ejecución, se precisará de un grupo generador. Se colocará en la parte más alejada a las viviendas de la parcela, debido a que su uso deberá ser continuado durante la obra.
15	Grader (motoniveladora)	85	81	Uso durante 1 mes para el movimiento de tierras, se evitará su uso conjunto con excavadoras y maquinaria de demolición. (ítems 3 y 18).
16	Cortadora	84	80	Durante la ejecución su uso muy puntual, no es un equipamiento crítico.
17	Taladro percutor	85	81	Durante la ejecución su uso muy puntual, no es un equipamiento crítico.
18	Minicargador con martillo	80	76	Se prevé su uso en tareas de demolición en un periodo de 3 semanas. Se intentará que su uso no coincida con tareas simultáneas de compactación (ítems 7,9 y 14). Será necesario que coincida con tareas de excavación (uso de retroexcavadora o pala cargadora, ítem 19), por lo que se limitarán otras actividades simultáneas.
19	Pala cargadora	85	81	Uso para carga de áridos, se prevé un uso como apoyo a la retroexcavadora, durante 1 mes. Se procurará la no coincidencia con maquinaria de compactación, o que este uso simultáneo sea lo más puntual posible (ítems 7,9 y 14). Será

				necesario que coincida con tareas de demolición (ítem 18), por lo que se limitarán otras actividades simultáneas.
20	Camión	88	84	Uso continuado durante la ejecución de la obra, tendrá un claro impacto puesto que se usa a diario. Se procurará la no coincidencia con maquinaria de compactación, o que este uso simultaneo sea lo más puntual posible (ítems 7,9, 14)
21	Pavimentadora	89	85	Uso para la fase final de urbanización. 3 días. Se intentará no hacerlo coincidir con el uso de excavadoras o grúas.

Se ha optado por una metodología semicualitativa ante la dificultad de realizar una evaluación precisa del nivel ruido total emitido. Esto es debido a la gran cantidad de factores que entran en juego (simultaneidad de máquinas, ruido de fondo, factores atmosféricos, materiales, etc.).

No obstante, y considerando los datos facilitados por el Manual “*Transit Noise and Vibration Impact Assessment*”, Sr. Harris Miller & Hanson Inc Chapter 7: *Noise and Vibration During Construction*, Table 7-1 (ver Anexo III. Niveles de emisión tomados como referencia para la evaluación en fase construcción), podemos dar una estimación aproximada de la emisión de la maquinaria interviniente en obra. Los cálculos de presión acústica que facilita el manual están referidos a una distancia alrededor de 15 m (50 ft), por lo que podemos aproximar que éstos serán los valores que llegarán a las naves próximas a la subestación. Para validar correctamente este análisis, se ha incorporado una columna más a la tabla de origen, con los valores obtenidos del cálculo del nivel de ruido que llegaría a las viviendas al otro lado de la vía, situadas a una distancia aproximada de 25 m. Para ello se ha usado la fórmula que utiliza el Manual, y que figura a continuación:

$$LL_{eq}(equip) en dB(A) = EL + 10 \cdot \log(UF) - 20 \cdot \log\left(\frac{D}{50}\right) - 10G \cdot \log\left(\frac{D}{50}\right)$$

donde:

EL= es el nivel de emisión de ruido del equipo en particular, a la distancia de referencia de 50 pies (15,24 m)

G= es una constante que considera la topografía y efectos de tierra (Se obtiene de la Tabla 4-26 in Sección 4.5, del Manual)

D= es la distancia del receptor al equipo (en nuestro caso , 25 m)

UF= Factor del uso (en horas) que considera el fragmento de tiempo que el equipo ha estado en uso para un periodo de tiempo especificado. Ya que la mayoría de los equipos para la construcción trabajan continuamente por un período de una hora o más de funcionamiento se asume como base $U.F. = 1$ y $10 \log (U.F) = 0$

Tabla 6. Correcciones por ruido de fondo

Diferencia aritmética entre el nivel de presión sonora obtenido de la emisión de la fuente fija y el nivel de presión sonora del ruido de fondo.	Corrección
10 o más dB(A)	0 dB(A)
De 6 a 9 dB(A)	-1 dB(A)
De 4 a 5 dB(A)	-2 dB(A)
3 dB(A)	-3 dB(A)
Menos de 3 dB(A)	Medición nula

Como vemos, en ambos casos, los valores de emisión acústica al utilizar la maquinaria en obra superan los niveles de ruido exigidos por legislación (Tabla 1 y Tabla 2), con la salvedad de los valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias, aeroportuarias y portuarias nuevas (Tabla 3), fijados en 90 dB, los cuáles no se alcanzan en los supuestos analizados.

Por todo ello, en la propia tabla se han ido proponiendo varias medidas preventivas, las cuáles se agrupan también en el siguiente apartado.

5.1.2. Medidas preventivas en fase construcción

Se seguirán, en fase construcción, las siguientes medidas preventivas:

- / Se evitarán la simultaneidad innecesaria de máquinas con elevado impacto acústico, tal y como se ha reflejado en la Tabla 5 (columna "Comentarios").
- / Se ajustará el tramo horario de manejo de maquinaria pesada a los periodos de día y tarde, es decir, entre las 07:00 y las 23:00 h, cesando la total actividad en el tramo horario de noche (de 23:00 a 07:00 h).
- / La maquinaria se mantendrá en perfecto estado de mantenimiento, a fin de minimizar ruidos derivados de una mala ejecución de éste.
- / Se respetarán las velocidades máximas marcadas en obra para la maquinaria pesada.
- / Se señalará correctamente el riesgo acústico, y se restringirá la entrada de personal externo a la obra.
- / Se tomarán las precauciones necesarias para minimizar el ruido provocado durante las descargas de materiales (reducción de la altura de caída, procedimentar sucesivas descargas de menor volumen, etc.).
- / De cara a los trabajadores presentes en la obra, deberán portar los EPI's necesarios para su protección acústica (cascos u orejeras).

5.2. En fase explotación

Una vez proyectada y construida la nueva subestación, el principal impacto acústico será el procedente de los equipos instalados y, entre ellos, los transformadores y ventiladores de la subestación.

5.2.1. Ventiladores

Los niveles de potencia y presión sonora que ofrecen estos equipos se pueden consultar a continuación (Figura 6).

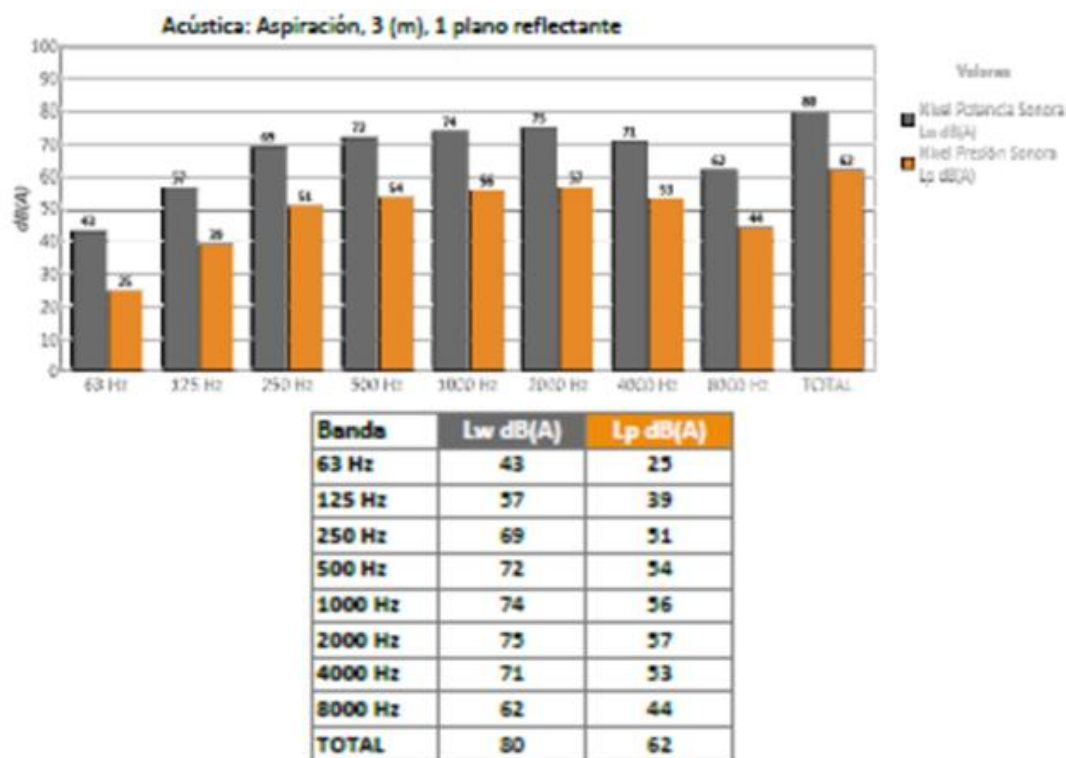


Figura 6. Especificaciones acústicas de los ventiladores proyectados en la subestación de tracción de Gernika

Estos equipos van a quedar instalados en la fachada de la nueva subestación, orientados hacia la Bekaibarra Kalea y las naves de uso industrial antes comentadas (Figura 5).

5.2.1.1. Atenuación del sonido y evaluación del impacto acústico

En el caso concreto de los ventiladores, al quedar en el exterior de la fachada, podemos realizar una estimación aproximada de la atenuación que sufrirá el sonido y su afección sobre el terreno circundante, siendo las naves industriales próximas las más cercanas a la explotación. Éstas se encuentran a una distancia de 15 m aproximadamente

En este momento, es importante discriminar entre los conceptos de potencia acústica (L_W) y presión acústica (L_P) dados por el fabricante (Figura 6):

- **Potencia acústica:** Es el dato de emisión acústica, en dBA, que emite un equipo. Es independiente del entorno o la distancia. Viene dado de serie por el fabricante
- **Presión acústica:** También medido en dBA, es el dato de presión de la onda acústica, es decir, el equivalente al valor anterior pero en un punto concreto, teniendo en cuenta la distancia y otros factores (por ej. el montaje del equipo sobre un plano reflectante, como es el caso de los ventiladores a instalar).

La relación entre ambas magnitudes viene dada por la fórmula siguiente:

$$L_P = L_W - 20 \cdot \log(r) - 8$$

L_P = nivel de presión sonora (en dBA)

L_W = nivel de potencia sonora (en dBA)

r = distancia a la fuente

Si bien los datos de presión sonora dados por el fabricante ya se encuentran dentro de los límites (valor máximo de 57 dB para la frecuencia de 2000 Hz), podemos estimar la presión sonora en la nave más cercana (a 15 m) y en las viviendas más cercanas (25 m) con el fin de compararlos con los valores límites (Figura 7).



Figura 7. Distancias a las viviendas y naves industriales más próximas

Los resultados se expresan en la siguiente tabla (Tabla 7). Se han tomado los valores de potencia más elevados, es decir, los de las frecuencias 500, 1000, 2000 y 4000 Hz.

Tabla 7. Cumplimiento de los datos de presión acústica respecto de la legislación aplicable a la altura de la nave (15 m) y las viviendas (25 m) más cercanas

Uso del suelo	Frec. (Hz)	Potencia sonora (L_w)	d (m)	Presión acústica (L_p)	Valor límite			
					Tabla I	Tabla II	Tabla III	¿Cumple?
Uso industrial (naves)	500	72	15	45	75	70	90	SÍ
	1000	74	15	47				SÍ
	2000	75	15	48				SÍ
	4000	71	15	44				SÍ
Viviendas (uso residencial)	500	72	25	41	65	60	85	SÍ
	1000	74	25	43				SÍ
	2000	75	25	44				SÍ
	4000	71	25	40				SÍ

Nota: Se ha tenido en cuenta a la hora del cálculo que se ha proyectado instalar 3 ventiladores, calculando por tanto la presión acústica resultante según la fórmula:

$$L_T = 10 \cdot \log \left[10^{\frac{L_{P1}}{10}} + 10^{\frac{L_{P2}}{10}} + 10^{\frac{L_{P3}}{10}} \right]$$

Tal y como podemos ver, los valores se encuentran alejados de los límites normativos, por lo que el impacto acústico de los ventiladores durante la fase explotación se considera **CONTROLADO**.

5.2.2. Transformadores

Los transformadores proyectados, según sus especificaciones, tienen una potencia acústica L_{wa} a 1 m de 81 dB (Tabla 8).

Tabla 8. Valores determinados para el transformador siguiendo la ref. A 2250 KVA y onda sinusoidal

Norma		IEC 60076-11, EN 50329
Impedancia AT → BT1+BT2	[%]	9 (+/- 10% Tol.)
Pérdidas en vacío	[W]	6500 (+15% Tol.)
Pérdidas en carga (a 120 °C)	[W]	15000 (+15% Tol.)
Potencia acústica (L_{wa}) a 1 metro	[dB]	81

5.2.2.1. Evaluación de la emisión acústica

La evaluación del riesgo acústico de estos equipos se considera controlada al quedar dentro del nuevo edificio proyectado de la subestación. No obstante, se han realizado los cálculos homólogos a los del apartado anterior para los ventiladores (es decir, sin tener en cuenta las paredes del edificio), quedando en todo caso y para los supuestos de estudio planteados (naves y viviendas cercanas) dentro de los rangos que marca la normativa.

5.2.3. Medidas preventivas en fase explotación

El cumplimiento normativo contempla la aplicación de las medidas preventivas que se mencionan a continuación:

- / Correcto mantenimiento de los equipos.
- / Dentro de la instalación, se señalará el riesgo acústico y la necesidad de protección personal (cascos u orejeras) por la presencia de los transformadores como emisores principales.

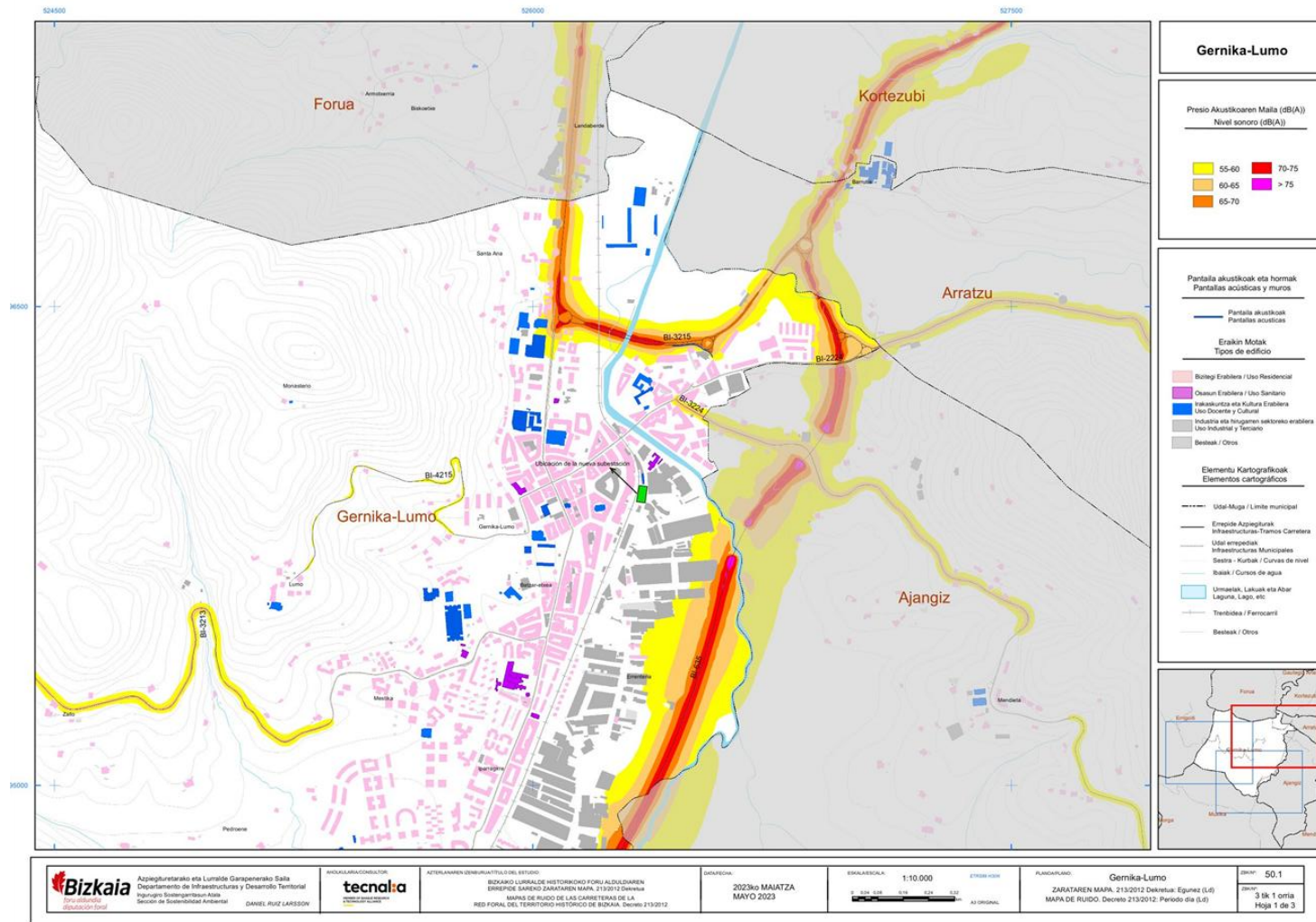
6. Conclusiones

A continuación, se establecen las siguientes conclusiones del análisis llevado a cabo:

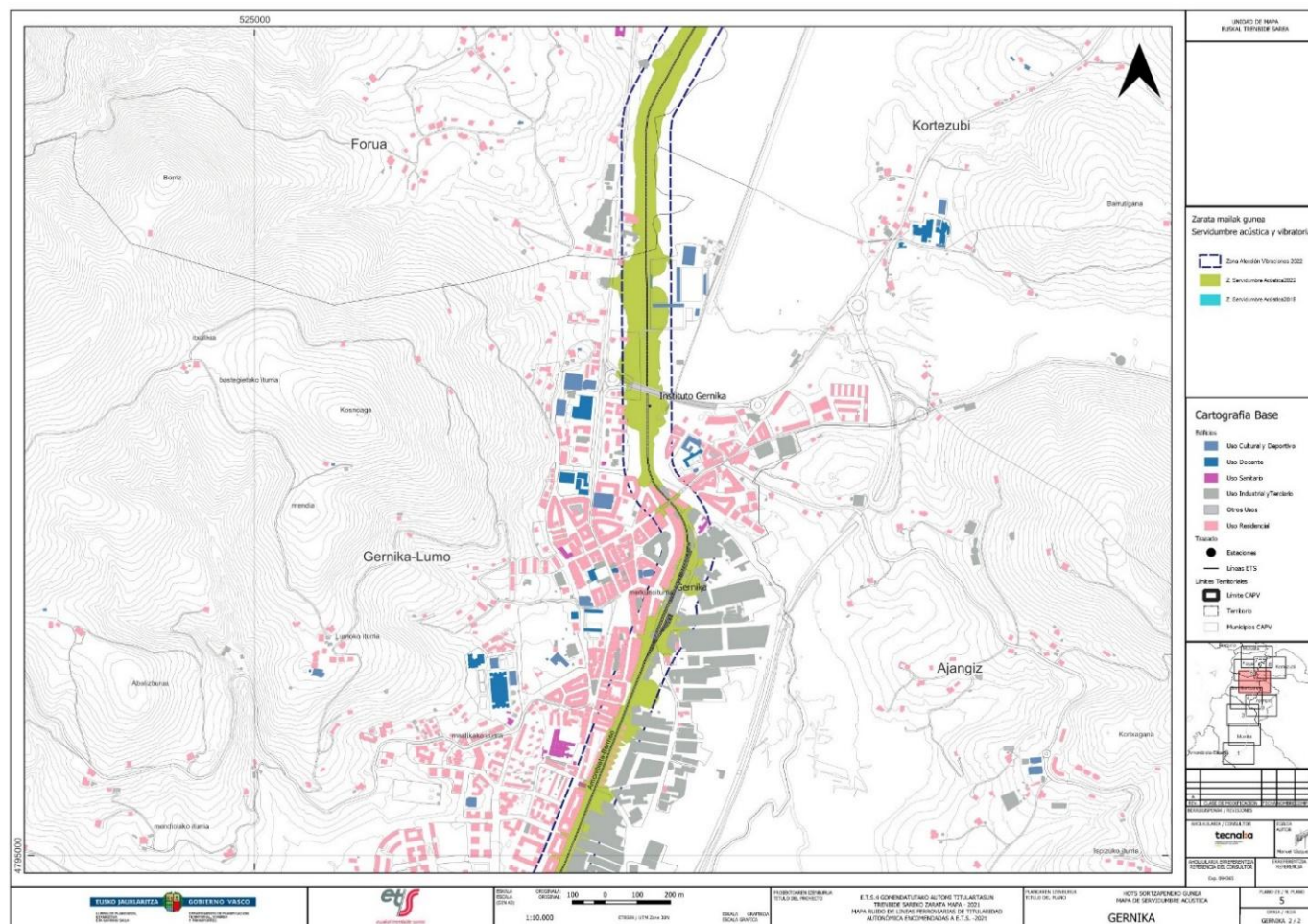
- / El proyecto se enmarca dentro de la zona de servidumbre acústica de ETS, con la importancia que esto supone, pudiendo ser superados los objetivos de calidad acústica en los valores de inmisión (art. 7.3. RD 1367/2007).
- / Los objetivos de calidad acústica establecidos en la tabla A marcan límites en términos promedios, de tal manera que la superación puntual de los valores no imposibilita la opción de cumplir con lo estipulado en los tramos horarios establecidos, siempre en consonancia de los valores máximos permitidos.

- / Sin menoscabo de lo anterior, en el ejercicio de la obra y en la explotación posterior, se llevarán a cabo las medidas preventivas adecuadas con el objetivo de minimizar el impacto acústico en la medida de lo posible, tales como evitar la simultaneidad de máquinas, el riguroso respeto del horario en obra, llevar a cabo un correcto mantenimiento de los equipos o reducir al mínimo el tiempo de manejo de la maquinaria pesada, principal foco emisor proyectado en un inicio.
- / El impacto acústico de mayor afección, que será llevado a cabo durante las labores de demolición y excavación, se prolongará por un periodo de tiempo reducido (2 semanas) y se llevarán a cabo las medidas oportunas para reducir las molestias ocasionadas en la medida de lo posible.
- / El impacto acústico durante la fase de explotación se considera controlado ya que: por un lado, los transformadores quedarán dentro del nuevo emplazamiento y se tomarán medidas a final de obra para verificar cumplimiento; y por otro, los ventiladores, de los cuáles se ha evaluado su afección, obteniendo valores por debajo de los límites normativos.
- / Si el contratista adjudicatario realiza cambios de diseño, o bien en modificaciones de arquitectura, acabados o bien en sustitución de ventiladores o transformadores proyectados, deberá de hacer de nuevo los cálculos correspondientes a potencia acústica o bien el estudio de impacto acústico y la correspondiente confirmación de que los valores de presión acústica cumplen los valores normativos indicados en el presente documento.
- / El contratista adjudicatario procederá a realizar mediciones de presión acústica, en caso de ser requeridas durante la fase de construcción, y, además, una vez puesta en funcionamiento la subestación, en su fase de explotación.
- / Se contempla en el alcance del proyecto, la instalación de paneles aislantes en las rejillas de ventilación, respetando la extracción de aire de los ventiladores, como medida preventiva si se deseara reducir aún más el ruido emitido por los transformadores.

Anexo I. Mapa de ruido de Gernika. Año 2023



Anexo II. Mapa de ruido de líneas ferroviarias de titularidad autonómica encomendadas a ETS (Euskal Trenbide Sarea). Año 2022



Anexo III. Niveles de emisión tomados como referencia para la evaluación en fase construcción

Equipment	Typical Noise Level 50 ft from Source, dBA
Air Compressor	80
Backhoe	80
Ballast Equalizer	82
Ballast Tamper	83
Compactor	82
Concrete Mixer	85
Concrete Pump	82
Concrete Vibrator	76
Crane, Derrick	88
Crane, Mobile	83
Dozer	85
Generator	82
Grader	85
Impact Wrench	85
Jack Hammer	88
Loader	80
Paver	85
Pile-driver (Impact)	101
Pile-driver (Sonic)	95
Pneumatic Tool	85
Pump	77
Rail Saw	90
Rock Drill	95
Roller	85
Saw	76
Scarifier	83
Scraper	85
Shovel	82
Spike Driver	77
Tie Cutter	84
Tie Handler	80
Tie Inserter	85
Truck	84

Fuente: U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration (FTA), “*Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual*”, FTA Report No. 0123, 2018.