

ANEXO IV: ESTUDIO DE RUIDO AMBIENTAL

**2ª MODIFICACION DEL PLAN PARCIAL DEL SECTOR
SUNPI-I “LOS ALMENDROS**

Junio 2019

Torrejón de Ardoz (MADRID)

Promotor
JUNTA DE COMPENSACIÓN
DEL SUNPI-1 “LOS ALMENDROS”

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CARACTERIZACIÓN SONORA DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN.....	4
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
3. CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO.....	10
4. PREDICCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO.	18
4.1. ESCENARIO PREOPERACIONAL.	18
4.2. MODELADO DEL ESCENARIO POSTOPERACIONAL.....	21
5. VALORACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO.....	32

1. INTRODUCCIÓN

El importante incremento del nivel económico experimentado por los países desarrollados en las últimas décadas, con un creciente aumento de la actividad industrial y de la implantación generalizada del sector servicios, ha contribuido a elevar el grado de bienestar social y a disminuir la calidad ambiental, en particular al aumento de la contaminación acústica.

Además, dentro de este proceso hay que señalar que las nuevas infraestructuras próximas a los desarrollos urbanísticos han contribuido al problema de la contaminación acústica creando nuevas fuentes de ruido, el cual puede ocasionar graves molestias y efectos nocivos sobre la salud, el comportamiento humano y las actividades de las personas.

Desde los inicios de la evaluación ambiental el Estado ha contribuido a la protección del medio ambiente sonoro exigiendo estudios ambientales donde se evaluará y corrigiera la descarga de energía sonora que pudiera poner en peligro la salud humana y los recursos naturales, supusiera un deterioro de las condiciones ambientales o afectará al equilibrio ecológico general.

Dentro de este contexto la Unión Europea insiste en la necesidad de medidas e iniciativas específicas para la reducción del ruido ambiental a través de la Directiva 2002/49/CE, de 25 de junio de 2002, sobre «Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental». Esta Directiva fue transpuesta a la legislación nacional mediante la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. Desarrollada en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

En este marco de prevención el presente estudio pretende dar satisfacción a las consideraciones ambientales en materia de ruido ambiental en relación con la «2ª Modificación del Sector SUNP I-1 “Los Almendros” de Torrejón de Ardoz».

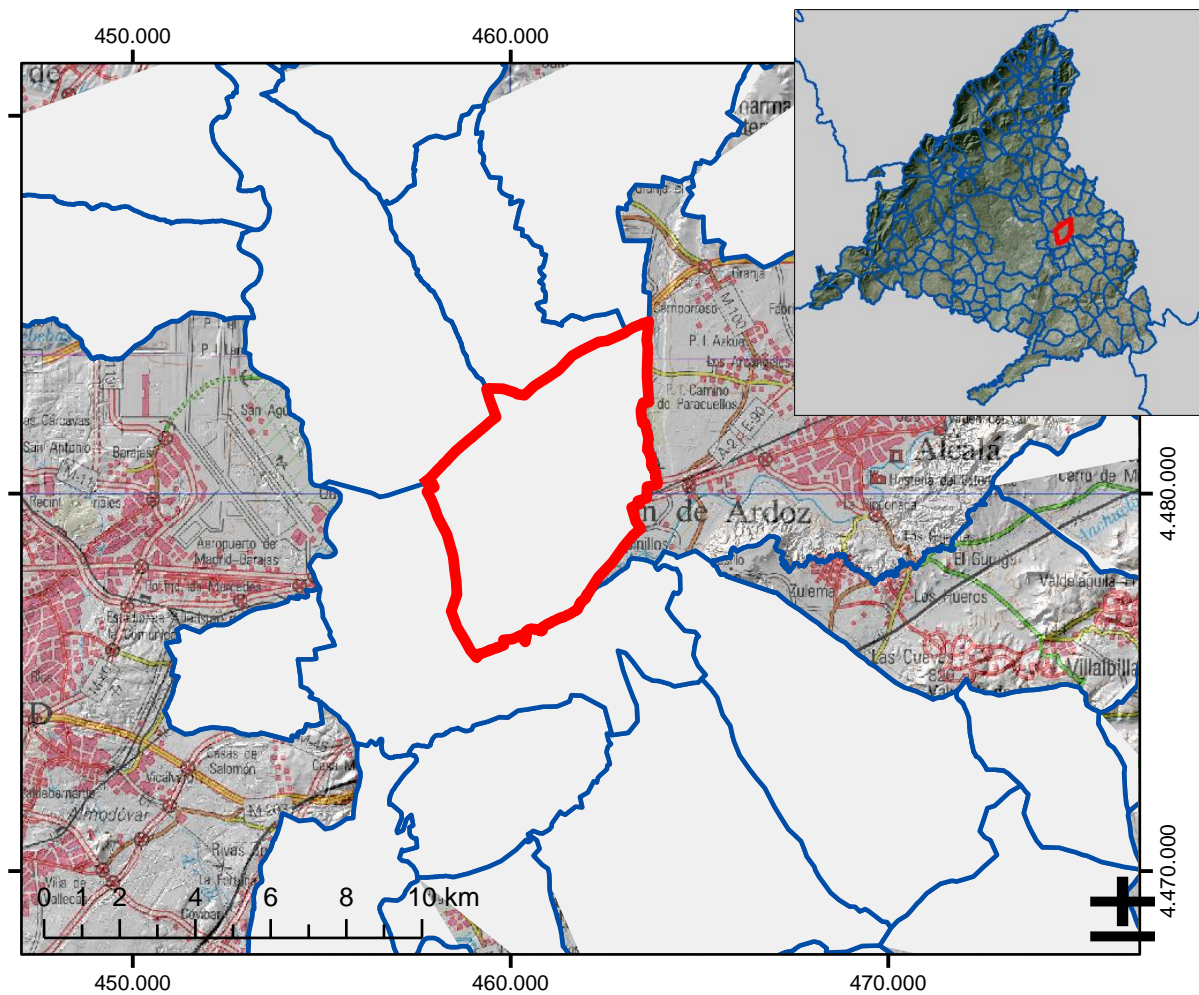
El desarrollo de los trabajos se realizó siguiendo el siguiente esquema metodológico:

- ❖ Caracterización sonora del ámbito de actuación.
- ❖ Predicción de los niveles de ruido.
- ❖ Evaluación de Impactos Acústicos.
- ❖ Prevención de la Contaminación Acústica. Medidas preventivas y correctoras.

2. CARACTERIZACIÓN SONORA DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

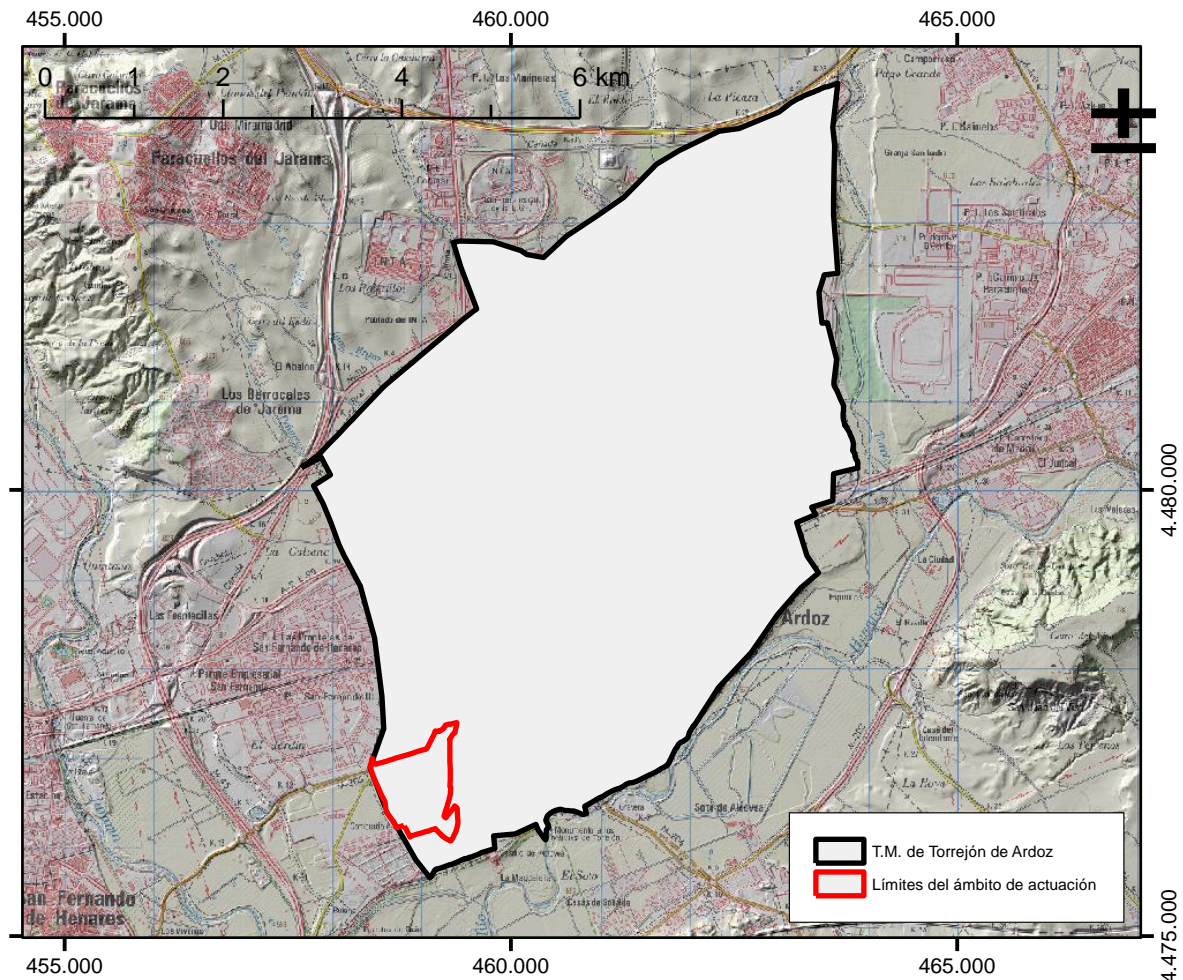
El ámbito espacial que comprende la 2ª Modificación del Plan Parcial “Los Almendros” forma parte del municipio de Torrejón de Ardoz. Este término municipal, en un encuadre regional, se sitúa en la zona oriental de la Comunidad de Madrid.



Localización del término municipal de Torrejón de Ardoz respecto a la Comunidad Autónoma de Madrid. Escala original 1:200.000.

El municipio de Torrejón de Ardoz, en el contexto geográfico comarcal, forma parte del llamado Corredor del Henares de la Comunidad de Madrid. Limita en su zona más septentrional con los municipios de Ajalvir y Daganzo de Arriba; en su flanco oriental limita con el municipio de Alcalá de

Henares; la zona meridional limita con el vecino San Fernando de Henares, y por último en su zona más occidental limita con Paracuellos del Jarama.



Localización de la parcela destinada al cambio de uso que puede ser objeto de la modificación de la planificación en su entorno municipal. Escala original: 1:50.000.

Dentro del término municipal, la 2ª Modificación del Plan Parcial se localiza en una zona urbana situada en la zona más meridional del casco urbano. El ámbito de la Modificación es continuidad del Polígono Industrial de “Las Monjas”, al sur la carretera que une Torrejón de Ardoz con la M-45 y San Fernando de Henares, y se encuentra en un entorno de clara vocación industrial, con una fuerte presencia de los depósitos de almacenamiento de combustible de la compañía CLH, una subestación eléctrica y una serie de tendido eléctricos.

Limita al Norte con el Polígono Industrial de “Las Monjas”, al Sur con los depósitos de almacenamiento de combustible de CLH y con la vía férrea que discurre paralela al río Henares, al Este con las

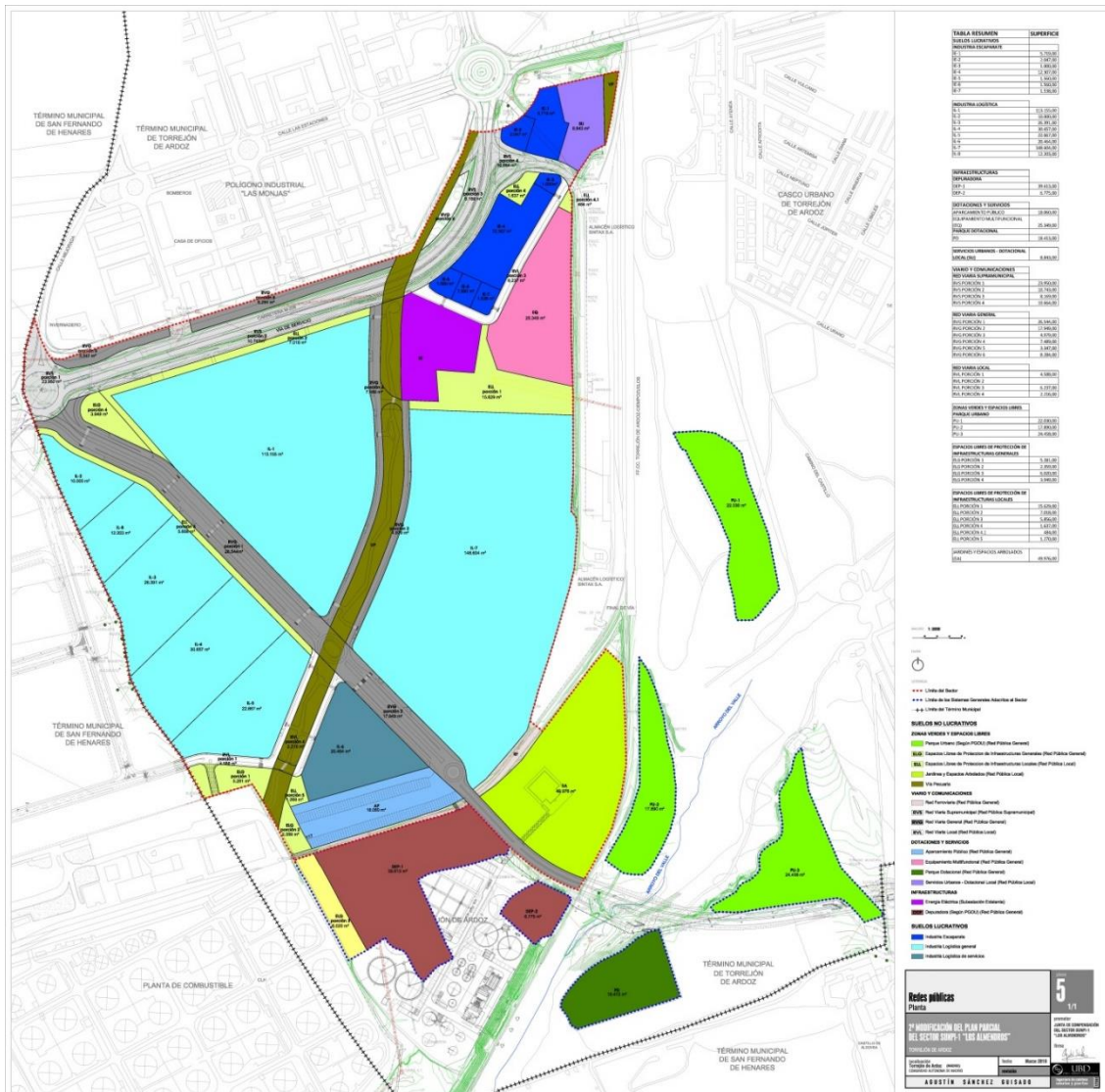
instalaciones de mercancías de RENFE y al Oeste con el término municipal de San Fernando de Henares y los depósitos de almacenamiento de combustible de CLH.



Fotografía aérea del entorno donde se propone la modificación.

La 2ª Modificación objeto del documento urbanístico es más un completar y adaptar a la realidad las determinaciones del planeamiento vigente que una alteración de las mismas. Por ello, la Modificación sólo se refiere a aspectos puntuales de la ordenación detallada manteniendo tanto las determinaciones de carácter estructural como la estructura básica y zonificación de la 1ª Modificación.

No altera en nada la síntesis cuantitativa de redes públicas, usos pormenorizados, edificabilidades, factores de ponderación y aprovechamientos de la 1ª Modificación que constituye el planeamiento modificado. En consecuencia, su representación gráfica queda reflejada de la siguiente forma:



Plano de Ordenación Urbanística.

En relación con la caracterización acústica de la planificación urbanística propuesta, el Real Decreto 1397/207, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, en su Artículo 5.

Delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas, entre otras determinaciones establece que “... en la planificación territorial y en los instrumentos de planeamiento urbanístico, tanto a nivel general como de desarrollo, se incluirá la zonificación acústica del territorio en áreas acústicas de acuerdo con las previstas en la citada Ley.

Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

- a) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- b) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- c) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- d) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
- e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- f) Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- g) Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

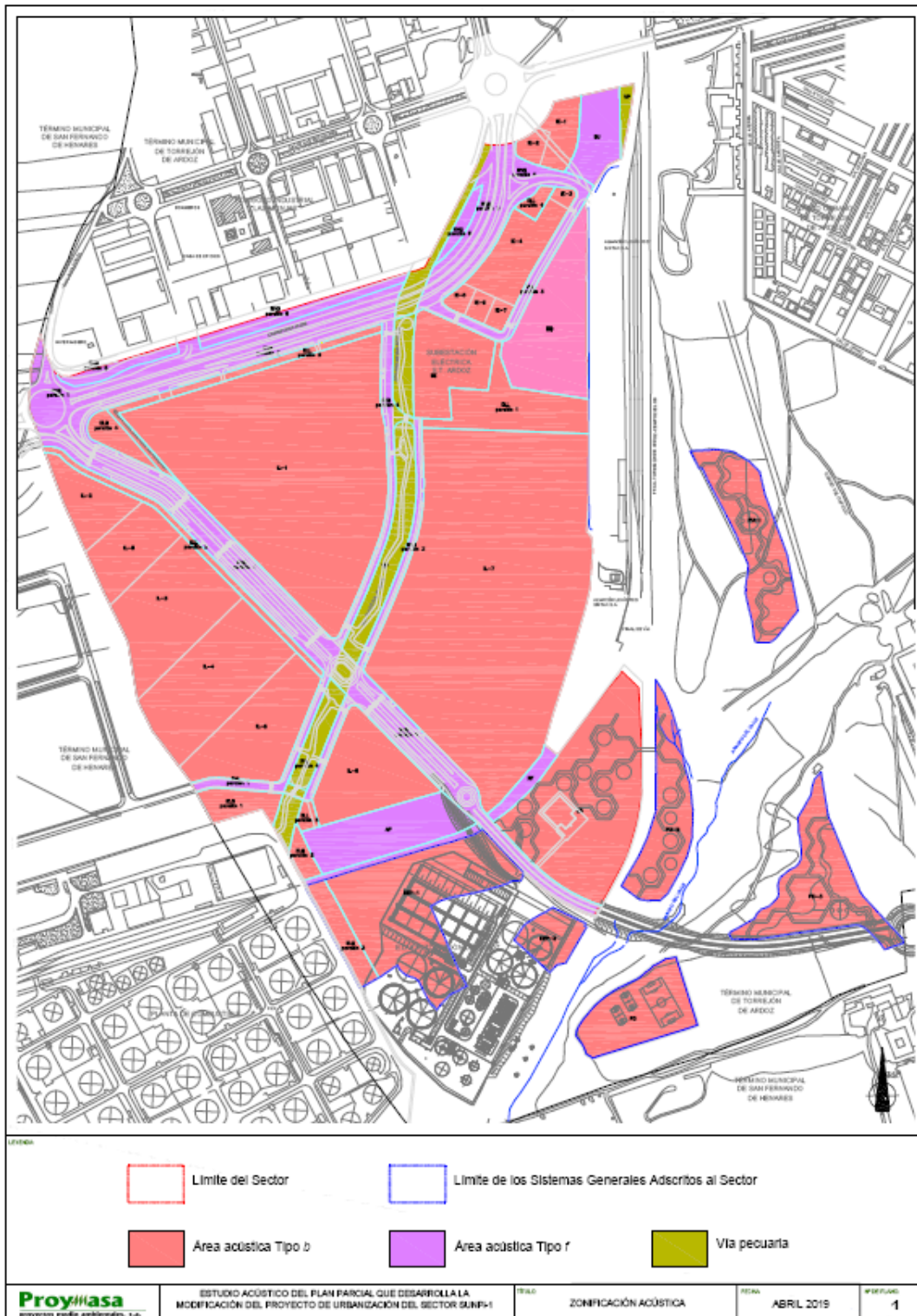
Al proceder a la zonificación acústica de un territorio, en áreas acústicas, se deberá tener en cuenta la existencia en el mismo de zonas de servidumbre acústica ...

Asimismo, en el Anexo V del referido Real Decreto, entre los “Criterios para determinar la inclusión de un sector del territorio en un tipo de área acústica” se señala que “2. Cuando en una zona coexistan o vayan a coexistir varios usos que sean urbanísticamente compatibles, a los solos efectos de lo dispuesto en este real decreto se determinara el uso predominante con arreglo a los siguientes criterios:

- a) Porcentaje de la superficie del suelo ocupada o a utilizar en usos diferenciados con carácter excluyente.

Si bien, cabe indicar que también se recoge que “b) El contenido del área delimitada deberá ser homogéneo estableciendo las adecuadas fracciones en la relimitación para impedir que el concepto uso preferente se aplique de forma que falsee la realidad a través del contenido global”.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones y determinaciones la delimitación territorial de las áreas acústicas y su clasificación, basada en los usos previstos del suelo, se recoge en la siguiente figura:



Plano de Zonificación Acústica.

3. CRITERIOS DE VALORACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO.

3.1. LEGISLACIÓN ESTATAL.

Ley del Ruido 37/2003.

La Ley del Ruido tiene por objeto prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar y reducir los daños que de ésta puedan derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente. Están sujetos a sus prescripciones todos los emisores acústicos, ya sean de titularidad pública o privada, así como las edificaciones en su calidad de receptores acústicos. No obstante, quedan excluidos los siguientes emisores acústicos: las actividades domésticas o los comportamientos de los vecinos, ordenados por las ordenanzas municipales y los usos locales; las actividades militares y la actividad laboral en el correspondiente lugar de trabajo.

Las atribuciones competenciales de la Ley de Ruido se establecen en función del principio de categorización administrativa. En relación con las infraestructuras viarias, ferroviarias, aeroportuarias y portuarias de competencia estatal la competencia corresponderá a la Administración General del Estado. En los restantes casos se estará a lo que disponga la legislación autonómica y en su defecto, la competencia corresponderá a la Comunidad Autónoma si el ámbito territorial excede de un término municipal, y al Ayuntamiento correspondiente en caso contrario.

Real Decreto 1513/2005.

El RD 1513/2005 tiene por objeto el desarrollo de la Ley de Ruido en lo referente a evaluación y gestión del ruido ambiental, estableciendo un marco básico destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental.

En el Anexo I. Índices de Ruido se definen los índices de ruido a obtener en los mapas de ruido para la evaluación de los niveles sonoros producidos por las infraestructuras:

Ld, índice de ruido día, desde las 07:00 h hasta las 19:00 h. Es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, y determinado a lo largo de todos los periodos día de un año.

Le, índice de ruido tarde, desde las 19:00 h hasta las 23:00 h. Es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, y determinado a lo largo de todos los periodos tarde de un año.

Ln, índice de ruido noche, desde las 23:00 h hasta las 07:00 h. Es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, y determinado a lo largo de todos los periodos noche de un año.

En el Anexo II. Métodos de Evaluación para los Índices de Ruido se establecen los métodos de cálculo recomendados para la evaluación de los índices de ruido. Para los países miembros de la Unión Europea que no dispongan de modelos de ruido homologados se recomiendan los modelos siguientes:

Ruido producido por el tráfico rodado. Método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTUCPC-CSTB)», mencionado en la «Resolución de 5 de mayo de 1995, relativa al ruido de las infraestructuras viarias, Diario Oficial de 10 de mayo de 1995, artículo 6» y en la norma francesa «XPS 31-133».

Real Decreto 1367/2007.

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

En el art. 5, «Delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas» se establece la siguiente clasificación en áreas de sensibilidad acústica en función de los usos predominantes del suelo.

CLASIFICACIÓN EN ÁREAS ACÚSTICAS	
ÁREA ACÚSTICA	USOS PREDOMINANTES
A	Residencial.
B	Industrial.
C	Recreativo y espectáculos.
D	Terciario no contemplado en C.
E	Sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
F	Afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
G	Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Al proceder a la zonificación acústica de un territorio, en áreas acústicas, se deberá tener en cuenta la existencia en el mismo de zonas de servidumbre acústica y de reservas de sonido de origen natural establecidas de acuerdo con las previsiones de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

La delimitación territorial de las áreas acústicas y su clasificación se basará en los usos actuales o previstos del suelo. Por tanto, la zonificación acústica de un término municipal únicamente afectará, excepto en lo referente a las áreas acústicas de tipo F y G, a las áreas urbanizadas y a los nuevos desarrollos urbanísticos.

En el art. 14. «Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas», se indica lo siguiente:

- En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:
- Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecido en la tabla A, en el anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

- Las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para la mejora acústica progresiva del medio ambiente hasta alcanzar el objetivo de calidad fijado mediante la aplicación de planes zonales específicos.
- En caso contrario, el objetivo de calidad acústica será la no superación del valor de la tabla A, del anexo II, que le sea de aplicación.

Para el resto de las áreas urbanizadas se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que sea de aplicación a la tabla A, del anexo II, disminuido en 5 decibelios.

A continuación, se adjunta copia de la tabla A del anexo II:

ANEXO II TABLA A			
OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDO APLICABLES A ÁREAS URBANIZADAS EXISTENTES**			
ÁREA ACÚSTICA	ÍNDICES DE RUIDO [dB(A)]		
	Ld	Le	Ln
E	60	60	60
A	65	65	55
D	70	70	65
C	73	73	63
B	75	75	65
F*	Sin determinar		
* 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.			
** Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.			

3.2. LEGISLACIÓN AUTONÓMICA.

El Decreto 55/2012, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid, se deroga el Decreto autonómico vigente

hasta ese momento de manera que el régimen jurídico aplicable en la materia sea el definido por la legislación básica estatal.

3.3. LEGISLACIÓN MUNICIPAL.

El Excmo. Ayuntamiento de Torrejón de Ardoz dispone de Ordenanza Contra la Contaminación Acústica. Ruido y Vibraciones (BOCM nº 129 de fecha 2 de junio de 2014)

En este Documento y en su Artículo 6 establece clasificación de las áreas acústicas en función del uso del suelo y que se presentan en la Tabla.

CLASIFICACION DE USOS DEL SUELO		
Real Decreto 1367/2007	Ordenanza Municipal	Tipo de Áreas Acústicas. Usos
e	Tipo I (área de silencio)	Sanitario, docente y cultural que requieran una especial protección contra la contaminación acústica
a	Tipo II (área levemente ruidosa)	Residencial
d	Tipo III (área tolerablemente ruidosa distinto del contemplada en el Tipo IV)	Terciario distinto del contemplado en el c)
c	Tipo IV (área tolerablemente ruidosa)	Terciario con predominio del uso del suelo recreativo y de espectáculos
b	Tipo V (área ruidosa)	Industrial
f	Tipo VI (área especialmente ruidosa)	Sistemas Generales de Infraestructuras de Transporte u otros equipamientos públicos que lo reclamen

En el Artículo 12, se establecen los niveles límite de emisión de ruido al ambiente exterior, en función de los distintos periodos del día, definidos según: Día (Ld) 07:00 horas – 19:00 horas; tarde (Le) 19:00 horas – 23:00 horas y noche (Ln) 23:00 horas – 07:00 horas. Estos niveles se presentan en la Tabla.

OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA EN ÁREAS URBANIZADAS EXISTENTES				
Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		Ld (7 - 19 h)	Le (19 - 23 h)	Ln (23 - 7 h)
e/Tipo I	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiere una especial protección contra la contaminación acústico	50	50	40
a/Tipo II	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	55	55	45
d/Tipo III	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	60	60	50
c/Tipo IV	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	63	63	53
b/Tipo V	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	65	65	55

Estos límites se considerarán cumplidos, cuando los valores de los índices acústicos evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el Anexo Primero de la Ordenanza Municipal no excedan en ningún caso en 5 dB(A) o más el límite de aplicación fijado en la Tabla anterior.

El Artículo 13 establece los niveles límite de vibraciones en los Edificios que se indican en la Tabla.

**OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA VIBRACIONES
APLICABLES EN ESPACIOS INTERIORES HABITABLES**

Uso del edificio	Índice de Vibración, Law
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72
Residencial	75
Hospedaje	78
Oficinas	84
Comercio y Almacenes	90
Industria	97

4. PREDICCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO.

4.1. ESCENARIO PREOPERACIONAL.

El estudio del escenario preoperacional tiene por objeto evaluar el medio ambiente sonoro de la situación actual para compararlo posteriormente con el escenario postoperacional y así conocer el impacto generado por el desarrollo propuesto.

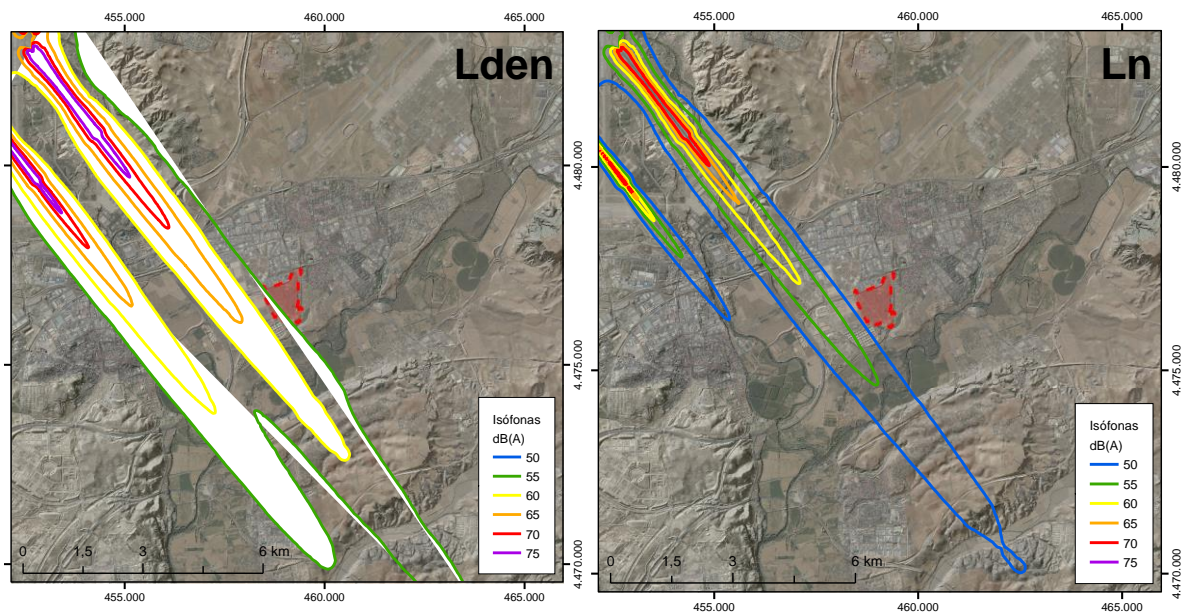
En cumplimiento de la legislación vigente en materia de ruido ambiental la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación perteneciente al Ministerio de Fomento elaboró los mapas estratégicos de ruido correspondientes a las grandes infraestructuras viarias. Asimismo, el Ayuntamiento de Torrejón de Ardoz elaboró sus Mapas Estratégicos de Ruido de la Aglomeración Urbana.

Los mapas estratégicos de ruido permiten la evaluación y la predicción global de la exposición a la contaminación acústica posibilitando la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras que sean adecuadas.

Los mapas estratégicos de ruido constan al menos de dos partes diferenciadas:

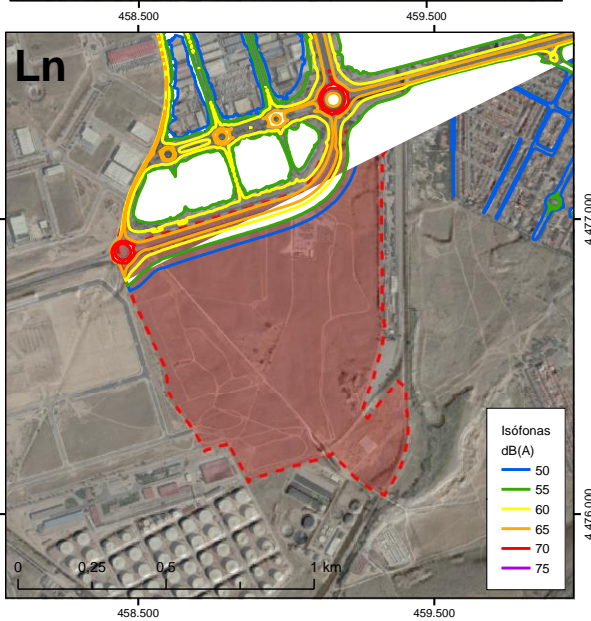
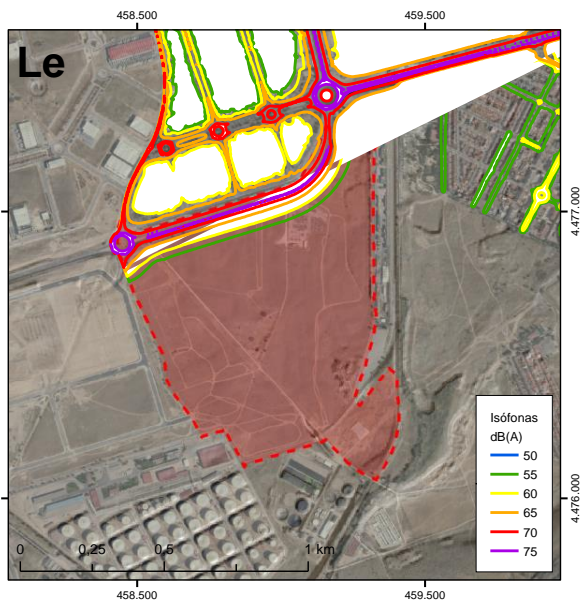
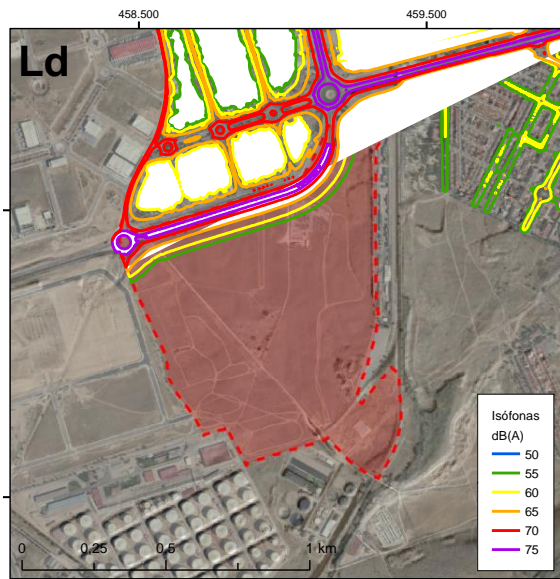
- ✚ Mapas de niveles sonoros. Son mapas de líneas de isófonas realizados a partir del cálculo de niveles sonoros en puntos receptores que abarcan toda la zona de estudio.
- ✚ Mapas de exposición al ruido. Aquellos en los que figuran los edificios, viviendas y población expuestos a determinados niveles de ruido, y otros datos exigidos por la Directiva 2002/49/CE y la Ley del Ruido.

En este contexto, se consideró apropiado tomar como documento de referencia para definir el estado inicial de la situación acústica del ámbito de la Modificación del Plan Parcial los niveles de ruido de los Mapas Estratégicos de Ruido realizados por AENA, y que se recogen a continuación:



Niveles sonoros durante el periodo ponderado Lden y el de noche (Ln) del Mapa Estratégico de Ruido del aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid-Barajas.

A continuación, también se exponen los Mapas Estratégicos de Ruido de la Aglomeración Urbana de Torrejón de Ardoz realizados por el Ayuntamiento, para los periodos día, tarde y noche:



Niveles sonoros durante los periodos de día (Ld), tarde (Le) y noche (Ln) del Mapa Estratégico de Ruido de la aglomeración urbana de Torrejón de Ardoz.

4.2. MODELADO DEL ESCENARIO POSTOPERACIONAL.

Las principales fuentes de ruido en el ámbito de actuación son las asociadas al tráfico de vehículos por la carretera M-206 y por la vía ferroviaria que discurre por los límites del mismo. En la figura se presentan las áreas de estudio indicando las vías de tráfico que le afectan.

Asimismo, en la tabla se muestran para cada una de las citadas carreteras las IMD propias, incluyen el porcentaje de vehículos pesados, distribuidos según los diferentes periodos del día, obtenidos del Estudio de Tráfico para Nuevo parque Logístico “Los Almendros”, elaborado por la empresa Vectio, en abril de 2018:

DISTRIBUCION DEL TRAFICO PROPIO SEGÚN PERIODOS DEL DIA						
Vía de trafico	Día (7-19 horas)		Tarde (19-23 horas)		Noche (23-7 horas)	
	IMD	%	IMD	%	IMD	%
Calle A. Tramo 1	1.647	36,25	258	44,19	279	45,52
Calle A. Tramo 2	308	33,77	48	30,58	50	42,00
Vía de servicio	566	18,37	78	24,36	82	25,61
Vía pecuaria. Tramo 1	304	28,62	45	37,78	58	51,72
Vía pecuaria. Tramo 2	157	51,59	25	56,00	30	63,33
M-206 (desde M-50)	1.703	41,22	270	49,26	295	51,19
M-206 (desde Torrejón)	486	0,00	67	0,00	71	0,00

IMD: vehículos / periodo; %: porcentaje pesados

El tráfico de trenes mercancías por la Estación de Renfe de almacenamiento de combustible de CLH, consiste en 3 trenes durante el periodo día, 1 durante la tarde y ninguno durante la noche (Anexo VI del Estudio de Impacto Acústico. Plan Parcial del Sector “Los Almendros”. Ayuntamiento de Torrejón de Ardoz). Estos trenes circulan a 30 Km/h.

A lo largo de los últimos años se han desarrollado diferentes metodologías, tanto empíricas como analíticas, para la simulación de los niveles de ruido generados por el normal funcionamiento de las vías de tráfico.

Para la correcta simulación de los mencionados niveles de ruido, es imprescindible conocer los parámetros que caracterizan el tráfico que soportará la futura vía de transporte, así como el trazado de la misma, y la orografía del terreno por donde discurrirá.

Para evaluar el impacto sonoro que generará la nueva vía, se han calculado los niveles sonoros que generará utilizando el modelo matemático francés recogido en la “Guide de bruit des transports terrestres. Prevision des neiveaux sonores. CETUR 1989”. Este modelo es el indicado por el citado Real Decreto 1513.

Este modelo califica como vías rápidas, a las autovías, carreteras, bulevares o avenidas tradicionales, entrada en las ciudades y las calles en “L”.

El nivel sonoro equivalente Leq que el tráfico por estas vías se puede calcular mediante la expresión:

$$Leq = 20 + \log (Ql + E1 Qp) + 20 \log v - 12 \log (d + (L/3)) + 10 \log (\emptyset/180)$$

donde:

Ql y Qp : son respectivamente el caudal de vehículos ligeros y pesados, en vehículos/hora.

$E1$: es el factor de equivalente acústica entre vehículos ligeros y pesados.

v : es la velocidad media, Km./h.

d : es la distancia al borde de la vía de tráfico, en metros.

L : es la anchura de la calzada, en metros.

\emptyset : es el ángulo bajo el que se ve la carretera, en grados.

En la aplicación de esta ecuación hay que tener en consideración los siguientes puntos:

- En condiciones de campo libre, el nivel sonoro calculado debe reducirse en 3 dB(A).
- Se entiende por vehículos ligeros aquellos cuyo peso total es inferior a 3.5 T; y por pesados cuando el peso es igual o superior a 3.5 T.
- El factor de equivalente E , está definido en función del tipo de vía de tráfico y de su pendiente, mediante la Tabla V.

TABLA V					
FACTOR DE EQUIVALENTE E1					
Tipo de Vía	Pendiente				
	r ≤ 2%	r = 3%	r = 4%	r = 5%	r = 6%
Autovía	4	5	5	6	6
Vía rápida urbana	7	9	10	11	12
Bulevar	10	13	16	18	20

Para el ruido de trenes, el modelo de cálculo indicado en Ley de Ruido viene descrito en el documento “Guías para el cálculo y medida del ruido del transporte ferroviario 1996”.

Dicho modelo permite el cálculo de un nivel de emisión sonora, función de las características del tráfico, y de unas correcciones que describen las condiciones de propagación, esto es:

$$L_{Aeq} = E_S + C_{ref} - D_{dist} - D_{atm} - D_{suelo} - D_{meteo} - D_{bar}$$

Donde ES es el nivel de emisión (teniendo en cuenta el ángulo de exposición), dado por:

$$E_S = 10 \log \frac{1}{127} \sum_{i=1}^n \phi_i 10^{E_i/10}$$

Con “n” el número de zonas diferenciadas de frenada o marcha normal, con un ángulo de visión desde el receptor ϕ_i .

El nivel de energía radiada, E, en dB(A), se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E = 10 \log \left(\sum_{c=1}^y 10^{E_{nr,c}/10} + \sum_{c=1}^y 10^{E_{r,c}/10} \right)$$

donde:

$E_{nr,c}$ es el factor de emisión por categoría de vehículos ferroviarios cuando el tren no está frenando

$E_{r,c}$ es el factor de emisión en fase de frenada

c es la categoría a que pertenece el tren

y es el número total de categorías presentes

Los valores de los factores de emisión por categoría de vehículos ferroviarios se determinan mediante las fórmulas:

$$E_{nr,c} = a_c + b_c \log v_c + 10 \log Q_c + C_{b,c}$$
$$E_{r,c} = a_{r,c} + b_{r,c} \log v_c + 10 \log Q_{r,c} + C_{b,c}$$

Donde v_c es la velocidad promedio de cada tren y Q_c el número de trenes por hora de cada tipo que circulan por la vía estudiada.

Los parámetros a_c , b_c y $c_{b,c}$ vienen definidos en el documento “Reken – en Meetvoorschift Railverkeerslawai 2004” para cada tipo de tren.

El programa informático CADNA permite el modelado del medio ambiente sonoro en exteriores, calculando, analizando y evaluando los niveles de ruido aéreo generado por las principales fuentes de ruido ambiental: carreteras, ferrocarril, industria, fuentes puntuales, lineales y superficiales, etc.

El programa emplea un modelo digital del terreno que permite definir los agentes que forman el medio ambiente sonoro: las fuentes de emisión, las características del medio de propagación (condiciones atmosféricas) y la percepción del ruido. El terreno queda definido por la topografía, la atenuación debida al suelo, etc. Las condiciones atmosféricas que intervienen en el fenómeno de propagación del ruido son: la presión atmosférica, la absorción del aire, la atenuación por viento y temperatura, etc. Las fuentes de ruido ambiental quedan caracterizadas en función de su tipología, nivel de potencia sonora emitida, espectro o firma sonora, duración de la fuente, etc.

El fin último del programa es la obtención de mapas de isófonas e informes de receptores que permitan evaluar el medio ambiente sonoro de forma sencilla y rápida, facilitando la planificación de nuevas actuaciones y la toma de decisiones en la valoración del medio ambiente sonoro. El programa permite evaluar los principales grupos de medidas correctoras existentes: referentes al emisor, la propagación y la recepción. Es posible modificar las condiciones asociadas a las fuentes de ruido variando su régimen de explotación: temporalidad, velocidad de circulación, intensidad, etc.; la propagación de la señal de

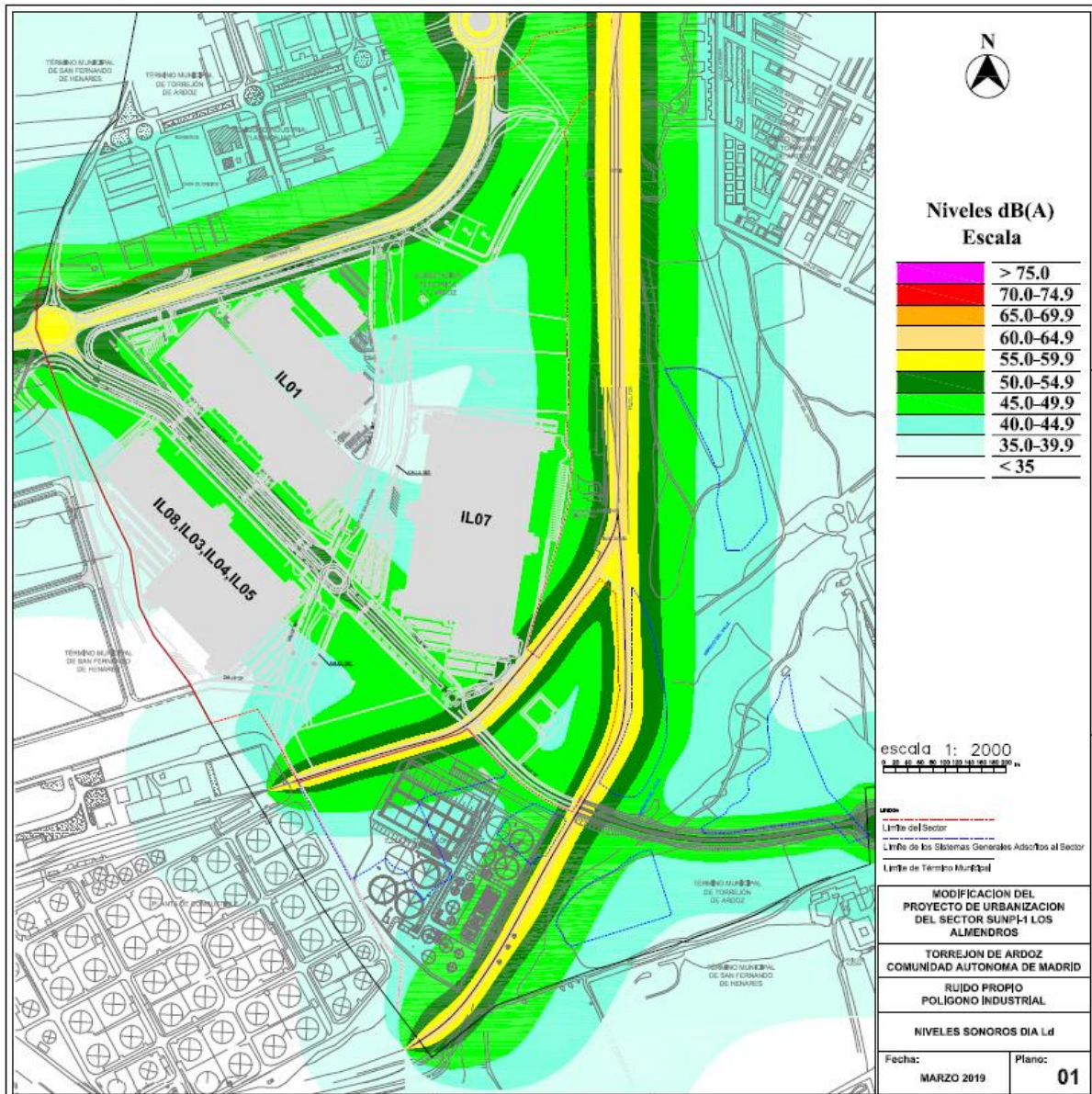
ruido: barreras antirruído, diques de tierra, distancias, etc.; o el nivel de percepción por parte del receptor.

La metodología de cálculo del programa CADNA se basa en las normativas internacionales más importantes. A este respecto destaca el hecho de recoger los métodos de cálculo referentes a las fuentes de ruido ambiental, su propagación y evaluación de la percepción (indicadores de ruido L_{den} y L_{night}), recomendados por la Unión Europea en la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre «Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental», para aquellos países miembros que no dispongan de una metodología propia. Recientemente transpuesta a la legislación nacional mediante la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

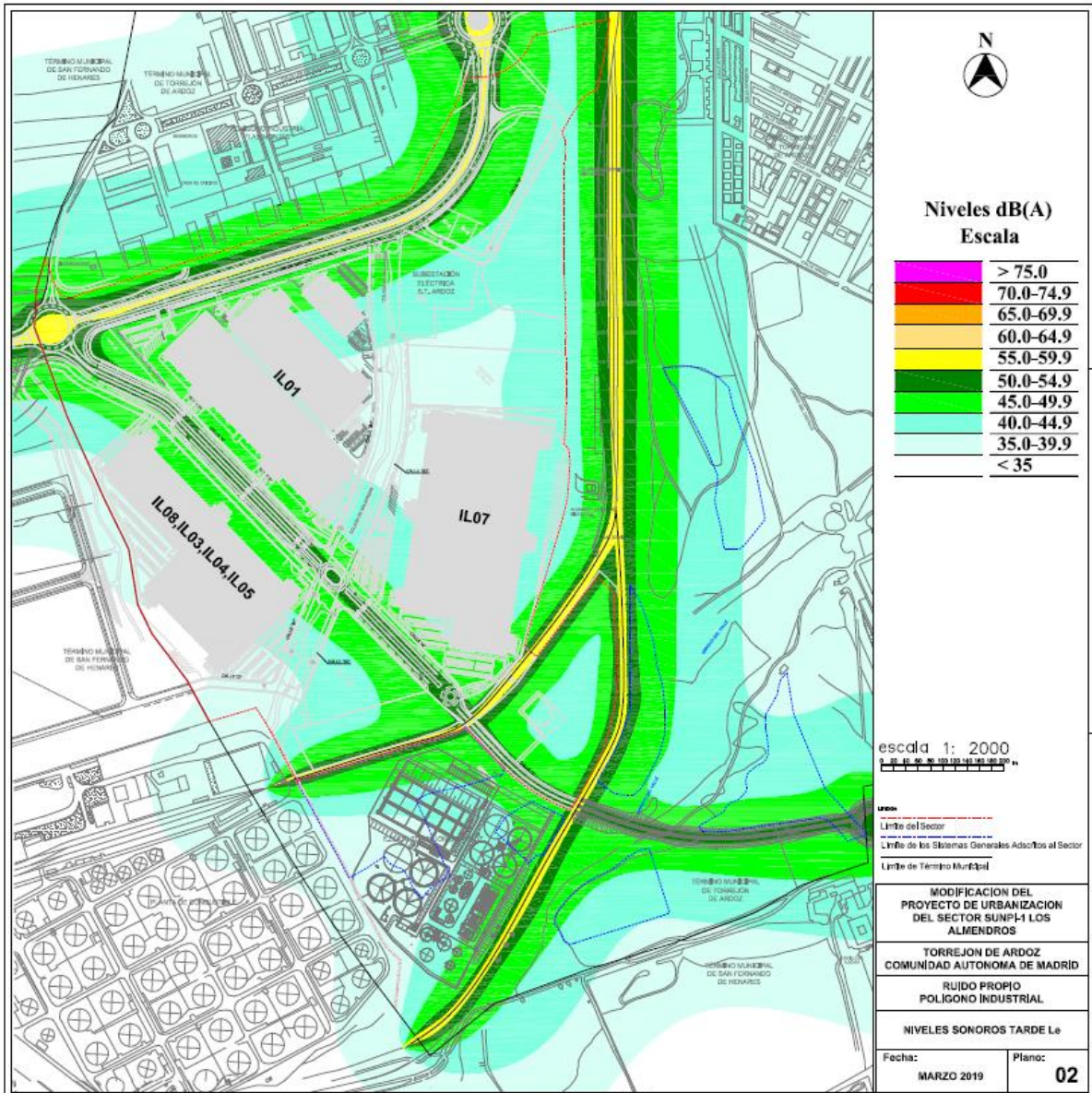
A partir de los datos de tráfico indicados y mediante el programa de cálculo CADNA que lleva implementado los modelos indicados en el apartado anterior se han calculado los oportunos Mapas Acústicos de la zona en la Zona de Estudio.

En el escenario postoperacional se modeló el medio ambiente sonoro de la 2ª Modificación del Plan Parcial. Los mapas de isófonas que se obtuvieron aplicando una malla de receptores virtuales de equidistancia 5 x 5 m a 4,0 m de altura sobre el suelo en las zonas de estudio se exponen a continuación.

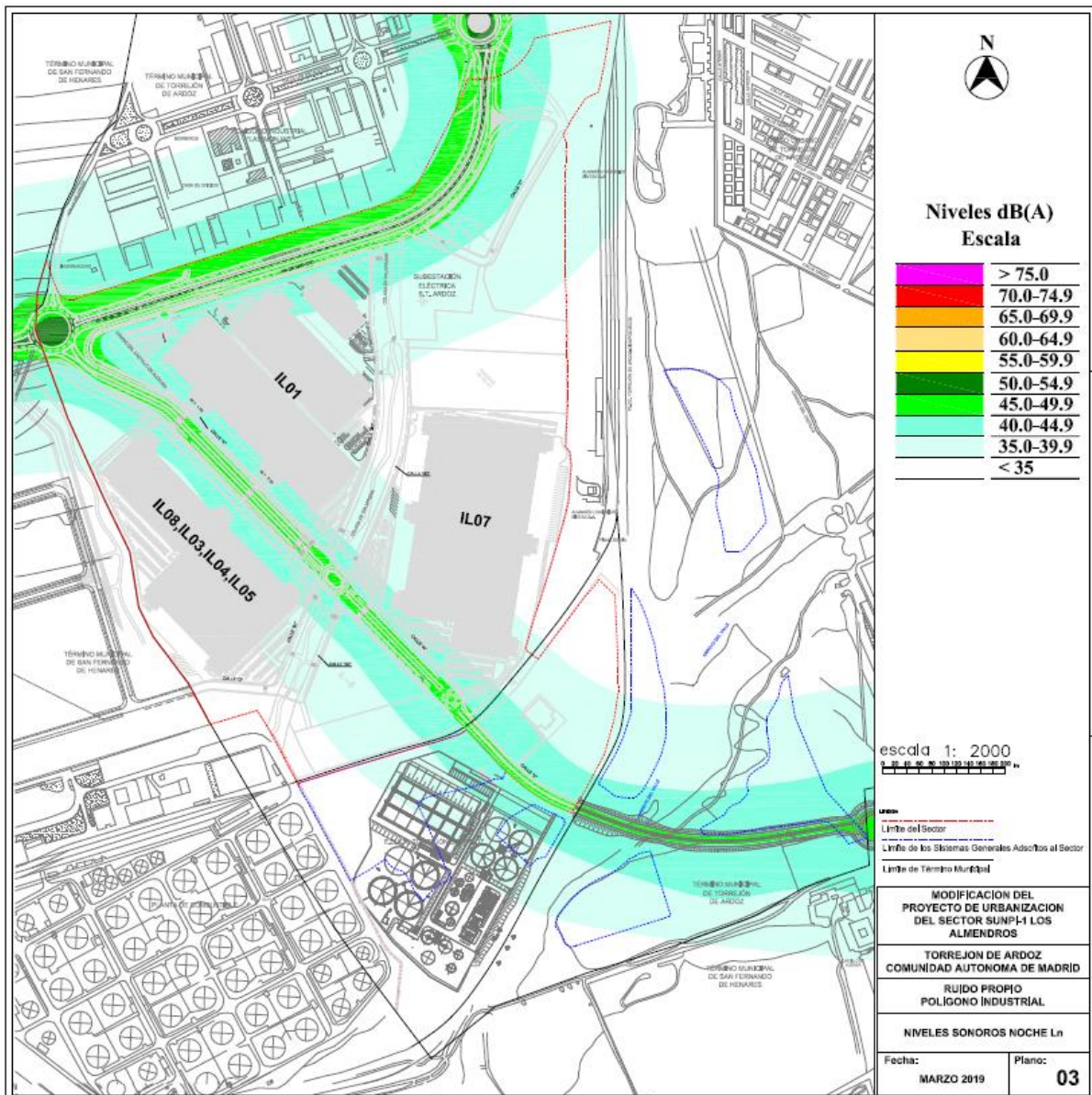
Los resultados de los cálculos realizados para la situación futura considerando únicamente los tráficos propios, en términos de los parámetros Nivel día (L_d), Nivel tarde (L_e) y Nivel noche (L_n) se presentan respectivamente, en los Planos 1 a 3.



Mapa de niveles sonoros durante el periodo día (Ld).

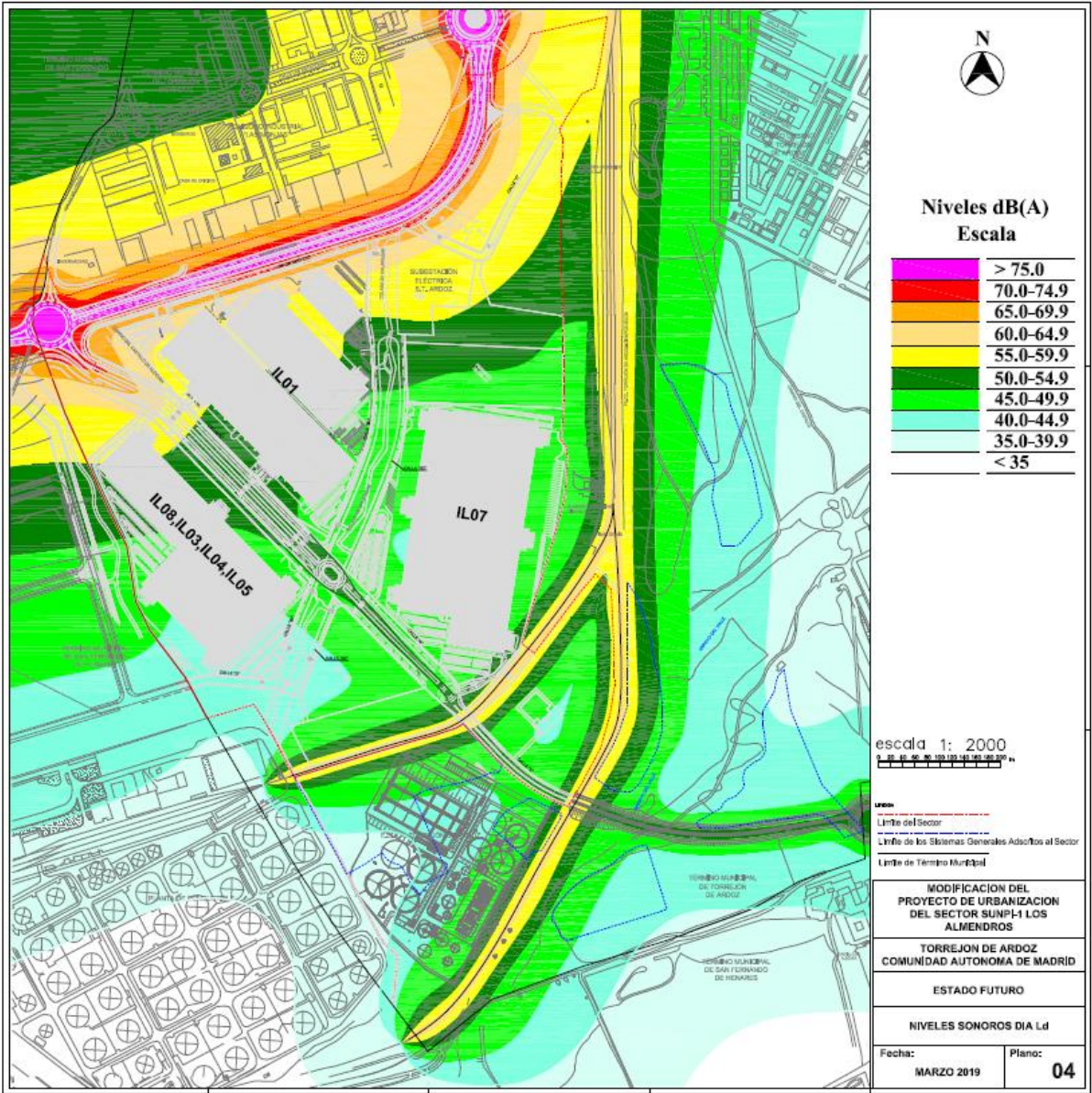


Mapa de niveles sonoros durante el periodo tarde (Le).

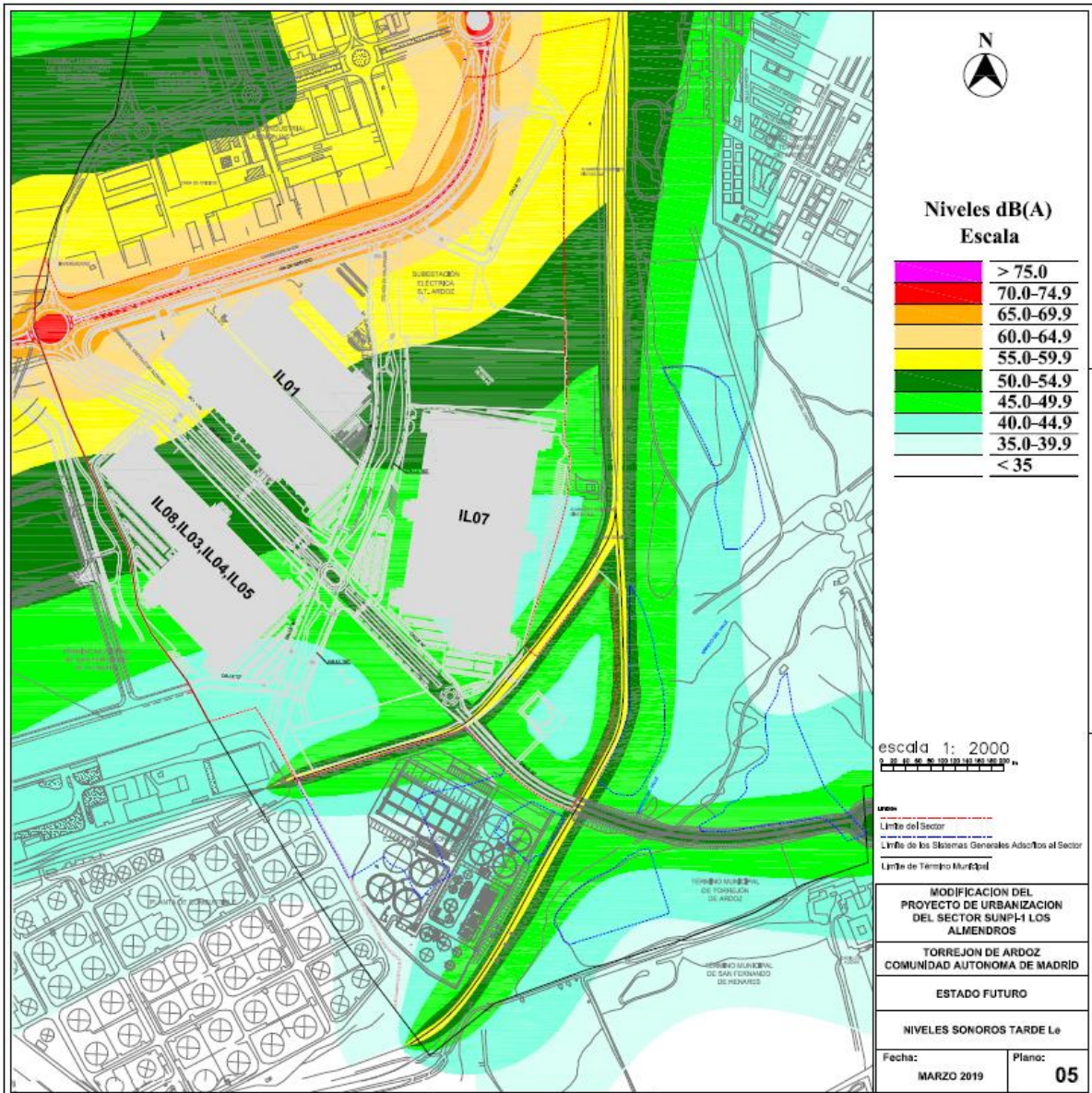


Mapa de niveles sonoros durante el periodo noche (Ln).

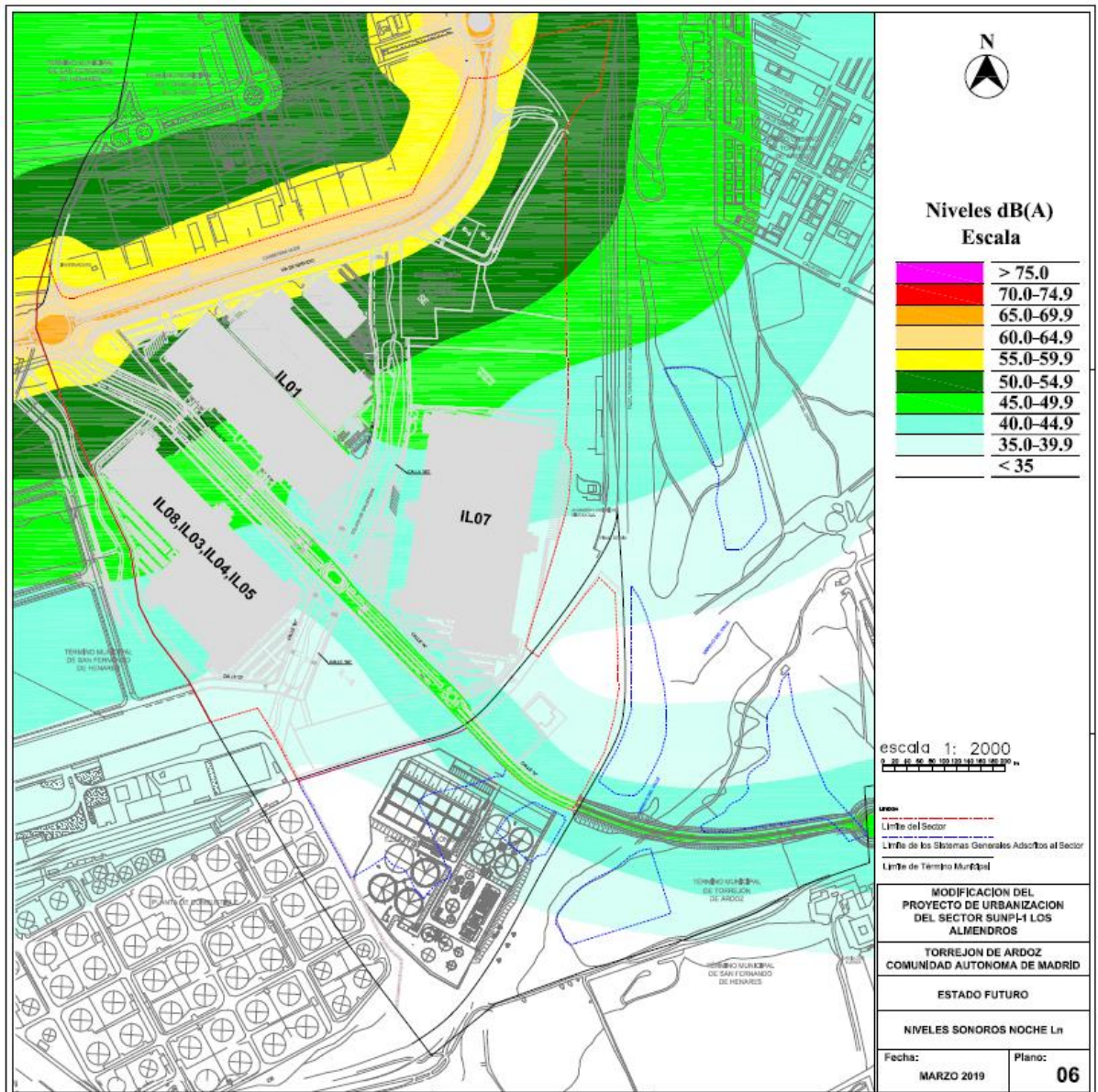
Dichos Mapas se presentan en los Planos 4 a 6 mostrando, respectivamente, las curvas de igual valor de los parámetros Nivel día (Ld), Nivel tarde (Le), y Nivel noche (Ln), a intervalos de 5 dB(A) identificados por el oportuno código de colores.



Mapa de niveles sonoros durante el periodo día (Ld).



Mapa de niveles sonoros durante el periodo tarde (Le).



Mapa de niveles sonoros durante el periodo noche (Ln).

5. CÁLCULO DE VIBRACIONES

La siguiente expresión señala la relación entre los valores de vibración (en términos de aceleración) en dos puntos en función de las respectivas distancias a la fuente:

$$\frac{a_b}{a_a} = \left(\frac{r_a}{r_b} \right)^\gamma e^{\rho\pi f(r_a - r_b)}$$

donde:

a_a y a_b Valores eficaces de aceleración en los puntos “a” y “b”, m/s².

r_a y r_b Distancias a las vías de los puntos “a” y “b”, metros.

γ Coeficiente de atenuación geométrica

ρ Constante de cada material que relaciona el factor de pérdida con la velocidad de propagación de onda.

f Frecuencia de la onda, Hz.

En la tabla se muestran los valores empíricos del parámetro γ .

PARÁMETRO γ EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VÍA	
Vía	γ
Superficie	1,425
Túnel	0,700
Entre pantallas	0,415

En la tabla se muestran las características físicas de diversos tipos de suelos genéricos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO		
Terreno	Tipo	ρ
Grava	T01	0,000376
Arena/Arcilla	T02	0,000543
Rellenos	T03	0,0002089

A partir del tráfico ferroviario y con las ecuaciones dadas en el Punto 5, se han calculado los niveles de vibración L_{wv} generados por la circulación de trenes a distintas distancias de la vía. Los resultados se presentan en la Tabla:

NIVELES DE VIBRACIÓN CALCULADOS	
L_{wv} , dB	
Distancia, m	L_{wv}
3	84,7
5	77,9
10	68,3
20	57,7

6. VALORACIÓN DEL IMPACTO ACÚSTICO.

En el escenario preoperacional año 2018 se comprueba que en los suelos aledaños a la vía M-206 se



producen los mayores niveles de ruido. Dichos suelos están calificados en la 2ª Modificación del Plan Parcial vigente de uso: industrial. En aplicación de la Ley 37/2003 durante el periodo diurno y vespertino los niveles de ruido en suelos de uso industrial no debieran de ser superiores a 70 dB(A) y durante el periodo nocturno a 60

dB(A).

Los resultados obtenidos en los cálculos realizados permiten establecer:

- La contribución de los niveles sonoros generados por el tráfico propio a la situación Post-operacional es mínima con respecto a la situación Pre-operacional en la mayor parte del Polígono.
- El tráfico rodado propio genera niveles para los periodos día, tarde y noche inferiores a los valores objetivo.
- El tráfico de ferrocarriles propio genera niveles inferiores los objetivo a distancias superiores a 5 m de las vías.
- Los niveles de vibración generados por los trenes son inferiores a los límites establecidos en la actual legislación para zonas industriales.

En base a estas consideraciones y determinaciones previas se comprueba que la planificación urbanística propuesta cumple las condiciones para alcanzar los objetivos de calidad acústica del suelo de uso industrial sin necesidad de establecer medidas correctoras.