

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN ACÚSTICA PARA LA
MODIFICACIÓN PUNTUAL Nº 4 DE LOS SECTORES DE
SUELO URBANO NO CONSOLIDADO Nº 36 Y 30
(SALAMANCA).**



**EXCMO AYUNTAMIENTO DE SALAMANCA
PATRONATO DE VIVIENDA Y URBANISMO**

AUTOR DEL ESTUDIO:



ABRIL 2011

ÍNDICE DE CAPITULOS

1.- OBJETO Y CONTENIDO DEL ESTUDIO	5
2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	6
3.- LEGISLACIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA RUIDOS	11
3.1. ESTATAL.....	11
3.2. AUTONÓMICA.....	15
3.3. MUNICIPAL.....	17
3.4. ANÁLISIS NORMATIVO.....	17
4.- ESTUDIO ACÚSTICO.....	18
4.1. MEDICIONES ACÚSTICAS	18
4.2. DESARROLLO DEL MODELO ACÚSTICO	22
4.3. VALIDACIÓN DEL MODELO ACÚSTICO	32
4.4. REPRESENTACIÓN DE LAS CURVAS ISOFÓNAS DEL ESTADO PREOPERACIONAL Y DEL ESTADO OPERACIONAL.....	33
5.- ANÁLISIS DE RESULTADOS	34
5.1. SITUACIÓN PREOPERACIONAL	35
5.2. SITUACIÓN OPERACIONAL.....	39
5.3. CONCLUSIONES.....	43
ANEXOS:	44
ANEXO 1 – PLANO DE LOCALIZACIÓN.....	44
ANEXO 2 – MAPAS DE NIVEL, SITUACIÓN PREOPERACIONAL.....	45

ANEXO 3 – MAPAS DE NIVEL, SITUACIÓN OPERACIONAL 46

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de detalle del área de estudio.....	6
Ilustración 2. Localización de puntos de medición.	19
Ilustración 3. Proceso de registro de niveles sonoros.....	20
Ilustración 4. Localización de las fuentes de ruido.	23
Ilustración 5. Viales considerados (naranja).....	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de Calidad Acústicos (Real Decreto 1367/2007).....	14
Tabla 2. Valores límite de niveles sonoros ambientales (Ley 5/2009).....	16
Tabla 3. Valor de niveles sonoros medidos “in-situ” vs modelo de simulación.....	32
Tabla 4. Valores límite de niveles sonoros ambientales.....	34

1.- OBJETO Y CONTENIDO DEL ESTUDIO

El presente estudio pretende comprobar la situación acústica existente, previa a la construcción urbanística (situación pre-operacional) y la situación acústica que se generará en la zona al realizar la implantación de dicho sector urbanístico (situación post-operacional), y verificar si esta implantación está en concordancia con lo establecido en la Ley 5/2009 y la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido y sus Reales Decretos de desarrollo.

El Estudio de Evaluación Acústica permite determinar mediante modelos de predicción el impacto acústico al cual va a estar expuesto el área objeto de estudio, lo cual permite planificar acciones correctivas que minimicen los efectos negativos producidos por niveles de ruido elevados.

El desarrollo del mismo se ha llevado a cabo mediante un modelo predictivo tridimensional de simulación acústica, el cual ha sido validado mediante la realización de mediciones “in-situ” preoperacionales¹ a lo largo de los periodos de día, tarde y noche.

El principal foco de ruido considerado es el tráfico rodado. Hay que destacar: La Avenida de los Cipreses, y en menor medida, la Calle Julita Ramos y la Calzada de Medina. En el apartado correspondiente del documento se describe el tráfico rodado caracterizado mediante conteos de aforo.

¹ Situación del área urbanizable, previa al desarrollo urbanístico.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área objeto de estudio se localiza al Noreste del municipio de Salamanca, delimitada por; la Calle Julita Ramos al Norte, Avenida de los Cipreses al Oeste y la Calle Calzada de Medina al Sur.

El área urbanizable está compuesta por un sector cuya superficie es de 156960m²

El terreno actualmente se compone de múltiples edificios con ocupación de tipo industrial.

A continuación, la Ilustración 1, identifica el área de estudio, cuya superficie es superior al área urbanizable²:



Ilustración 1. Plano de detalle del área de estudio.

² El área de estudio es superior al área urbanizable ya que hay que considerar el entorno para reproducir el comportamiento acústico y tener en cuenta las reflexiones producidas por otros edificios existentes.

A continuación se muestra reportaje fotográfico del entorno del área estudiada:



Topografía
Terreno horizontal


Topografía

Terreno horizontal con elevaciones puntuales



Topografía

Terreno horizontal con elevaciones puntuales



3.- LEGISLACIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN PARA RUIDOS

A continuación se refleja, la legislación y normativa tenida en cuenta en el presente estudio.

- *Directiva Europea 2002/49/CE, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental* (DO n° L 189, de 18 de julio de 2002).
- 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, en lo referente a evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 1.367/2007, 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.
- Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

3.1. ESTATAL

La normativa estatal de referencia en materia de ruido ambiental es la *Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido* (BOE n° 276, de 18 de noviembre de 2003), y los *Reales Decretos 1513/2005, de 16 de diciembre* (BOE n° 301, de 17 de diciembre de 2005), y *1367/2007, de 19 de octubre* (BOE, n° 254, de 23 de octubre de 2007), que la complementan para la total transposición de la ***Directiva Europea 2002/49/CE, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*** (DO n° L 189, de 18 de julio de 2002).

De tal manera que las prescripciones impuestas, para la prevención de ruido, por la normativa estatal, Ley 37/2003 de 17 de noviembre del ruido, y los correspondientes Reales Decretos de desarrollo se resumen a continuación:

La **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del ruido, fija las siguientes finalidades:

- Determinar la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruidos según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros.

- Poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos.
- Adoptar planes de acción por los Estados miembros tomando como base los resultados de los mapas de ruidos, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, y a mantener la calidad del entorno acústico cuando ésta sea satisfactoria.

El **Real Decreto 1.513/2005**, de 16 de diciembre, tiene por objeto desarrollar la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, 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 y completar la incorporación a nuestro ordenamiento jurídico de la Directiva Europea 2002/49/CE, de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

El ámbito de aplicación de este Real Decreto se enmarca en los siguientes puntos:

1. Se aplicará al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos, en particular, en zonas urbanizadas, en parques públicos u otras zonas tranquilas de una aglomeración, en zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares, en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido.
2. No se aplicará al ruido producido por la propia persona expuesta, por las actividades domésticas, por los vecinos, en el lugar de trabajo ni en el interior de medios de transporte, así como tampoco a los ruidos debidos a las actividades militares en zonas militares, que se regirán por su legislación específica.

El **Real Decreto 1.367/2007**, de 19 de octubre, tiene por objeto establecer las normas necesarias para el desarrollo y ejecución de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

En el Capítulo III, se recogen las áreas acústicas que 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.

Este Real Decreto, en su Artículo 7, considera como 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.

Por ello, en una primera etapa es necesario identificar las edificaciones sensibles y susceptibles de ser afectadas por los ruidos y vibraciones generadas por la nueva infraestructura

El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, define en función de los distintos tipos de áreas acústicas los valores objetivos de calidad acústica y vibratoria. Estos valores se resumen en:

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)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(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.

Tabla 1. Objetivos de Calidad Acústicos (Real Decreto 1367/2007).

La Tabla A del Anexo II del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, resume los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

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

Los índices de ruido L_d , L_e y L_n se definen en el Anexo I del Real Decreto 1.513/2005, de 16 de diciembre, como:

- L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año. Al periodo día (d) le corresponden 12 horas.
- L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año. Al periodo tarde (e) le corresponden 4 horas.
- L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año. Al periodo noche (n) le corresponden 8 horas.

Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos periodos temporales de evaluación son: periodo día de 7.00 a 19.00; periodo tarde de 19.00 a 23.00 y periodo noche de 23.00 a 7.00, hora local.

El cálculo de los índices acústico se realizará conforme a las prescripciones del Anexo IV del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre.

3.2. AUTONÓMICA

En cuanto a la normativa autonómica, existe la **Ley 5/2009**, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Castilla y León, estableciendo los valores límites relacionados con los usos del suelo.

Los objetivos generales son: prevenir la contaminación acústica y su efecto sobre las personas y el medio ambiente y establecer los niveles, límites, sistemas, procedimientos e instrumentos de actuación necesarios para el control eficiente por parte de las administraciones públicas del cumplimiento de los objetivos de calidad en materia acústica.

El artículo 8 de ésta Ley define las áreas de sensibilidad acústica:

- TIPO I : Área de silencio
- TIPO II : Área levemente ruidosa
- TIPO III : Área tolerablemente ruidosa
- TIPO IV : Área ruidosa
- TIPO V : Área especialmente ruidosa

En las áreas urbanizadas, situación nueva, el ruido ambiental no podrá superar los siguientes valores (Anexo II):

Tipo de área acústica		Índice de ruido dB(A)			
		Ld 7h – 19h	Le 19h – 23h	Ln 23h – 7h	Lden
TIPO I	Área de Silencio	55	55	45	56
TIPO II	Área levemente ruidosa	60	60	50	61
TIPO III	Área tolerablemente ruidosa	65	65	55	66
TIPO IV	Área ruidosa	70	70	60	71
TIPO V	Área especialmente ruidosa	Sin determinar			

Tabla 2. Valor límite de niveles sonoros ambientales (Ley 5/2009).

En las áreas urbanizadas, situación existente, el ruido ambiental no podrá superar los siguientes valores (Anexo II).

Tipo de área acústica		Índice de ruido dB(A)			
		Ld 7h – 19h	Le 19h – 23h	Ln 23h – 7h	Lden
TIPO I	Área de Silencio	60	60	50	61
TIPO II	Área levemente ruidosa	65	65	55	66
TIPO III	Área tolerablemente ruidosa	70	70	65	73
	-Uso de oficinas o servicios y comercial.				
	- Uso recreativo y espectáculos	73	73	63	74
TIPO IV	Área ruidosa	75	75	65	76
TIPO V	Área especialmente ruidosa	Sin determinar			

Tabla 3. Valores límite de niveles sonoros ambientales (Ley 5/2009).

3.3. MUNICIPAL

En cuanto a la normativa municipal, existe la **ORDENANZA MUNICIPAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE CONTRA LA EMISIÓN DE RUIDOS Y VIBRACIONES (2004)**, por la cual se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica del municipio de Salamanca.

Dicho reglamento no ha sido adaptado a las exigencias establecidas en la ley autonómica citada anteriormente, en cuanto a valores límites en el exterior de nuevas zonas urbanizadas se refiere, y periodos de evaluación.

3.4. ANÁLISIS NORMATIVO

De manera que la legislación aplicable en este estudio es la legislación autonómica, Ley 5/2009, ya que presenta los valores límite de niveles sonoros más restrictivos. Por tanto, los valores límite considerados en el estudio son los recogidos en la Tabla 2.

4.- ESTUDIO ACÚSTICO

Para determinar los niveles sonoros ambientales existentes donde se desarrollará el plan urbanístico, como ya se ha dicho anteriormente, se construye un modelo acústico de simulación en 3 dimensiones que reproduce fielmente el escenario real y permite predecir los niveles de ruido.

Este modelo previamente es validado mediante la realización de mediciones acústicas “in-situ” en puntos determinados a partir de un plan de muestreo.

4.1. MEDICIONES ACÚSTICAS

Las mediciones acústicas tienen dos objetivos principales:

- Identificar, valorar y cuantificar las fuentes de ruido existentes en el área de estudio para introducir su aportación en el mapa predictivo de la zona.
- Valorar la situación acústica en determinados puntos receptores con el fin de calibrar y validar el mapa acústico realizado mediante predicción.

Por ello, las mediciones acústicas se han llevado a cabo durante los periodos día, tarde y noche, en los puntos identificados en la Ilustración 2 . La elección de los puntos se realiza en función de las zonas acústicamente más sensibles y próximas a las fuentes de ruido, en este caso puntos localizados en el perímetro.

Las mediciones se han llevado a cabo posicionando el micrófono a 4m de altura respecto de la cota del suelo y a una distancia suficiente de obstáculos cercanos de forma que las reflexiones producidas no afecten a la medición.

La instrumentación principal utilizada es un sonómetro analizador portátil en tiempo real RION NL-32 equipado con un micrófono de medida RION UC-53A de campo libre.

En las siguientes fotografías se muestran distintas situaciones y ubicaciones del micrófono durante el proceso de toma de datos.



Ilustración 3. Proceso de registro de niveles sonoros.

Dado que el nivel de ruido registrado en cada localización es fluctuante en función de la densidad de tráfico instantáneo, se ha considerado un tiempo de registro comprendido entre los 8 y 15 minutos muestreados temporalmente. Este tiempo de adquisición es suficiente y permite determinar los parámetros analizados para cada periodo. El registro se ha llevado a cabo en los 4 puntos identificados.

Los niveles sonoros registrados para cada Punto según los periodos evaluados: Ld (nivel promedio en el periodo día), Le (nivel promedio en el periodo tarde) y Ln (nivel promedio en el periodo noche), son los recogidos en la siguiente tabla:

		L _{Aeq} (dB(A))
PUNTO1	Ld	60,0
	Le	59,7
	Ln	50,4
PUNTO2	Ld	58,0
	Le	57,4
	Ln	54,5
PUNTO3	Ld	54,3
	Le	50,5
	Ln	48,7
PUNTO4	Ld	45,3
	Le	44,6
	Ln	-

En el punto 4 no hay registro de nivel sonoro en el periodo noche ya que las condiciones de seguridad para efectuar dicha medición no eran suficientes.

Estos **niveles de presión sonora** serán los utilizados para realizar la **calibración del modelo acústico**.

4.2. DESARROLLO DEL MODELO ACÚSTICO

La obtención de los niveles de ruido mediante modelos de simulación, lleva consigo tres etapas claramente identificables: Caracterización de la fuente de emisión de ruido, Estudio de la propagación acústica y Procedimiento de obtención de los mapas. Cada una de estas etapas se describe en los siguientes epígrafes:

Caracterización de las fuentes de emisión de ruido

- **Fuentes de ruido existentes en el exterior del área urbanizable:**

Las fuentes de ruido localizadas en el área de estudio corresponden:

- **Tráfico rodado.** Las principales vías consideradas en el estudio son, La Avenida de los Cipreses, la Calle Julita Ramos y la Calzada de Medina. También se ha considerado la Calle Río Aragón, por su proximidad al punto 2 de medición.
- **Subestación eléctrica.** En el modelo de predicción también se ha tenido en cuenta la presencia de una subestación eléctrica, que contribuye a un aumento del nivel sonoro. Dicha subestación tras el desarrollo urbanístico será desplazada evitando así la intersección con el trazado de los nuevos viales.

A continuación se puede localizar cada vía considerada:



Ilustración 4. Localización de las fuentes de ruido.

El número de vehículos ligeros y vehículos pesados que circulan por cada vía se han determinado mediante un aforo "in-situ", cuyo resultado por vía y periodo horario es el recogido en la siguiente tabla (número de vehículos/hora):

Nombre carretera	Periodo	Sentido	Vehículos / hora	% Pesados
Calle de Julita Ramos	Día	Oeste	28	0,00%
		Este	20	0,00%
	Tarde	Oeste	44	0,00%
		Este	60	0,00%
	Noche	Oeste	6	0,00%
		Este	12	0,00%
Avda de los Cipreses	Día	Norte	858	5,59%
		Sur	1032	7,56%
	Tarde	Norte	462	3,90%
		Sur	762	0,80%
	Noche	Norte	336	0,00%
		Sur	288	0,00%
Calzada de Medina	Día	Oeste	20	0,00%
		Este	16	0,00%
	Tarde	Oeste	20	0,00%
		Este	8	0,00%
	Noche	Oeste	6	0,00%
		Este	6	0,00%

- **Fuentes de ruido existentes en el interior del área urbanizable:**

Tráfico rodado:

Se ha realizado un análisis de las vías de tráfico rodado localizadas en el interior del área urbanizable, y se ha estimado tráfico en las principales vías de acceso a los bloques de viviendas proyectados.

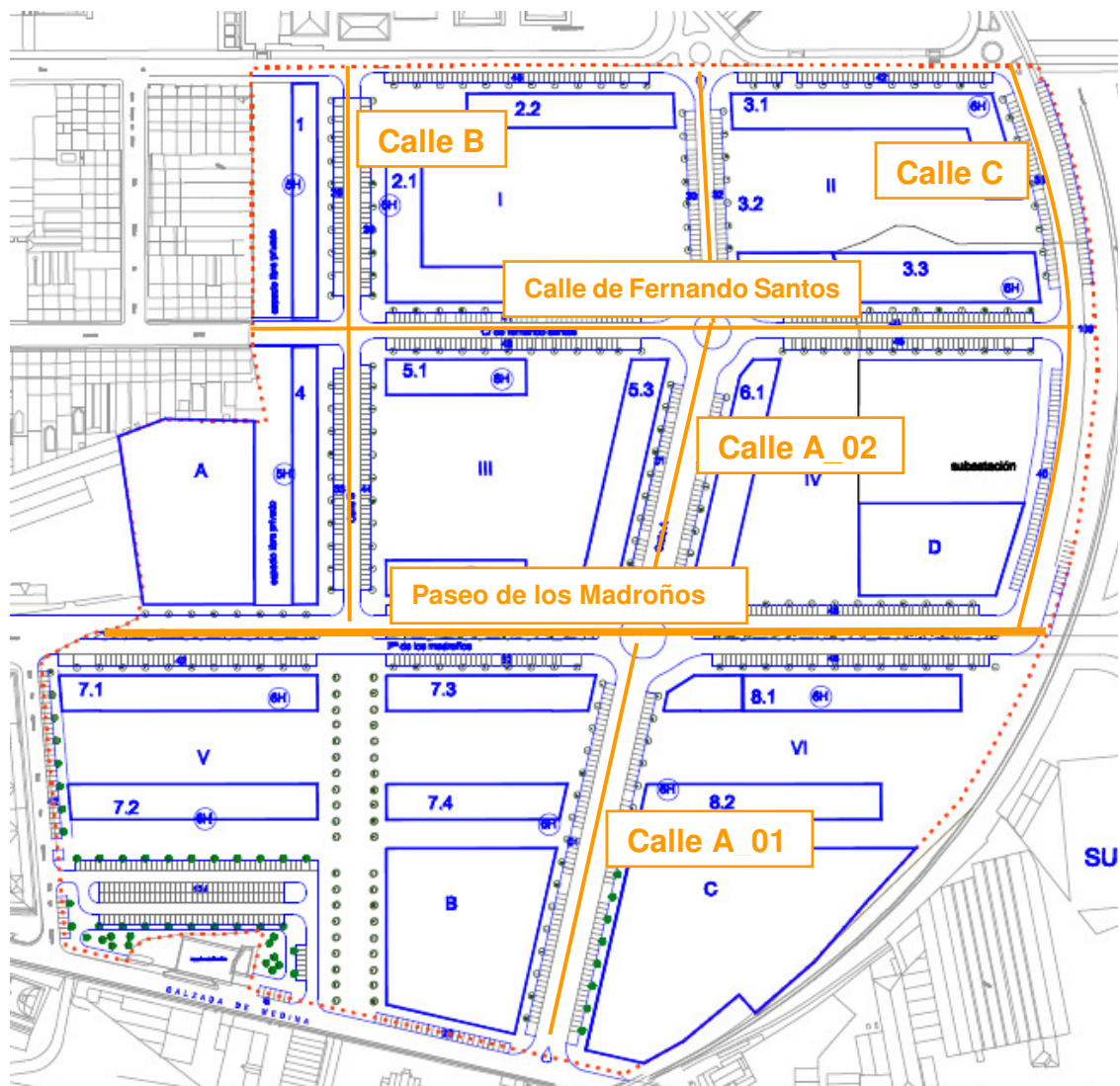


Ilustración 5. Viales considerados (naranja).

El tráfico rodado previsto en el nuevo vial, se ha determinado en función del número máximo de viviendas proyectadas en el sector.

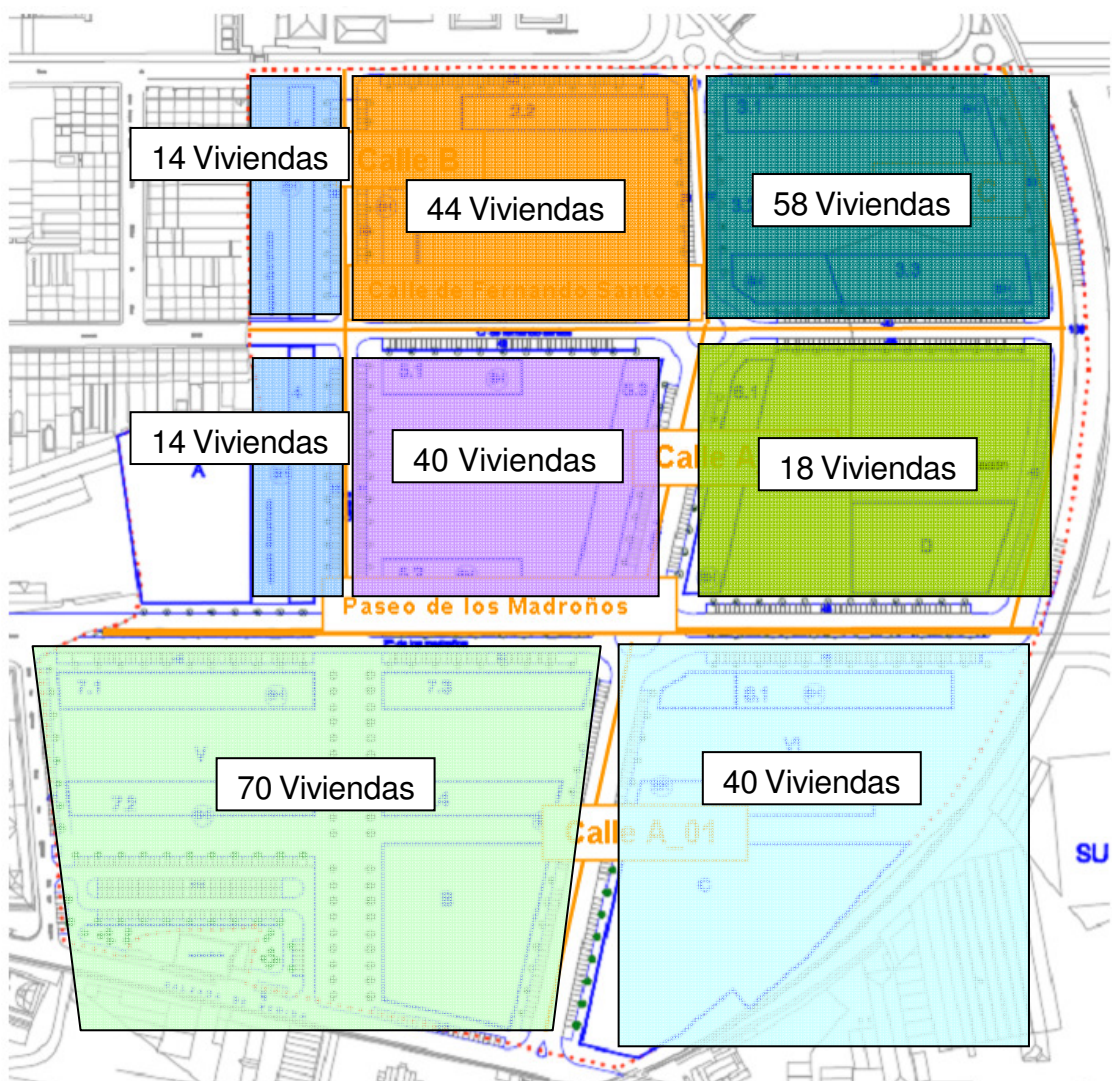
En base a la superficie de los edificios proyectados, se estima la construcción de 298 viviendas. Se ha considerado un vehículo por vivienda, y un número fijo de movimientos al día por cada vehículo. Los movimientos estimados serán:

En el periodo día, 3 movimientos. 1 por la mañana y 2 al mediodía.

En el periodo tarde, 1 movimiento.

En el periodo noche, se ha considerado que habrá movimiento de vehículos en una cuarta parte de las viviendas.

Dentro del sector se consideran 8 zonas de viviendas, y en consecuencia, se reparte el tráfico por las calles adyacentes. A continuación se muestra en detalle el reparto de este tráfico.



Tras el análisis realizado, el número de vehículos previstos que circularán por el nuevo sector en una hora, y periodo de operación (día, tarde y noche) es el recogido en la siguiente tabla:

Nº de Calle	Periodo	Nº Vehículos/hora
A_01	Día	19
	Tarde	10
	Noche	2
A_02	Día	11
	Tarde	5
	Noche	1
B	Día	6
	Tarde	3
	Noche	1
C	Día	7
	Tarde	3
	Noche	1
Calle de Fernando Santos	Día	14
	Tarde	7
	Noche	2
Paseo de los Madroños	Día	18
	Tarde	10
	Noche	2

Estudio de la propagación acústica

▪ **Método de cálculo**

El modelo de cálculo predictivo en 3 dimensiones, se ha desarrollado a través del software comercial, CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) versión 4.1, en el cual están implementados los modelos de predicción de ruido recomendados por la "**Directiva Europea 2002/49/CE de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión de ruido ambiental**" y la "**Recomendación de la Comisión 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 correspondiente**".

En particular, en este estudio, la fuente de ruido existente es el tráfico rodado y el modelo del ruido debido al tráfico rodado se basa en el **método nacional de cálculo francés "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)"** recogido en el "Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6" y en la norma francesa "XPS 31-133"

▪ **Caracterización del área de estudio: curvas de nivel, puntos de cota, carreteras, líneas de ferrocarril, edificios, obstáculos**

A partir de la cartografía aportada por el cliente y de cartografía propia se ha desarrollado la cartografía de la zona de estudio y del entorno próximo.

El área de estudio se caracteriza para su simulación mediante la definición de los siguientes elementos geométricos: curvas de nivel, puntos de cota, plataforma de la carretera, líneas de ferrocarril, edificios y obstáculos.

▪ **Obstáculos**

La recopilación de datos referentes a obstáculos acústicos (pantallas acústicas), se ha obtenido en trabajo de campo y ortofotos disponibles. En las visitas de campo no se ha detectado la existencia de este tipo de obstáculos necesarios para incluir en el modelo acústico.

▪ **Datos meteorológicos**

Teniendo en cuenta los requerimientos de la Ley 37/2003 del Ruido y de la Directiva Europea 2002/49/CE se emplea el siguiente criterio en lo relativo a los porcentajes de ocurrencia de condiciones favorables a la propagación del ruido: período día: 50%, período tarde: 75% y período noche: 100%.

Además, por defecto se tomará una temperatura de 15° C y una humedad relativa del 70%.

▪ **Definición de los periodos horarios**

La Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León, Anexo II, establece la hora de comienzo y fin del periodo día (7:00 – 19:00h), periodo tarde (19:00 – 23:00h) y periodo noche (23:00 – 7:00h), correspondiéndole 12 horas al día, 4 horas a la tarde y 8 horas a la noche.

▪ **Parámetros de cálculo**

La Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León, anexo II, establece los parámetros de cálculo definidos según:

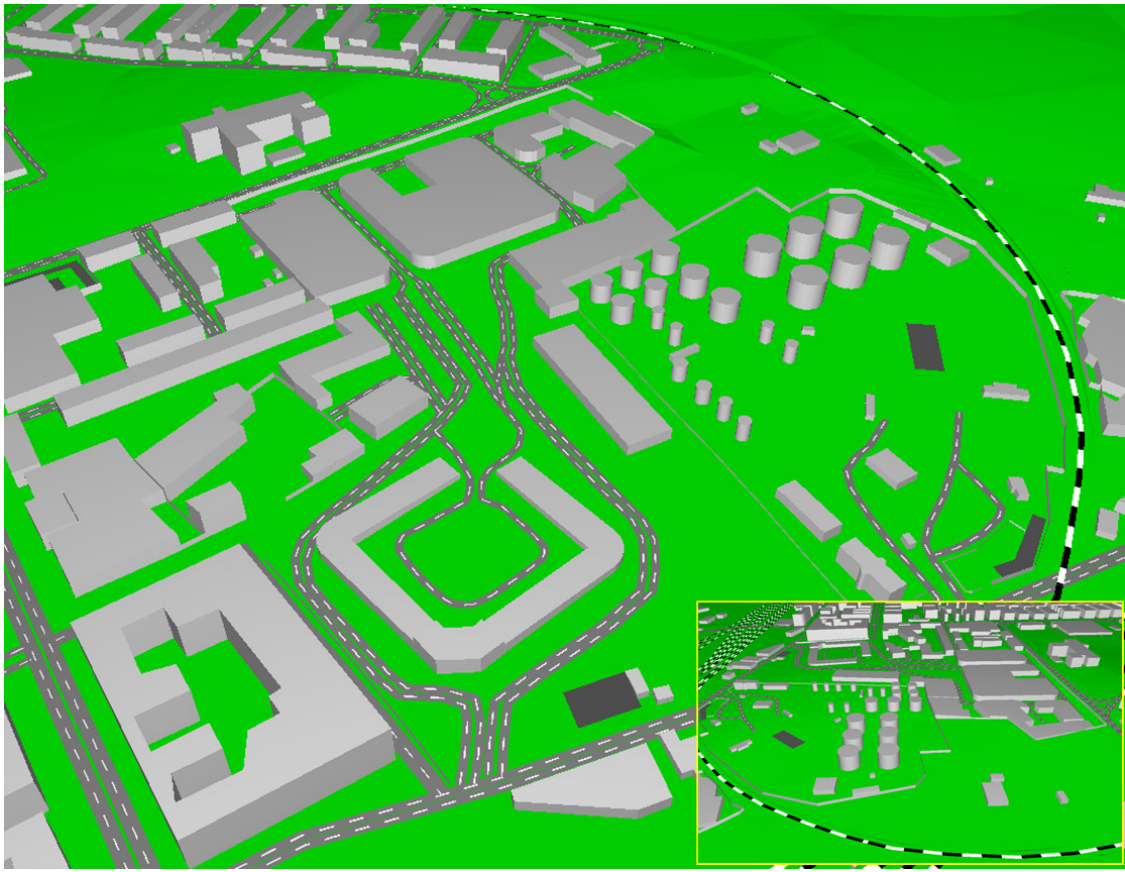
- ***L_d* (Índice de ruido día):** es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
- ***L_e* (Índice de ruido tarde):** es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
- ***L_n* (Índice de ruido noche):** es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período noche, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.
- ***L_{den}* (Índice de ruido día-tarde-noche):** es el indicador de ruido asociado a la molestia global, es el nivel día-tarde-noche en dB ponderado A, y se determina mediante la formula siguiente:

$$L_{den} = 101g \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

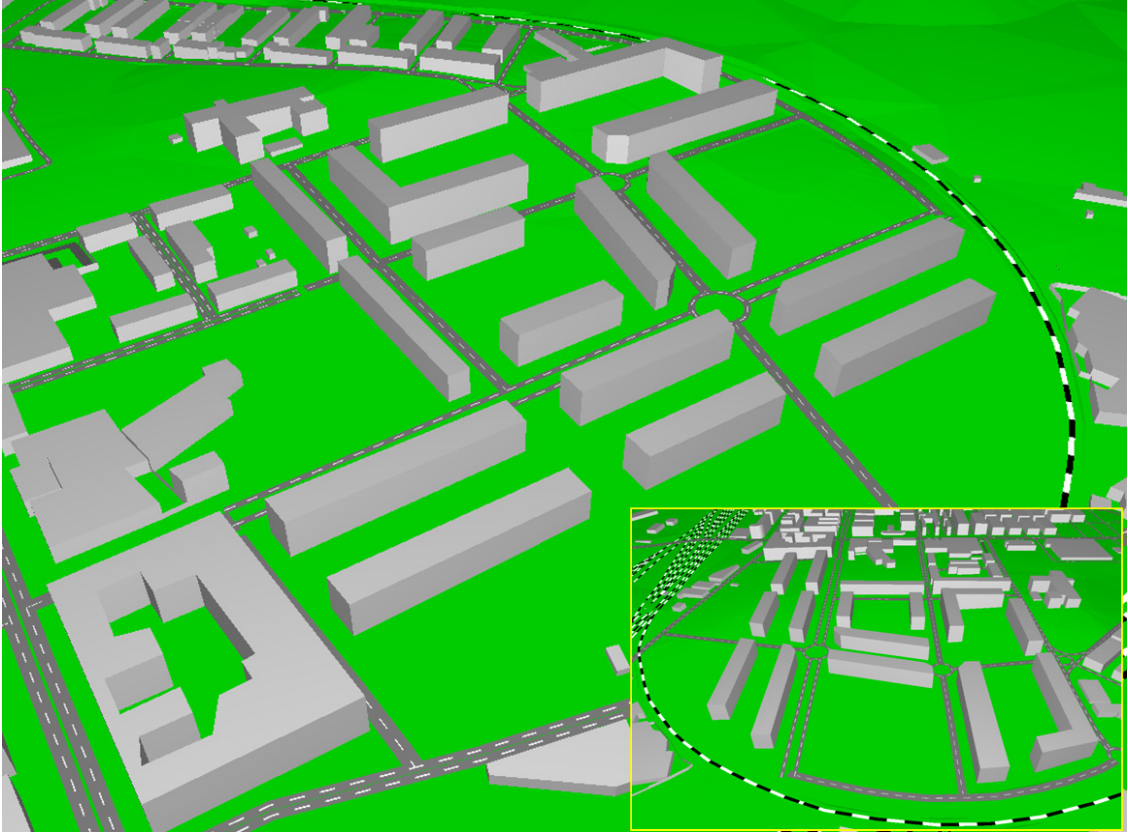
- **Modelo de cálculo obtenido**

El Modelo Digital del Terreno (MDT) correspondiente al modelo de cálculo construido en 3 dimensiones se refleja en las siguientes ilustraciones, para la situación preoperacional y operacional. En dicho MDT es tal como se muestra a continuación y en el cual se han definido los parámetros descritos en los apartados anteriores.

Modelo acústico preoperacional (Previo al Desarrollo Urbanístico):



Modelo acústico operacional (Posterior al Desarrollo Urbanístico):



Procedimiento de obtención de los mapas

El proceso de edición de mapas de nivel y afección, se han realizado mediante el software de Gestión de Sistema de Información Geográfica (GIS) de la empresa Esri denominado ArcVIEW, (versión 10.0). Este programa facilita la edición y generación de mapas con las reseñas principales en el mapa. Tipos de mapas:

Mapas de niveles sonoros: Se reproducen los mapas de nivel según los indicadores: Lden, Ldia, Ltarde y Lnoche.

Los mapas de niveles sonoros se obtienen mediante la representación gráfica de las curvas isófonas y el coloreado de las áreas ocupadas por al menos los niveles correspondidos entre 30-35 dB(A), 35-40 dB(A), 40-45 dB(A), 45-50 dB(A), 50-55 dB(A), 55-60 dB(A), 60-65 dB(A), 65-70 dB(A), 70-75 dB(A) y más de 75 dB(A), para los indicadores Lden, Ldía, Ltarde y Lnoche.

4.3. VALIDACIÓN DEL MODELO ACÚSTICO

Las mediciones de ruido, en la zona de estudio, tienen por objeto obtener los valores actuales de molestia acústica para ser comparados con el modelo de predicción actual y valorar la validez del modelo para así ser aplicado a la situación futura con garantías.

La siguiente tabla presenta, la diferencia de nivel sonoro existente en el periodo de día, tarde y noche entre el nivel obtenido en las mediciones realizadas “in-situ” [dB(A)] y el nivel sonoro obtenido en el modelo de simulación [dB(A)].

		L _{Aeq} (dB(A))	Modelo simulación	L _{Aeq} (dB(A)) - Modelo
PUNTO1	Ld	60,0	58,0	2,0
	Le	59,7	60,1	0,4
	Ln	50,4	52,6	2,2
PUNTO2	Ld	58,0	58,8	0,8
	Le	57,4	56,9	0,5
	Ln	54,5	52,3	2,2
PUNTO3	Ld	54,3	54,9	0,6
	Le	50,5	52,5	2,0
	Ln	48,7	50,1	1,4
PUNTO4	Ld	45,3	44,8	0,5
	Le	44,6	45,5	0,9
	Ln	-	-	-

Tabla 4. Valor de niveles sonoros medidos “in-situ” vs modelo de simulación.

La diferencia entre los niveles de ruido obtenidos en el modelo de predicción y las mediciones realizadas “in-situ”, es inferior a 3 dBA en valor absoluto (mínimo de percepción humana) en todo el modelo del estudio.

Por lo tanto, el modelo de predicción se considera adecuado para la evaluación de los niveles acústicos en cualquier punto de la zona de estudio.

4.4. REPRESENTACIÓN DE LAS CURVAS ISOFÓNAS DEL ESTADO PREOPERACIONAL Y DEL ESTADO OPERACIONAL

A partir del modelo acústico validado y configurados los parámetros de cálculo se obtienen los niveles sonoros existentes en la zona de estudio. En el presente estudio se han representado mediante curvas isófonas los mapas de nivel sonoro actual (previo a la situación urbanizada) y la situación operacional (con la urbanización prevista).

Por lo tanto, según establece la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León (Anexo II), los indicadores de ruido representados mediante curvas isófonas son los siguientes:

- ***L_d* (Índice de ruido día):** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
- ***L_e* (Índice de ruido tarde):** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
- ***L_n* (Índice de ruido noche):** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2:1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.
- ***L_{den}* (Índice de ruido día-tarde-noche):** es el indicador de ruido asociado a la molestia global, es el nivel día-tarde-noche en dB ponderado A.

Los planos presentados son los siguientes:

- ***Anexo I:*** Plano de localización
- ***Anexo II:*** Mapas de nivel, situación preoperacional
- ***Anexo III:*** Mapas de nivel, situación operacional

5.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

El futuro desarrollo urbanístico del nuevo sector, estará constituido por suelo de uso predominante residencial, (según la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León. Artículo 8 – Tipos de áreas acústicas, se trata de un Área levemente ruidosa (Tipo II)).











De modo que, en base al tipo de área receptora para situación de nuevo desarrollo, el nivel de ruido ambiental no podrá superar los siguientes Objetivos de Calidad Acústica (Anexo II):

Tipo de área acústica		Índice de ruido dB(A)			
		Ld 7h – 19h	Le 19h – 23h	Ln 23h – 7h	Lden
TIPO II	Área levemente ruidosa	60	60	50	61

Tabla 5. Valores límite de niveles sonoros ambientales.

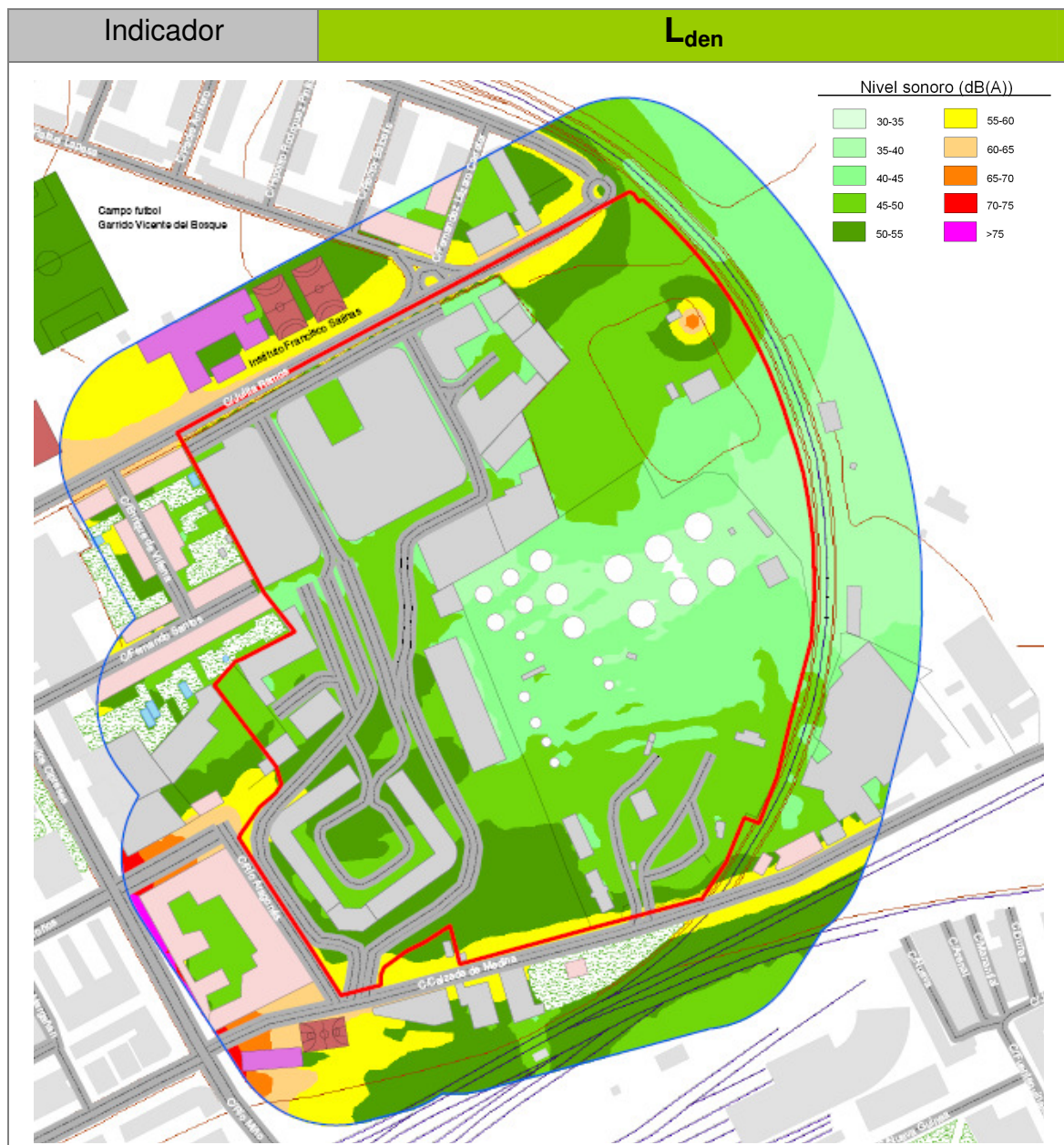
Los mapas están representados mediante isófonas, en bandas de 5 dBA de nivel sonoro. Estos niveles se han calculado mediante una malla con receptores equiespaciados cada 5 metros, y cada color representa un nivel sonoro dentro de la banda de nivel correspondiente.

Los códigos de colores utilizados en la representación de los mapas para los indicadores Lden, Ldía, Ltarde y Lnoche son los siguientes:

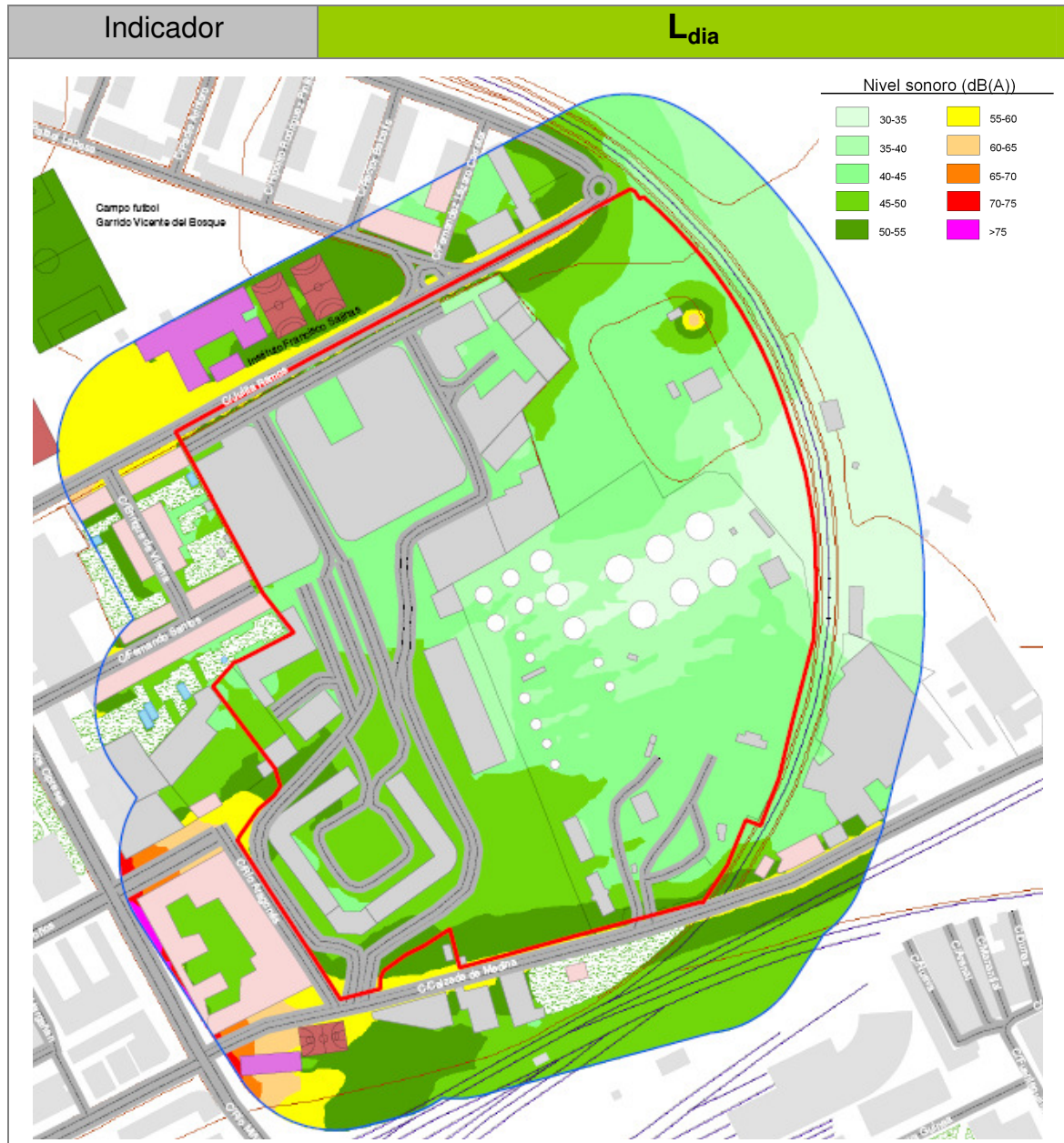
Nivel sonoro (dB(A))			
	30-35		55-60
	35-40		60-65
	40-45		65-70
	45-50		70-75
	50-55		>75

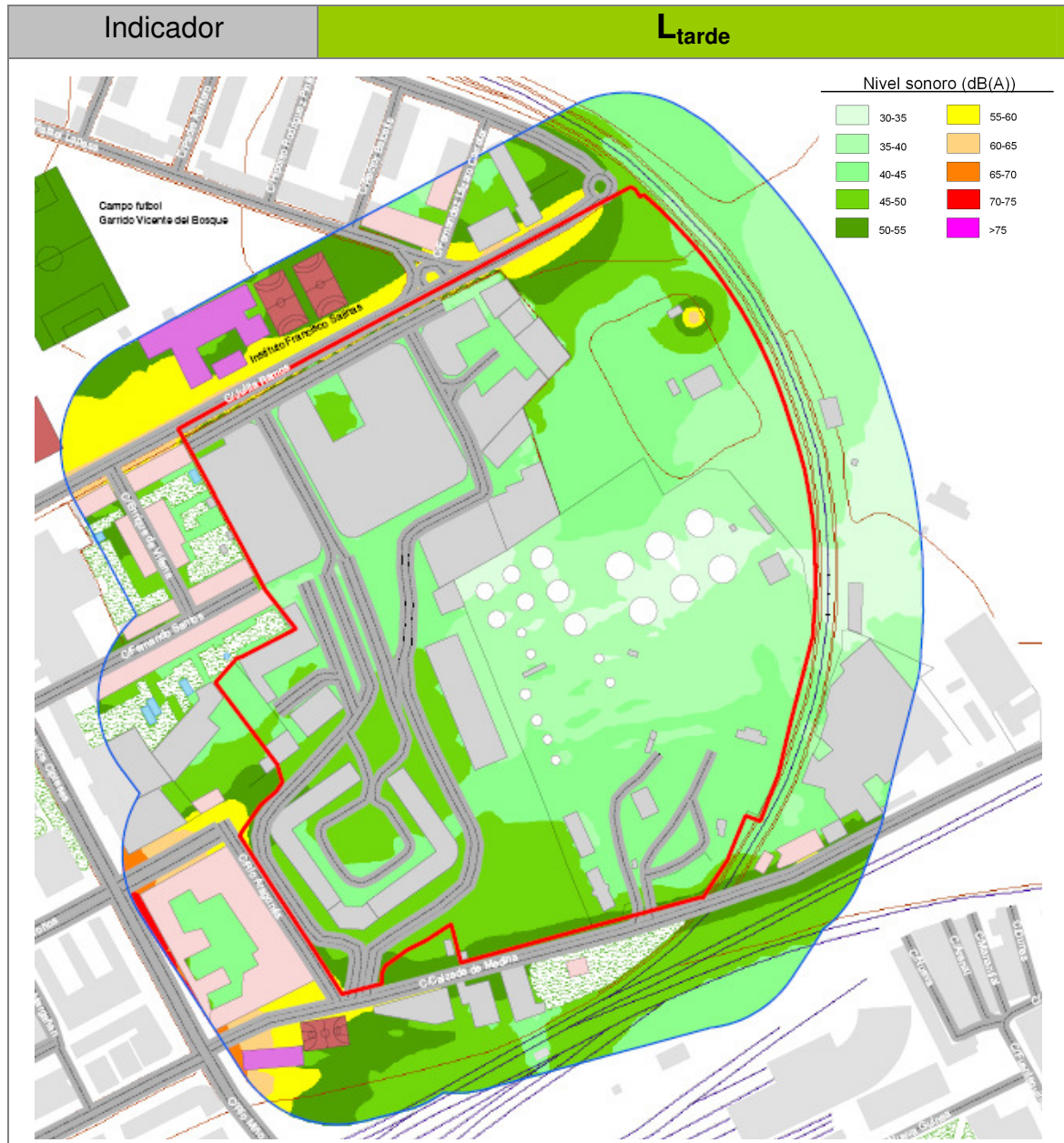
5.1. SITUACIÓN PREOPERACIONAL

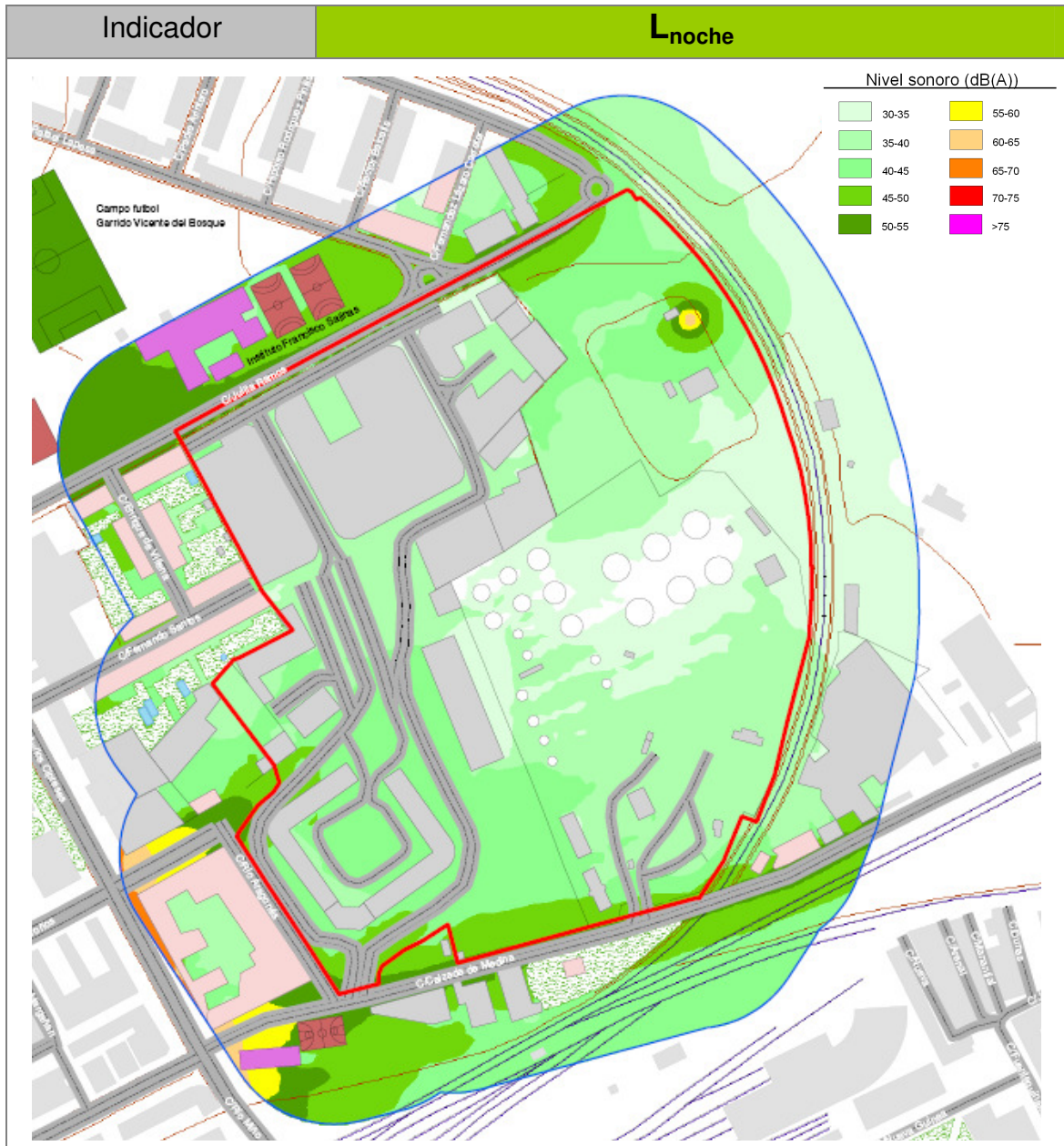
El ruido ambiental obtenido en el área urbanizable previo al desarrollo urbanístico y según las simulaciones realizadas, es el recogido en las siguientes tablas a modo de resumen³. Cada una de las cuales corresponde a los valores según el índice de ruido evaluado Lden, Ldía, Ltarde y Lnoche.



³ Para más detalle ver Anexo II

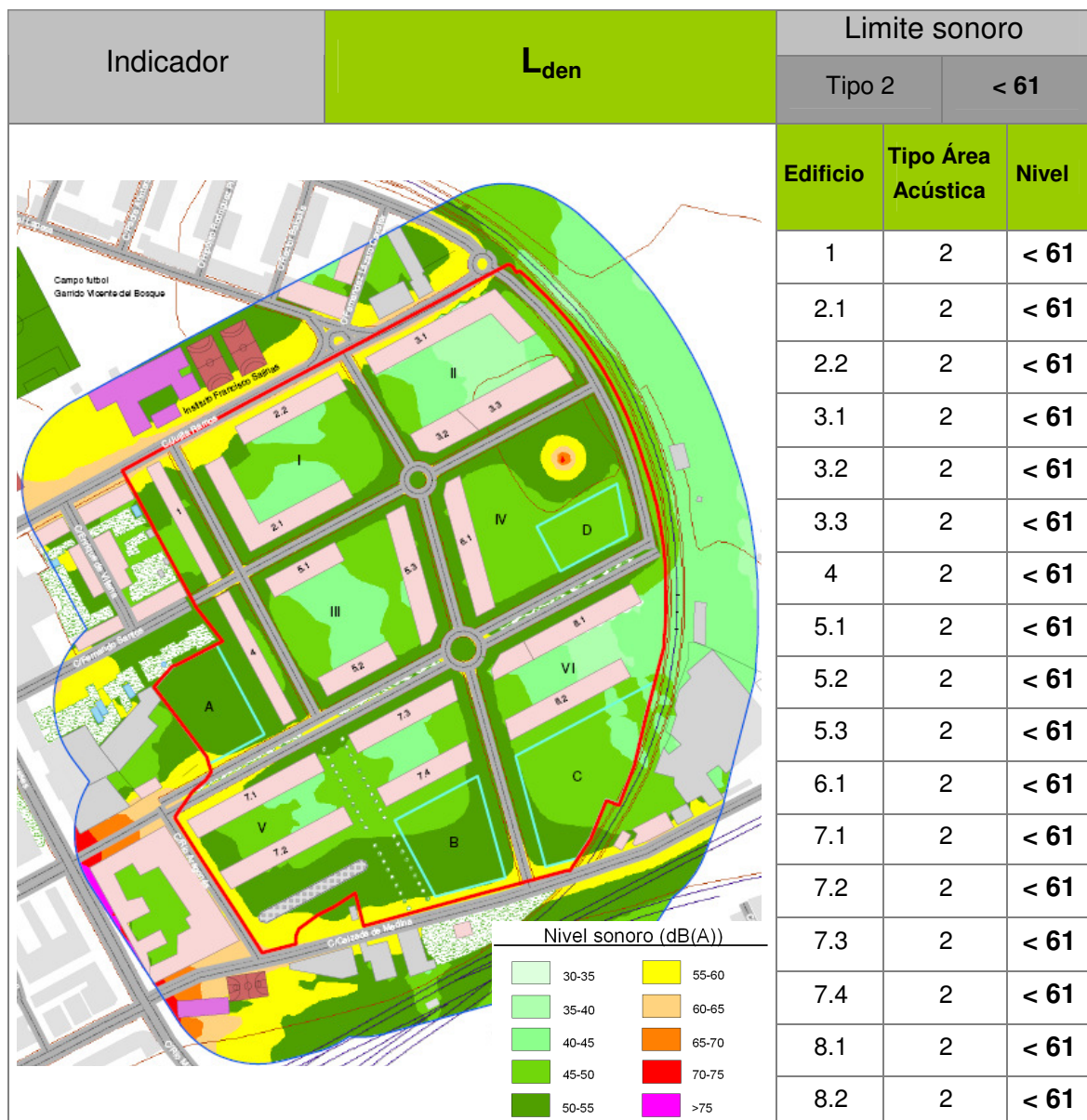




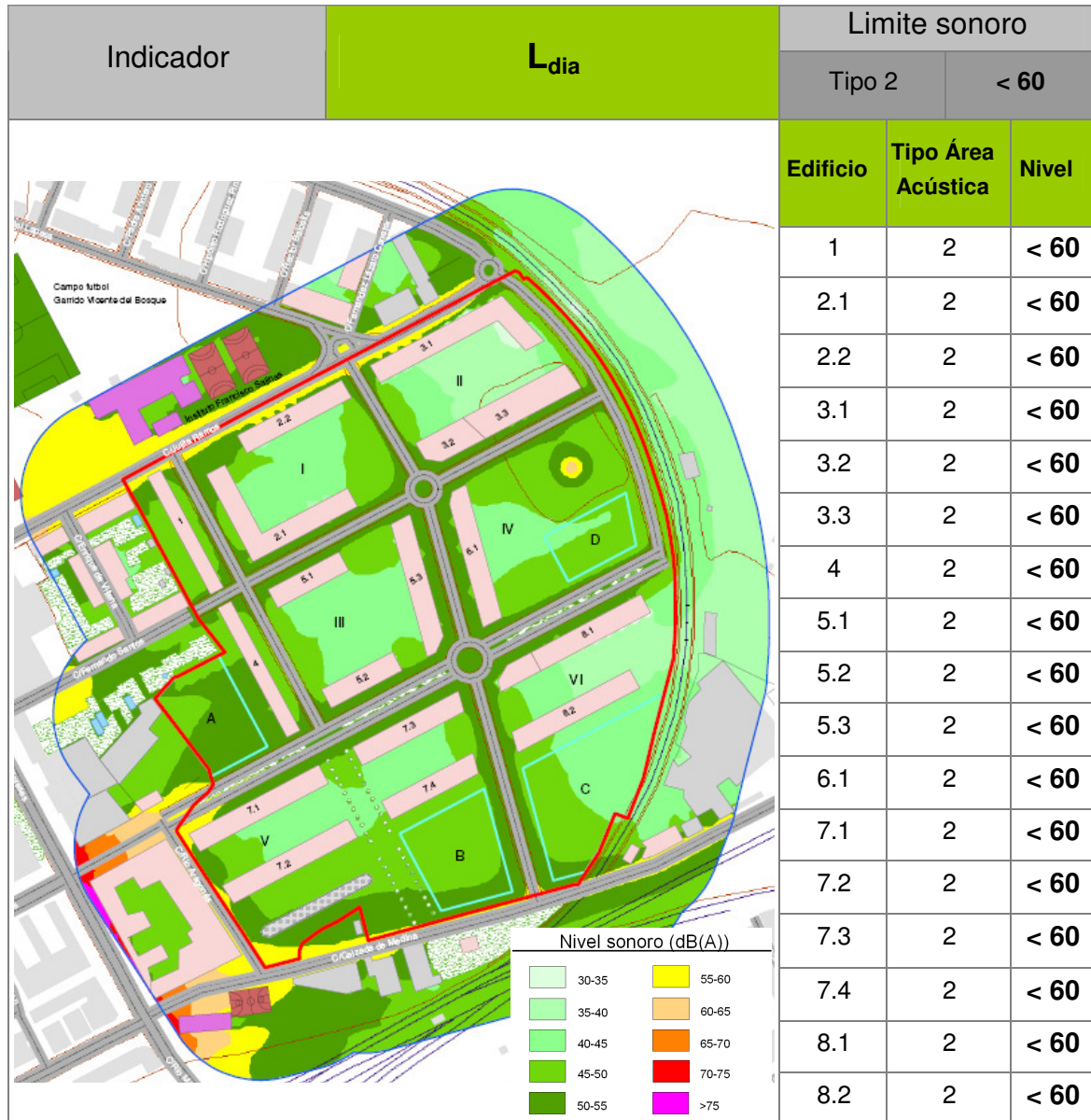


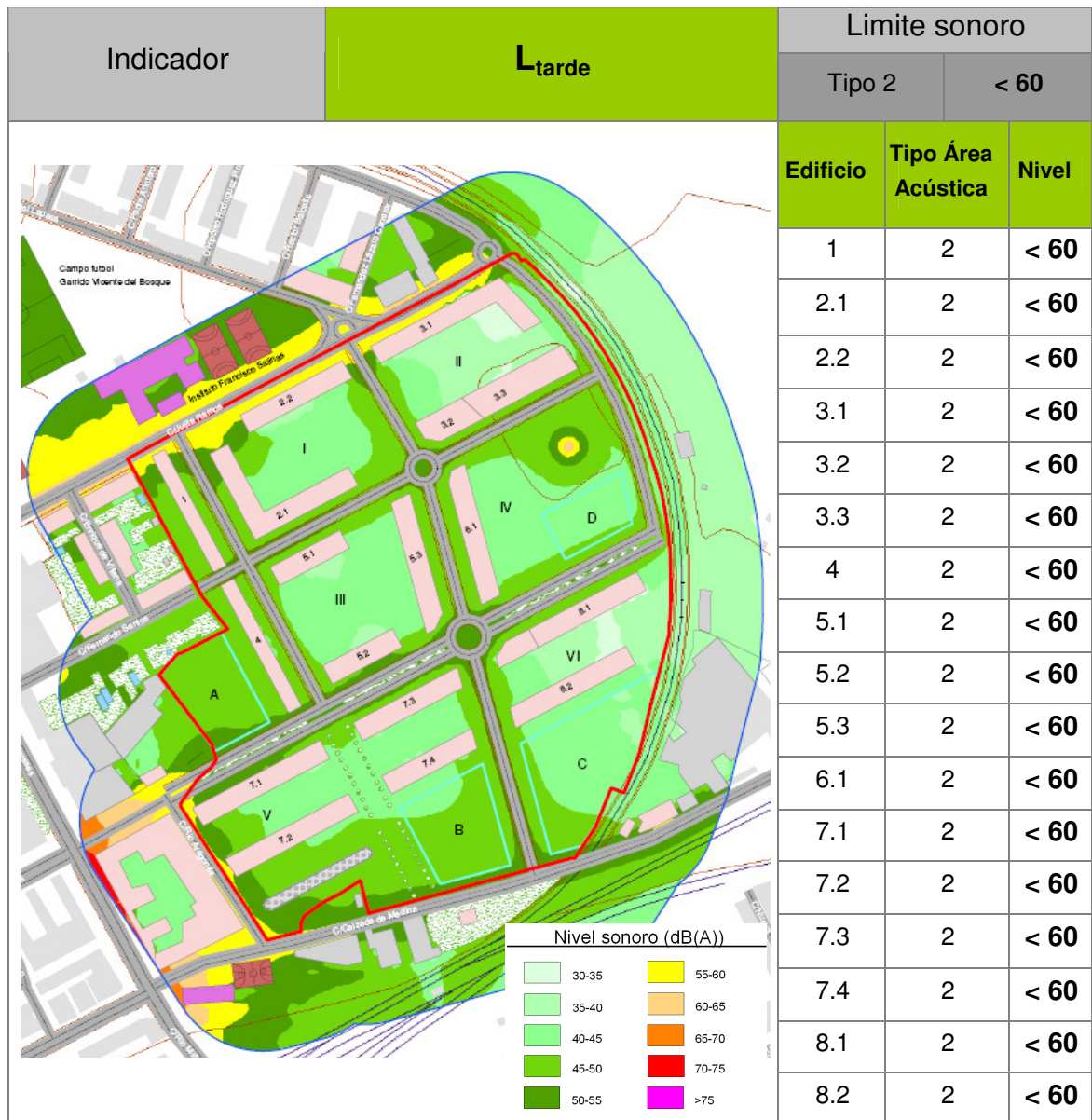
5.2. SITUACIÓN OPERACIONAL

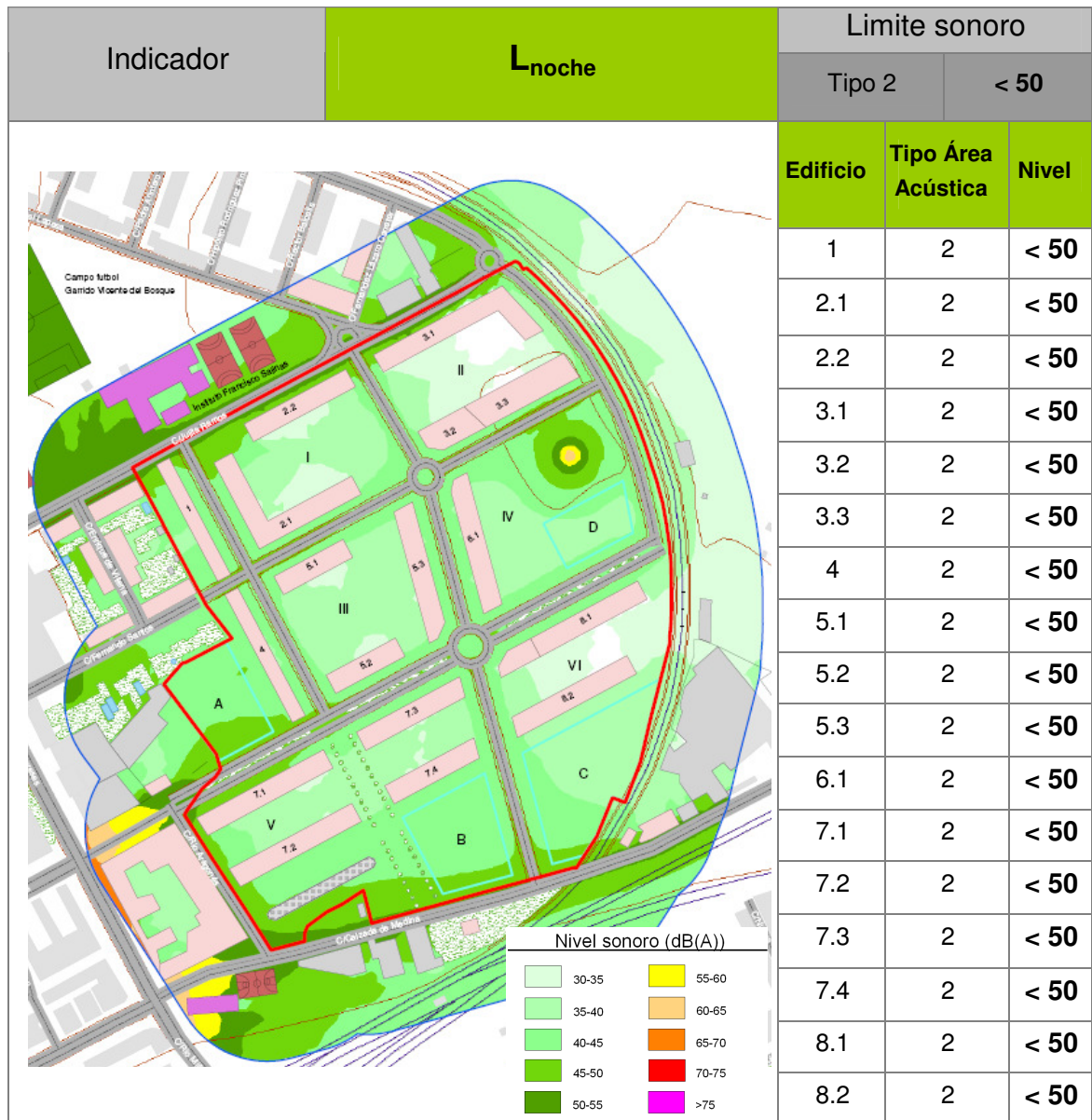
El ruido ambiental obtenido en el área urbanizable posterior al desarrollo urbanístico y según las simulaciones realizadas, es el recogido en las siguientes tablas a modo de resumen⁴. Cada una de las cuales corresponde a los valores según el índice de ruido evaluado Lden, Ldía, Ltarde y Lnoche.



⁴ Para más detalle ver Anexo III







5.3. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el apartado 5.2 SITUACIÓN OPERACIONAL, se concluye que en los Edificios no hay superación de los Valores Límite de Niveles Sonoros Ambientales⁵.

La siguiente tabla recoge para cada edificio considerado en el desarrollo urbanístico y el tipo de Área Acústica al que pertenece⁶ el nivel sonoro ambiental expuesto, indicando si éste es inferior o superior al límite permitido:

Edificio	Tipo Área Acústica	Lden	Ldía	Ltarde	Lnoche	Requerimiento
1	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
2,1	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
2,2	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
3,1	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
3,2	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
3,3	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
4	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
5,1	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
5,2	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
5,3	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
6,1	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
7,1	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
7,2	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
7,3	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
7,4	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
8,1	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno
8,2	Tipo 2	< 61	< 60	< 60	< 50	Ninguno

⁵ establecidos en el Anexo II de la Ley 5/2009 de ruido de Castilla y León

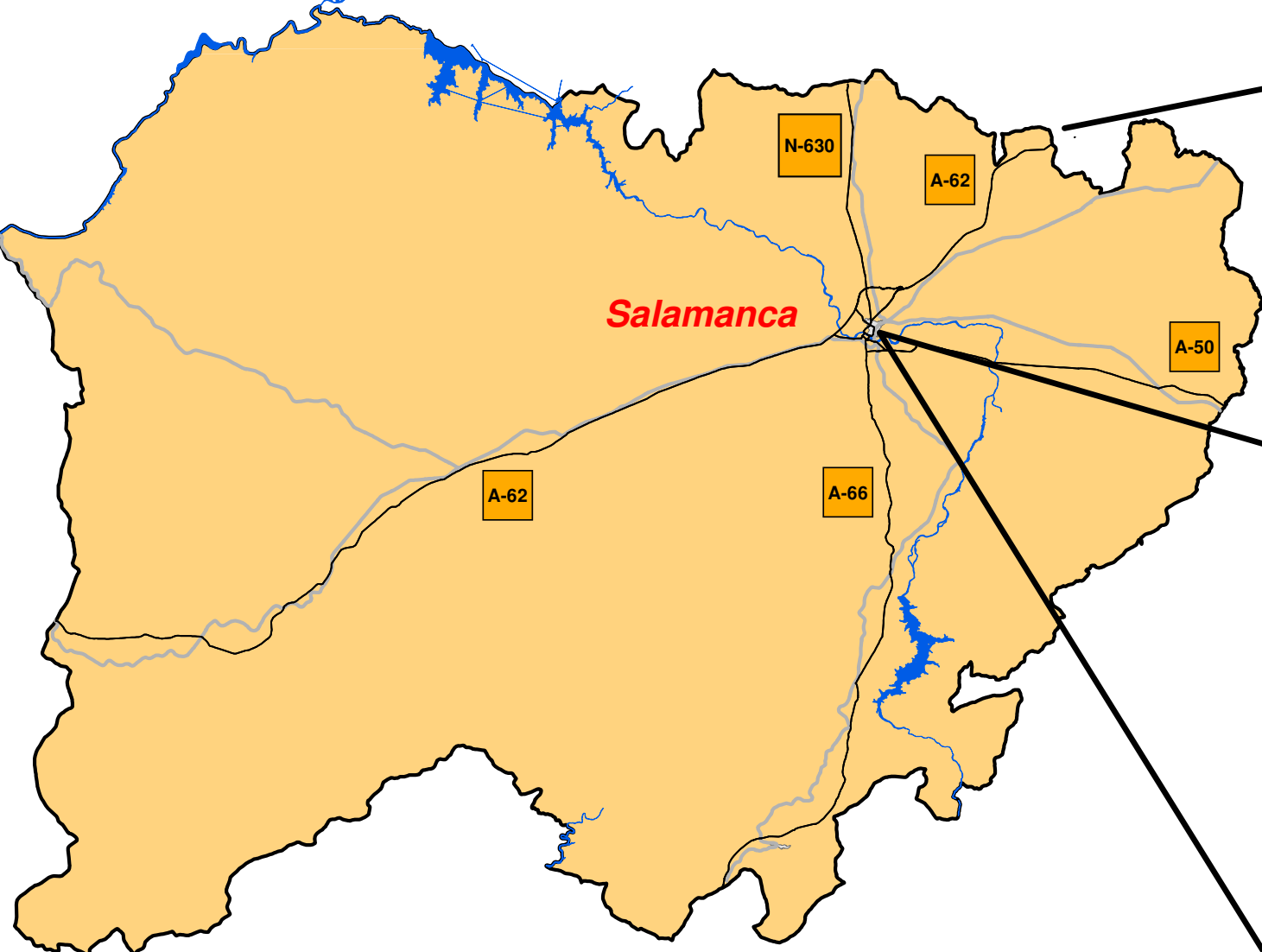
⁶ en función del uso predominante de los edificios proyectados en la parcela

ANEXOS:
ANEXO 1 – PLANO DE LOCALIZACIÓN

España



Salamanca



Plano Detalle Salamanca



Castilla y León



ANEXO 2 – MAPAS DE NIVEL, SITUACIÓN PREOPERACIONAL



MAPA ACÚSTICO SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

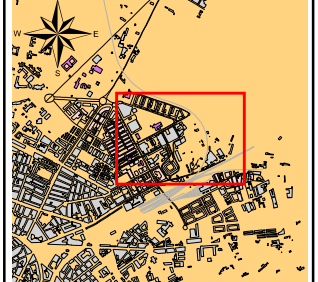
Tipos de edificio

[Pink Box]	Uso residencial
[Purple Box]	Uso sanitario o docente
[Grey Box]	Uso industrial o comercial
nº	nº edificios
I II III	Espacios libres públicos
IV V VI	Parcelas de equipamiento
A B	
C D	

Elementos cartográficos

[Grey Line]	Tráfico rodado
[Dashed Line]	Límite de municipio
[Crossed Line]	Ferrocarril
[Brown Line]	Curva de nivel
[Black Line]	Muros
[Green Pattern]	Vegetación
[Blue Box]	Agua
[Grey Box]	Parking
[Blue Outline]	Area de Estudio
[Red Outline]	Area urbanizable
[Cyan Outline]	Area equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





MAPA ACÚSTICO
SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

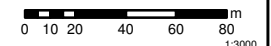
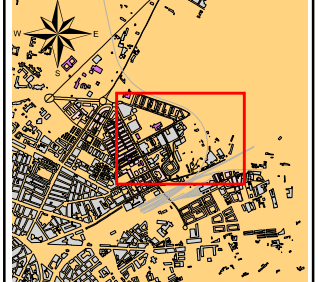
Tipos de edificio

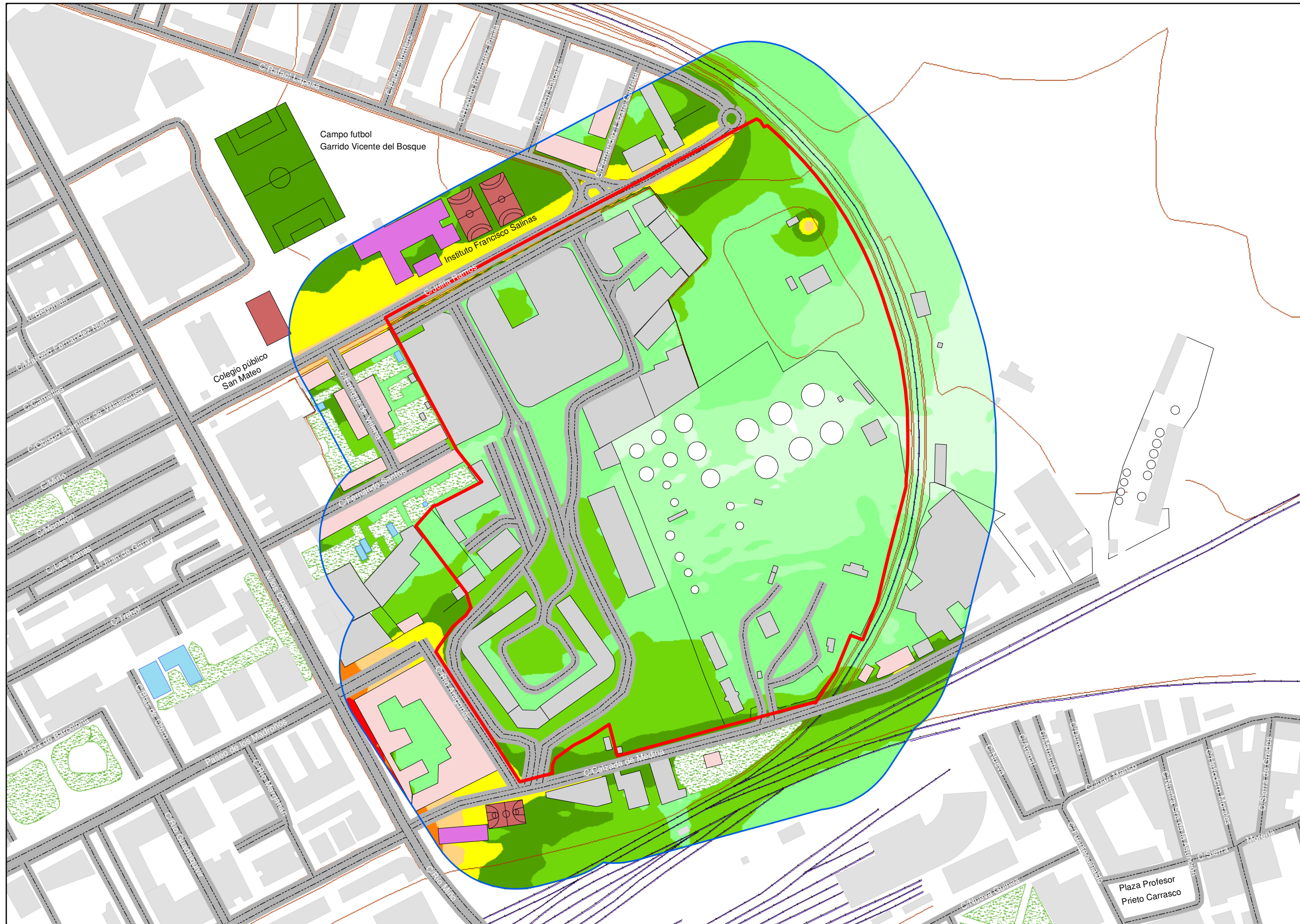
- Uso residencial
- Uso sanitario o docente
- Uso industrial o comercial
- nº nº edificios
- I III Espacios libres públicos
- IV V VI
- A B Parcelas de equipamiento
- C D

Elementos cartográficos

- Tráfico rodado
- Límite de municipio
- Ferrocarril
- Curva de nivel
- Muros
- Vegetación
- Agua
- Parking
- Area de Estudio
- Area urbanizable
- Area equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





MAPA ACÚSTICO
SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

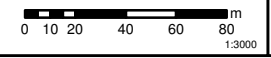
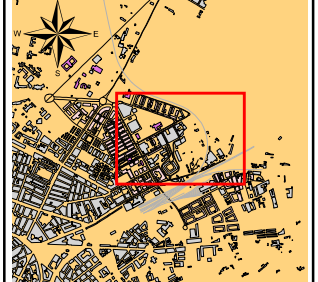
Tipos de edificio

- Uso residencial
- Uso sanitario o docente
- Uso industrial o comercial
- nº nº edificios
- I II III Espacios libres públicos
- IV V VI
- A B Parcelas de equipamiento
- C D

Elementos cartográficos

- Tráfico rodado
- Límite de municipio
- Ferrocarril
- Curva de nivel
- Muros
- Vegetación
- Agua
- P P P P Parking
- Area de Estudio
- Area urbanizable
- Area equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





MAPA ACÚSTICO
SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

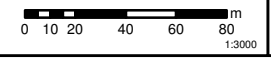
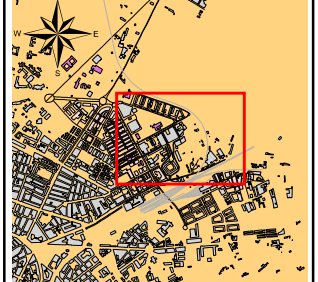
Tipos de edificio

- Uso residencial
- Uso sanitario o docente
- Uso industrial o comercial
- nº nº edificios
- I II III Espacios libres públicos
- IV V VI
- A B Parcelas de equipamiento
- C D

Elementos cartográficos

- Tráfico rodado
- Límite de municipio
- Ferrocarril
- Curva de nivel
- Muros
- Vegetación
- Agua
- P.P.P. Parking
- Area de Estudio
- Area urbanizable
- Area equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA



ANEXO 3 – MAPAS DE NIVEL, SITUACIÓN OPERACIONAL



MAPA ACÚSTICO SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

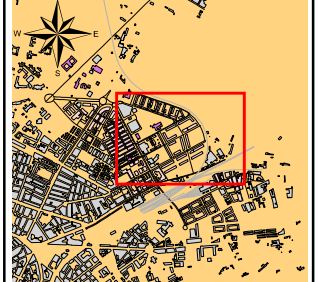
Tipos de edificio

[Pink Box]	Uso residencial
[Purple Box]	Uso sanitario o docente
[Grey Box]	Uso industrial o comercial
nº	nº edificios
I III	Espacios libres públicos
IV V VI	
A B	Parcelas de equipamiento
C D	

Elementos cartográficos

[Grey Line]	Tráfico rodado
[Dashed Line]	Límite de municipio
[Crossed Line]	Ferrocarril
[Brown Line]	Curva de nivel
[Black Line]	Muros
[Green Pattern]	Vegetación
[Blue Box]	Agua
[Grey Box]	Parking
[Blue Outline]	Area de Estudio
[Red Outline]	Area urbanizable
[Cyan Outline]	Area equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





MAPA ACÚSTICO SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

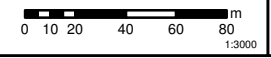
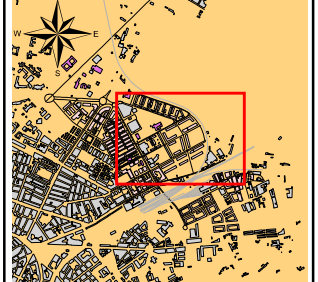
Tipos de edificio

- Uso residencial
- Uso sanitario o docente
- Uso industrial o comercial
- nº nº edificios
- I III Espacios libres públicos
- IV V VI
- A B Parcelas de equipamiento
- C D

Elementos cartográficos

- Tráfico rodado
- Límite de municipio
- Ferrocarril
- Curva de nivel
- Muros
- Vegetación
- Agua
- Parking
- Área de Estudio
- Área urbanizable
- Área equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





MAPA ACÚSTICO SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

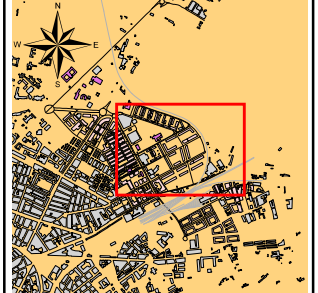
Tipos de edificio

[Pink box]	Uso residencial
[Purple box]	Uso sanitario o docente
[Grey box]	Uso industrial o comercial
nº	nº edificios
I II III	Espacios libres públicos
IV V VI	Espacios libres públicos
A B	Parcelas de equipamiento
C D	Parcelas de equipamiento

Elementos cartográficos

[Thick grey line]	Tráfico rodado
[Dashed line]	Límite de municipio
[Thin grey line]	Ferrocarril
[Brown line]	Curva de nivel
[Black line]	Muros
[Green pattern]	Vegetación
[Blue box]	Agua
[Grey box with P]	Parking
[Blue outline]	Area de Estudio
[Red outline]	Area urbanizable
[Cyan outline]	Area equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA





MAPA ACÚSTICO SALAMANCA

LEYENDA TEMÁTICA

Nivel sonoro (dB(A))

30-35	55-60
35-40	60-65
40-45	65-70
45-50	70-75
50-55	>75

Tipos de edificio

- Uso residencial
- Uso sanitario o docente
- Uso industrial o comercial
- nº nº edificios
- I III Espacios libres públicos
- IV V VI
- A B Parcelas de equipamiento
- C D

Elementos cartográficos

- Tráfico rodado
- Límite de municipio
- Ferrocarril
- Curva de nivel
- Muros
- Vegetación
- Agua
- Parking
- Área de Estudio
- Área urbanizable
- Área equipamiento

DISTRIBUCIÓN DE MINUTA

