

# **AVANCE URBANO, S.L.**



## **ESTUDIO ACÚSTICO DEL PLAN PARCIAL DEL SECTOR S-1 TALAMANCA DE JARAMA (MADRID)**

**Abril, 2006**



**PROYMASA  
PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES, S.A.**

# **AVANCE URBANO, S.L.**

## **PLAN PARCIAL DEL SECTOR S-1 TALAMANCA DE JARAMA (MADRID)**

### **ESTUDIO ACÚSTICO**

**Abril, 2006**



**PROYMASA  
PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES, S.A.**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN SONORA DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN.....</b>	<b>3</b>
2.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
2.2	FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.....	6
2.2.1	CARRETERAS.....	6
2.2.2	OTRAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.....	9
2.3	CAMPAÑA DE MEDIDAS.....	10
<b>3</b>	<b>PROGNOSIS DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN.....</b>	<b>14</b>
3.1	DESARROLLO DEL PLAN PARCIAL.....	14
3.2	EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.....	17
3.2.1	CARRETERAS.....	17
3.2.2	OTRAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.....	17
3.3	ESTUDIO DE TRÁFICO RODADO.....	18
3.3.1	TRÁFICO GENERADO POR LOS NUEVOS DESARROLLOS.....	19
3.3.2	TRÁFICO ZONAL.....	29
<b>4</b>	<b>PREDICCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO.....</b>	<b>30</b>
4.1	MODELIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE SONORO.....	30
4.1.1	FASE DE EMISIÓN.....	30
4.1.2	FASE DE PROPAGACIÓN.....	34
4.1.3	FASE DE RECEPCIÓN.....	45
4.2	PROGRAMA PREDICTOR.....	49
4.2.1	RECEPTORES Y MAPAS DE ISÓFONAS.....	51
4.2.2	PARÁMETROS GENERALES DE CÁLCULO.....	52
4.3	MODELIZACIÓN DE LA SITUACIÓN POSTOPERACIONAL.....	53
<b>5</b>	<b>CRITERIOS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS ACÚSTICOS.....</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACÚSTICOS.....</b>	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....</b>	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>DEFINICIÓN DE ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA.....</b>	<b>61</b>

## **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, por un lado, a elevar el grado de bienestar social, y por otro, a disminuir la calidad ambiental, y en particular, al aumento de la contaminación acústica.

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

Dentro de este contexto, la Ley 10/1991 de 4 de abril para la Protección del Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid establece como infracción ambiental, entre otras, la descarga en el medio ambiente de formas de energía, incluida la sonora, que pongan en peligro la salud humana y los recursos naturales, supongan un deterioro de las condiciones ambientales o afecten al equilibrio ecológico general.

Posteriormente, el 8 de julio de 1999, la Comunidad de Madrid aprobó el Decreto 78/1999 Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica, cuyo objeto es prevenir, vigilar y corregir la contaminación acústica que afecta tanto a las personas como al medio ambiente.

La Unión Europea también 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 ha sido recientemente transpuesta a la legislación nacional mediante la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido. En la actualidad esta legislación ha dado lugar a un gran debate de repercusión nacional sobre la importancia de la prevención de la contaminación acústica.

En este marco de prevención, el presente estudio pretende dar satisfacción a las consideraciones ambientales demandadas por la Consejería de Medio Ambiente en relación al desarrollo del Plan Parcial del Sector S-1 de Talamanca del Jarama (Madrid).

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

- Definición del área de estudio.

- Determinación de criterios de valoración de impactos acústicos.
- Campaña de medida de niveles sonoros para determinación de la situación actual.
- Predicción de los niveles de ruido según el programa informático PREDICTOR TYPE 8710 versión 4.11 de la empresa Brüel & Kjaer.
- Valoración de los impactos sonoros en las áreas de recepción.
- Estudio de viabilidad de medidas correctoras.
- Definición de Áreas de Sensibilidad Acústica.

## 2 CARACTERIZACIÓN SONORA DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El municipio de Talamanca de Jarama, Se encuentra en la zona noreste de la Comunidad de Madrid a 45 Km de la capital, una altitud de 645 m. Con una extensión con una extensión de 39,39 Km<sup>2</sup>, el municipio de Talamanca de Jarama incorpora el Sector S-1 clasificado por las Normas Subsidiarias de Planeamiento como Suelo Urbanizable.

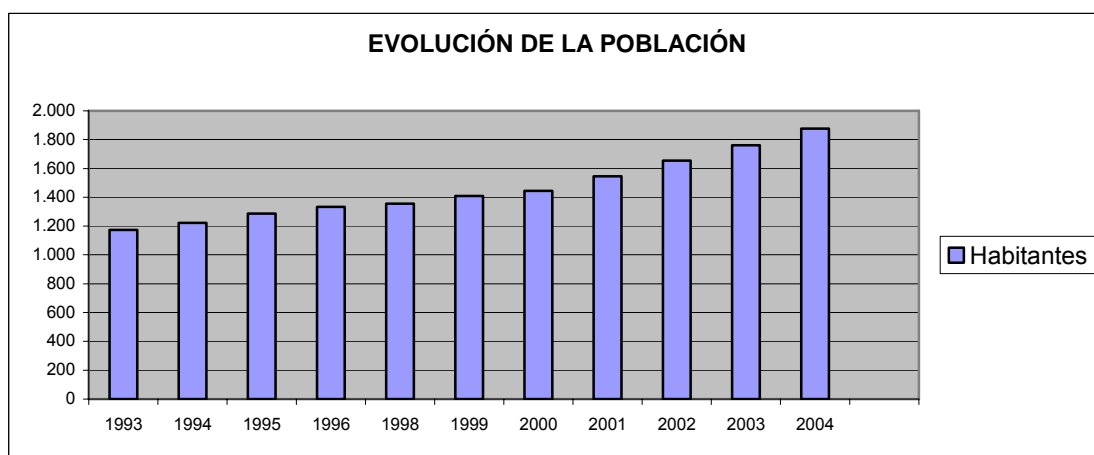
El Sector S-1 con una forma irregular se describe casi como un triángulo con la base al norte. Con una superficie de 149.635 m<sup>2</sup>, se localiza al noroeste del casco urbano y está delimitado al norte con la “variante” de la Vía Pecuaria, al este con el camino del Cementerio, al oeste con el Camino del Puente Romano y al Sur con la Urbanización Puente Romano.



Localización del Sector S-1 respecto al casco urbano de Talamanca. Foto aérea de año 2004

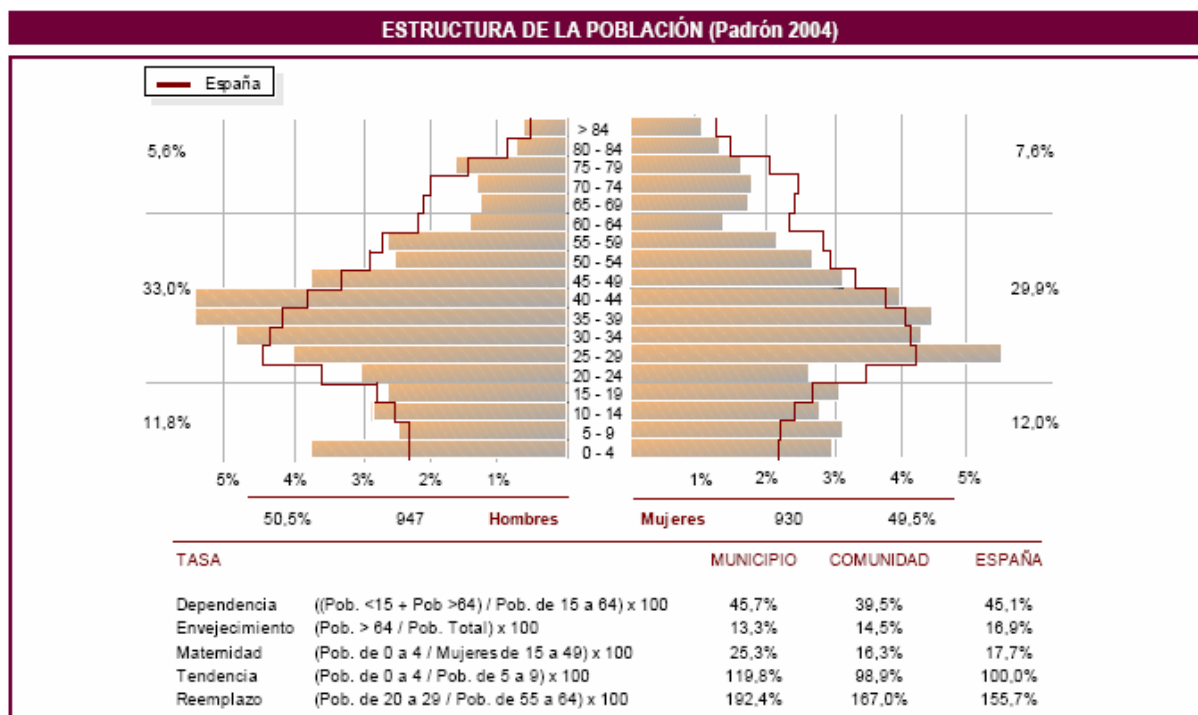
La población del municipio de Talamanca de Jarama, según los datos Padrón Municipal correspondiente al año 2004, asciende a 1.877 habitantes.

POBLACIÓN DE TALAMANCA DE JARAMA	
AÑO	HABITANTES
1993	1.173
1994	1.222
1995	1.287
1996	1.334
1998	1.356
1999	1.408
2000	1.444
2001	1.547
2002	1.655
2003	1.761
2004	1.877

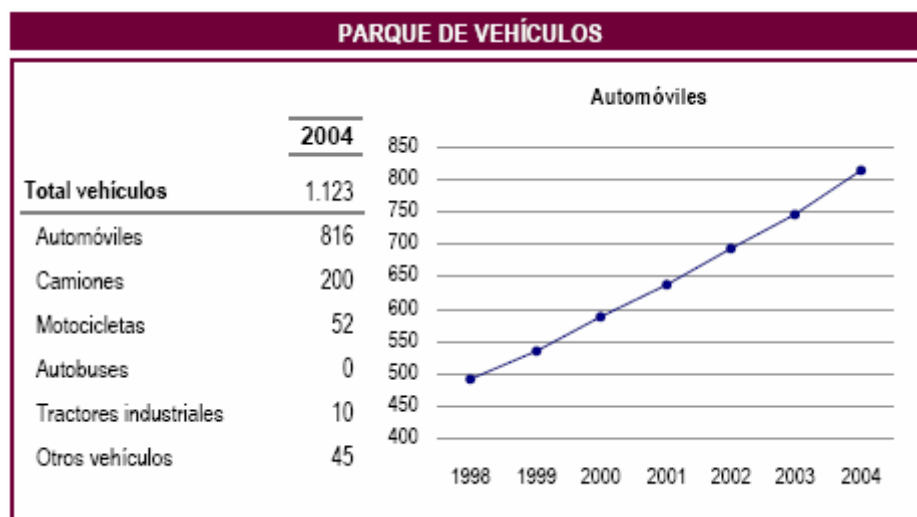


Como se puede observar en la tabla y en el gráfico, la población de Talamanca de Jarama se ha incrementado de forma moderada en los últimos diez años, pasando de 1.173 habitantes en 1993 a 1.877 habitantes en 2004.

La estructura de la población del municipio de Talamanca de Jarama se representa en la siguiente gráfica:



El parque de vehículos, una de las fuentes generadoras de ruido en el ámbito municipal, se muestra a continuación:



Como se puede observar, paralelamente al aumento poblacional se produce un aumento del parque de vehículos.

## **2.2 FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.**

La evaluación del ruido ambiental se realizó considerando el impacto producido por las fuentes de ruido. El ruido ambiental se forma por la combinación de todas las fuentes generadoras del medio ambiente sonoro: el ruido producido por el tráfico rodado, el ferrocarril, las aeronaves, las industrias, el canto de pájaros, la corriente de agua, etc.

La norma «ISO 1996: Acoustics – Description and measurement of environmental noise –» divide el ruido ambiental en ruido específico y ruido residual. El ruido específico es el ruido procedente de la fuente sometida a investigación, puede ser identificado y asociado con el foco generador de molestias. El ruido residual es el ruido ambiental sin ruido específico.

En este capítulo se analizan las fuentes de ruido ambiental que generan el medio ambiente sonoro del escenario preoperacional.

### **2.2.1 CARRETERAS.**

Desde el punto de vista acústico, el tráfico rodado es una fuente lineal de ruido ambiental que emite un nivel de potencia sonora por metro lineal ( $L_w/m$ ).

Las variables que definen el nivel de potencia sonora emitido por el tráfico rodado son las siguientes:

1. Intensidad horaria promedio durante los periodos diurno y nocturno.
2. Porcentaje de vehículos pesados.
3. Velocidad de vehículos ligeros y pesados.

Además de las variables anteriormente citadas, existen otras no asociadas directamente al tráfico, más propias de la infraestructura viaria, que modifican el nivel de emisión de potencia sonora:

1. Trazado de la vía, especialmente la pendiente de rasante. La circulación en tramos de pendiente elevada exige la utilización de marchas más cortas, generándose mayores niveles de ruido, especialmente en los vehículos pesados.
2. Capa de rodadura. En función del tipo de rodadura, principalmente su naturaleza y rugosidad, el tráfico generará un nivel de ruido mayor o menor y el reparto de la

señal emitida en bandas de octava será diferente; transformando el comportamiento de la señal del ruido no sólo en el nivel de emisión, también en la propagación, al ser dependiente de los niveles emitidos en cada frecuencia.

Como se ha mencionado anteriormente, el Sector S-1 se encuentra localizado al noroeste del casco urbano de Talamanca de Jarama, encontrándose delimitado por el Camino del Cementerio (calleTorrelaguna) al este, al oeste con el Camino del Puente Romano. Estos dos caminos y la calle Jazamines perteneciente a la urbanización Puente Romano son la única fuente de ruido asociado al tráfico rodado que podría contribuir al medio ambiente sonoro de la zona. Pero dado su carácter local íntimamente ligado a dar servicio a la urbanización, así como al cementerio, no se considera significativo el tráfico asociado a estas vías en la situación preoperacional.

En las siguientes fotografías se puede apreciar las características de dichos viales.



Vista del Camino del Cementerio. A la izquierda el sector S-1



Vista de la calle cortada Jazmines. A la derecha el Sector S-1



Camino del Puente Romano. A la derecha detrás del seto se ubica el Sector S-1

Por otra parte, al este del ámbito de actuación a una distancia mínima aproximada de 500 m, discurre la carretera M-103, que tampoco resulta significativa por encontrarse a una distancia suficiente como para no contribuir al medio ambiente sonoro del Sector S-1.

## **2.2.2 OTRAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.**

Se analizó la posible existencia de otras fuentes de ruido específicas que pudieran contribuir al medio ambiente sonoro del área de estudio. Estudiadas las actividades realizadas en los terrenos aledaños a dicho suelo se comprobó que no existen otras fuentes que pudieran contribuir al medio ambiente sonoro.

## 2.3 CAMPAÑA DE MEDIDAS.

Para el conocimiento de los niveles de ruido en la situación preoperacional se ha realizado mediciones de contraste del ruido ambiental existente en la zona de influencia de la actuación objeto de este estudio. Las mediciones registran los niveles de ruido ambiental obtenidos a partir de la suma de todas las fuentes específicas y residuales generadoras del medio ambiente sonoro.

La metodología de medida seguida es la que a continuación se expone:

Se ha realizado una medición en dos puntos localizados de forma que sea representativo del clima sonoro de las zonas de mayor sensibilidad acústica seleccionadas, atendiendo a las características zonales y urbanísticas de la zona de influencia de las nuevas infraestructuras, así como al espectro de niveles ambientales sonoros de las mismas.

A continuación se relaciona la posición de los puntos de medida:

Pto. de medida	UTM X [m]	UTM Y [m]	Altura sobre el suelo [m]	Situación
R.1	456752	4511326	1,5	En el extremo sureste del Sector en la confluencia de la calle Jazmines con el Camino del Cementerio.
R.2	456329	4511352		En el margen oeste del Sector con el Camino del Puente Romano.

El tiempo de duración del registro se ha elegido teniendo en cuenta las oscilaciones de las medidas, habiéndose considerado suficiente, una vez realizadas varias pruebas, un tiempo de 10 minutos.

Las medidas se tomaron a 1,5 m de altura respecto al suelo y a suficiente distancia de las fachadas de los edificios para evitar errores por reflexiones. En el micrófono se utiliza una pantalla antiviento para evitar errores por esta causa.

Las mediciones se han realizado con un sonómetro integrador Tipo 1 modelo 2238 Mediator Brüel & Kjær, que satisface las normas: IEC 60651, IEC/EN 61672, EN 60651, EN 60804, ANSI S1.4 y ANSI S1.43; equipado con un micrófono tipo campo libre. El rango de medida de los niveles de presión sonora esta comprendido entre 20 dB(A) y 140 dB(A), a

frecuencias entre 8 Hz y 16 KHz. Proporciona indicación continua del nivel instantáneo de presión sonora (analógico-digital).

Evalúa los parámetros siguientes:

- SPL Nivel de presión de ruido.
- Leq Nivel continuo equivalente.
- Ltm3 Promedio max. Ponderado de 3 segundos.
- Ltm5 Promedio max. Ponderado de 5 segundos.
- Lmax. Nivel max. de presión sonora.
- SEL Nivel de exposición sonora.

Se ha seleccionado ponderación “A”, y tiempo de ponderación “Fast”. El sonómetro proporciona, así mismo, el tiempo durante el que se realiza la medida.

Los sonómetros Brüel & Kjær, se vienen utilizando por parte de nuestra empresa en los estudios de Incidencia Ambiental presentados en la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, para realizar mediciones de contraste en la situación preoperacional, que sirven como comparación y verificación del modelo Predictor 7810 de Brüel & Kjær.

Los puntos de medida que caracterizan las fuentes de ruido específicas permiten evaluar y valorar el escenario preoperacional, asegurando la validez de la modelización.

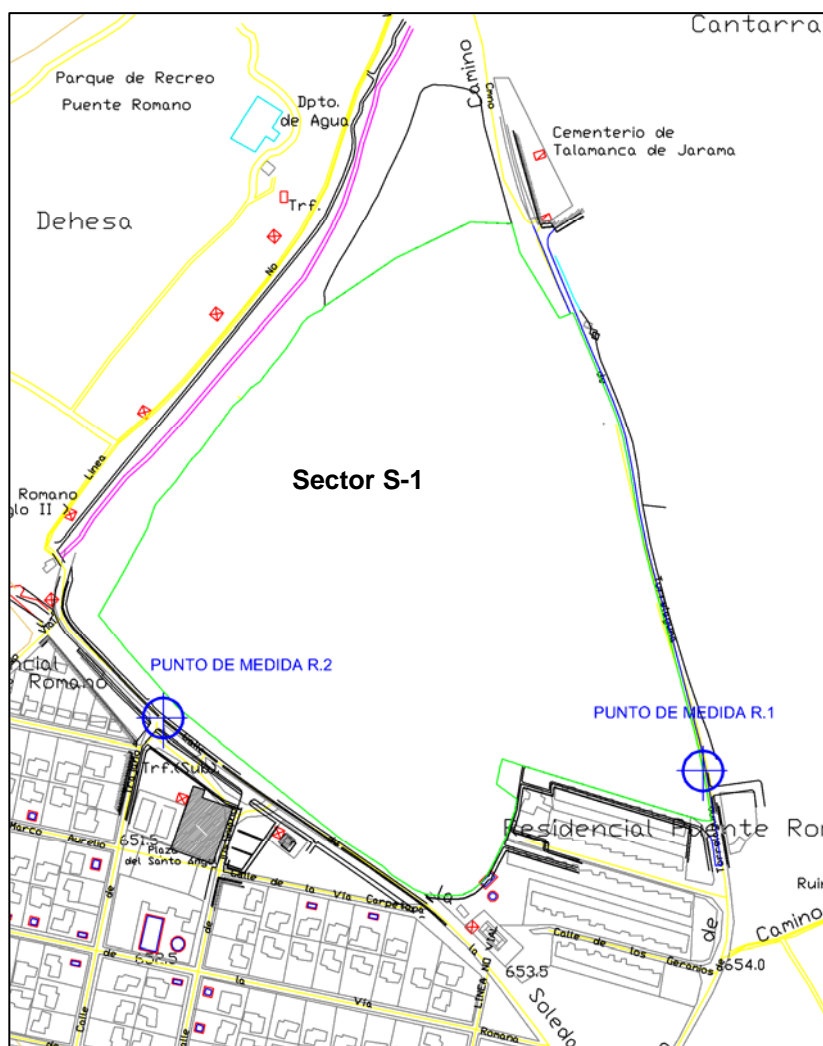
Las decisiones tomadas a la hora de realizar el estudio acústico correspondiente, se basan en la situación postoperacional, y son obtenidas únicamente mediante cálculos del modelo matemático Predictor .

En las mediciones realizadas se ha anotado el Leq, durante los periodos de tiempo medidos, expresado en dB(A).

En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los puntos de medida.

PUNTO DE MEDIDA	PERIODO	FECHA	HORA [hh:mm]	DURACIÓN MEDIDA [mm:ss]	L <sub>eq</sub> [dB(A)]	L <sub>max</sub> [dB(A)]	L <sub>min</sub> [dB(A)]
R.1	Diurno	6/04/06	10:20	10:00	43,6	64,2	36,5
R.2			10:47	10:10	54	70,3	31,4

A continuación se adjunta un croquis con la localización de los puntos de medida:





Punto de media R.1 en el en la confluencia de la calle Jazmines y Camino del Cementerio



Punto de medida R.2 en el margen oeste del Sector con el Camino del Puente Romano

### **3 PROGNOSIS DEL ÁMBITO DE ACTUACIÓN.**

#### **3.1 DESARROLLO DEL PLAN PARCIAL**

El instrumento de planeamiento general vigente en el término municipal de Talamanca de Jarama y al que se somete este Plan Parcial son las Normas Subsidiarias de Planeamiento, aprobadas definitivamente por el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid.

En este sector S-1, la solución de ordenación propone los siguientes criterios de diseño:

1. Definir la estructura general a partir del Viario Estructurante, que ajustando su trazado permite componer un elemento central, con un tramo recto suficiente de dimensión como para poder organizar toda la estructura viaria, básicamente rectangular.

El viario principal anterior, considerado como Red General, mantiene los puntos de conexión exactos definidos por las NNSS, tanto al oeste, con el arranque de la Rotonda, como al este, para su conexión con el Sector S-2.

El resto del viario se mantiene en una trama básicamente rectangular, con uno solo que debe adaptarse como paralelo a la calle del polideportivo, y el camino del Cementerio que va oblicuo en relación con la trama.

2. Mantener, la reserva de Red Supramunicipal de Vía Pecuaria, por el borde norte del Sector, y localizar la reserva de Viviendas de integración Social en el extremo norte del Sector.
3. Mantener en la posición definida por las NN.SS el Sistema General de Zonas Verdes.
4. La Red General Rotacional, se establece, además de la definida por las NN.SS, con  $6.455 \text{ m}^2$ , en otros dos ámbitos en zonas en contacto con suelo urbano.
5. El resto de la superficie de las manzanas, cuya superficie es inferior al 75% de la superficie del ámbito, se destina a viviendas unifamiliares de diversa dimensión de parcelas, edificabilidad y de tipología, agrupada, pareada y aislada. Se le asignan diversas ordenanza VU, que se diferencian según las clases 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 y 3

Las características Plan Parcial del Sector S-1 se resumen en las siguientes tablas:

RESUMEN ORDENACIÓN		Superficie m <sup>2</sup>
Superficie total del Sector	Superficie delimitada sobre topografía	140.560
	Superficie adscrita	9.075
	Total sector	149.636
Edificabilida total		41.898
Redes supramunicipales	Vía pecuaria computables	6.214
	Viviendas integración social	2.836
Redes generales	verde	9.094
	dotacional	12.576
	viario	10.332
Redes locales	Zona verde local	7.982
	Viario local	17.463
	Peatonal	1.427
Superficie de manzanas residenciales		68.970

Según el artículo 8.1 de la Normativa Urbanística, que regula la Ordenanza VU. Vivienda Unifamiliar, Ordenanza, nº 1, se establece la siguiente relación por tipo de Ordenanza con las siguientes características, de número de viviendas y superficie

USO RESIDENCIAL			
MANZANA	TIPO	Nº VIVIENDAS	SUPERFICIE
1	VU-1.1	6	1.800
12	VU-1.1	12	3.461
17	VU-1.1	2	929
<b>total</b>		<b>20</b>	<b>6.490</b>
2	VU-1.2	6	1.500
3	VU-1.2	6	1.500
4	VU-1.2	6	1.530
8	VU-1.2	21	5.232
12	VU-1.2	4	1.627
16	VU-1.2	6	1.861
17	VU-1.2	10	2.640
18	VU-1.2	18	4.841

USO RESIDENCIAL			
MANZANA	TIPO	Nª VIVIENDAS	SUPERFICIE
<b>total</b>		<b>77</b>	<b>20.731</b>
5	VU-2.1	10	3.875
6	VU-2.1	10	3.875
7	VU-2.1	10	3.875
13	VU-2.1	12	4.800
15	VU-2.1	10	4000
16	VU-2.1	1	507
17	VU-2.1	2	1.033
19	VU-2.1	1	474
<b>total</b>		<b>56</b>	<b>22.439</b>
3	VU-2.2	4	1.350
4	VU-2.2	4	1.367
5	VU-2.2	4	1.275
6	VU-2.2	4	1.275
7	VU-2.2	4	1.275
9	VU-2.2	4	1.361
10	VU-2.2	8	2.561
11	VU-2.2	6	1.236
19	VU-2.2	4	1.902
<b>total</b>		<b>42</b>	<b>13.629</b>
3	VU-3	1	442
4	VU-3	1	439
14	VU-3	12	4.800
<b>total</b>		<b>14</b>	<b>5.681</b>
<b>TOTAL</b>		<b>209</b>	<b>68.970</b>

Como la edificabilidad total es de 41.898 m<sup>2</sup>, y las parcelas pueden tener variaciones de superficie la asignación de la edificabilidad no se establece según índice de edificabilidad por metro cuadrado de parcela, sino que se asigna en metros cuadrados construidos por tipo de vivienda.



### **3.2 EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.**

En el presente capítulo se estudian las fuentes de ruido ambiental generadoras del medio ambiente sonoro del Sector S-1 en el escenario postoperacional, una vez desarrollado el Plan Parcial.

#### **3.2.1 CARRETERAS.**

Como se ha mencionado anteriormente, en la fase preoperacional no se ha considerado el viario contiguo al Sector S-1, sin embargo en la fase postoperacional si se tendrá en cuenta este viario porque da acceso al Sector. Por otra parte, el viario interior del Sector será también fuente generadora ruido esta fase.

#### **3.2.2 OTRAS FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL.**

Los usos previstos en el Sector S-1 modificarán la emisión de las fuentes de ruido ya estudiadas pero no añadirán otras de distinta naturaleza. Las comerciales se desarrollarán en el interior de las edificaciones no generando nuevas fuentes de ruido en el ambiente exterior.

### **3.3 ESTUDIO DE TRÁFICO RODADO.**

El estudio de tráfico se dividió en las fases siguientes:

1. Tráfico generado por los nuevos desarrollos previstos en el Sector S-1
2. Tráfico zonal. Proyección del tráfico de paso por la red viaria del entorno del Sector S-1

### 3.3.1 TRÁFICO GENERADO POR LOS NUEVOS DESARROLLOS.

El tráfico generado por los nuevos desarrollos previstos en el Sector S-1 se ha calculado a partir del modelo de demanda en el transporte de viajeros desarrollado por la Comunidad de Madrid en el «Plan Sectorial Transportes» del «Proyecto del Plan Regional de Estrategia Territorial 1999», realizado por la Dirección General de Urbanismo y Planificación Regional de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid.

Puesto que el uso global mayoritario del Sector S-1 es el residencial, es este uso el que va a estar asociado al fenómeno del tráfico.

USO LUCRATIVO	
Residencial	209 viv

Los modelos de demanda en el transporte de viajeros se apoyan en la división de la acción del transporte en 4 fases sucesivas para cada una de las cuales el analista utilizará un modelo concreto, enlazando los resultados de la fase anterior con la siguiente.

Las fases en las que se divide el modelo se relacionan directamente con la supuesta conducta racional del usuario frente al hecho del transporte:

1. Decisión de viajar.
2. Elección del destino.
3. Elección del modo de transporte.
4. Elección del itinerario para alcanzar el destino.

El «Plan Sectorial Transportes» desarrolla el estudio de la demanda en el transporte aplicando el modelo clásico de demanda y las nuevas metodologías desarrolladas en los últimos años.

El modelo fue estimado a partir del análisis de la Encuesta Domiciliaria de Movilidad 1996 realizada por la Comunidad de Madrid. Se obtuvieron 25.140 encuestas válidas a familias, lo que supone un total de 75.772 personas encuestadas y 162.042 viajes.

Las etapas del modelo clásico de demanda en el transporte son:

1. Atracción – generación de viajes.
2. Distribución zonal.
3. Reparto modal.
4. Asignación a las redes de transporte.

En función del objetivo final del modelo de transporte estudiado las etapas 2 y 3 se puede intercambiar en su orden por diferentes motivos, por ejemplo, cuando el estudio sea referido a un modo de transporte específico, a nuevos desarrollos, etc.

➤ **Generación de viajes.**

El Plan Sectorial Transportes selecciona al hogar como la variable que mejor explica los viajes generados en la Comunidad de Madrid. Se establece que del total de los viajes generados en la Comunidad de Madrid el 97% de los mismos están basados en casa, es decir, su origen o destino es la residencia habitual.

Los hogares son clasificados en función de las variables siguientes:

1. Tamaño del hogar.
2. N° de activos.
3. N° de coches.

El modelo de generación de viajes empleado calcula el tráfico generado a partir de las tasas asociadas a la clasificación de los hogares anteriormente citada.

El «Plan Sectorial Transportes» divide el territorio de la Comunidad en las áreas siguientes: Almendra Central, Periferia Urbana, Corona B y Corona C. En el estudio se establece la evolución del tamaño familiar por macrozonas para el año horizonte 2016 en los escenarios de población medio y alto.

EVOLUCIÓN DEL TAMAÑO FAMILIAR POR MACROZONAS PLAN SECTORIAL TRANSPORTES (PRET)			
MACROZONA	1996	ESCENARIO DE POBLACIÓN 2016 MEDIO	ESCENARIO DE POBLACIÓN 2016 ALTO
Almendra Central	2,59	2,72	2,71
Periferia Urbana	2,78	2,96	2,96
Corona B	3,10	2,92	3,10
Corona C	3,10	2,76	2,97
Promedio	3,10	2,87	2,97

Se tomó la tasa de tamaño familiar de 2,97 por pertenecer Talamanca de Jarama a la Corona C en la hipótesis de un desarrollo poblacional alto.

La evolución de la tasa de ocupación por macrozonas prevista es la siguiente:

EVOLUCIÓN DE LA TASA DE OCUPACIÓN POR MACROZONAS PLAN SECTORIAL TRANSPORTES (PRET)		
MACROZONA	1996	2016
Almendra Central	0,43	0,56
Periferia Urbana	0,43	0,55
Corona B	0,46	0,61
Corona C	0,41	0,48

Se seleccionó la tasa asociada al municipio de Talamanca de Jarama, 0,48.

La evolución de la tasa de motorización por macrozonas prevista es la siguiente:

EVOLUCIÓN DE LA TASA DE MOTORIZACIÓN POR MACROZONAS PLAN SECTORIAL TRANSPORTES (PRET)			
MACROZONA	2016 ESCENARIO BAJO	2016 ESCENARIO ALTO	
Almendra Central	0,29	0,5	0,5
Periferia Urbana	0,28	0,48	0,5
Corona B	0,32	0,54	0,57
Corona C	0,32	0,55	0,49
Total	0,3	0,54	0,52

Se adoptó una tasa de motorización de 0,52; valor máximo del escenario de población alto para el año horizonte (2016) del Plan Sectorial Transportes.

Consultado el último «Censo de Población Activa y Vivienda 2001» publicado por el Instituto Nacional de Estadística en 2004 se obtuvieron los siguientes resultados referidos a las viviendas familiares principales convencionales en el municipio de Talamanca.

CENSO DE POBLACIÓN ACTIVA Y VIVIENDA 2001 MUNICIPIO DE TALAMANCA VIVIENDAS FAMILIARES PRINCIPALES CONVENCIONALES	
Nº de habitantes por hogar	2,4
Nº de activos por hogar	1,4
Nº de vehículos por hogar	1,1

Obtenidos los valores de las variables que definen el hogar tipo en el municipio de Talamanca: tamaño del hogar, número de activos y número de coches; se aplicaron las tasas de generación de viajes del Plan Sectorial Transportes obteniéndose la generación de viajes diaria producida por los nuevos desarrollos previstos.

GENERACIÓN DE VIAJES DÍA LABORABLE MEDIO AÑO 2011			
Nº VIVIENDAS	Nº VIAJES TOTALES	VIAJES MECANIZADOS	VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO
209	1.369	915	673

➤ **Reparto modal.**

La fase de reparto modal de transporte consiste en discernir cuales son los medios de transportes elegidos por el viajero para realizar sus desplazamientos. En estudios de núcleos urbanos, o de nuevas infraestructuras, es habitual realizar un trabajo de campo de encuestas cordón que pueda distinguir las relaciones de desplazamientos del núcleo urbano, o una encuesta pantalla para conocer las relaciones de viajes que serán absorbidos por una infraestructura lineal de transporte, o una campaña de encuestas domiciliarias, etc.

El estudio de tráfico analiza la demanda de transporte de pasajeros que va a generar el desarrollo del Plan de Sectorización, no es factible la utilización de ninguno de los trabajos de campo anteriormente citados por no haber sido desarrollado el Plan de Sectorización objeto del estudio. Por tanto, el reparto modal propuesto deberá ser sintético, producto de algún modelo matemático consensuado, otros estudios de tráfico, etc.

El reparto modal de tráfico se diseñó utilizando los porcentajes de reparto obtenidos en el Plan Sectorial Transportes. A continuación se adjuntan las tablas resumen del reparto modal en la Comunidad de Madrid en un día laborable medio en la Corona C

CORONA C VIAJES TOTALES DÍA LABORABLE MEDIO PLAN SECTORIAL TRANSPORTES	
Viajes mecanizados	55,2%
Viajes a pie	44, %

CORONA C VIAJES MECANIZADOS DÍA LABORABLE MEDIO PLAN SECTORIAL TRANSPORTES	
VEHÍCULO PRIVADO	
MODO	%
Coche conductor	76,74
Coche acompañante	21,13
Moto o ciclomotor	1,76
Total	58,10

VIAJES EN TRANSPORTE PÚBLICO	
MODO	%
Bus EMT	33
Bus interurbano	19,5
Metro	27,2
Ferrocarril	15,48
Colectivo discrecional	4,9
Total	41,1
OTROS VIAJES	
MODO	%
Bicicleta	0,36
Taxi	67,3
Otros	32,7
Total	0,8

Aplicando la metodología anteriormente citada se obtuvieron los resultados siguientes,

GENERACIÓN – ATRACCIÓN DE VIAJES DÍA LABORABLE MEDIO AÑO 2011	
SUELO	VEHÍCULO PRIVADO COCHE CONDUCTOR
Residencial	516

El tráfico generado y atraído por el sector es mayoritariamente privado; únicamente aquellos en los que el viajero es conductor, “coche conductor”, pueden ser contabilizados como tráfico, pues es la única categoría, de los viajes realizados en vehículo privado, que asegura la puesta en movimiento de un vehículo en un nuevo trayecto

➤ **Distribución zonal.**

En el modelo clásico de transporte la fase de distribución zonal trata de plantear procedimientos que permitan obtener, para cada zona, el reparto entre el número de viajes generados en ella y el resto de las otras zonas.

En el presente estudio la fase de distribución zonal exigiría un análisis detallado de ámbito regional o superior que permitiera recoger todos los focos que son destino o fuente de los viajes generados por el Sector S-1. Además, tal como se indicó anteriormente, no es posible la realización de un trabajo de campo (encuestas pantalla, cordón, domiciliarias, etc) que permitiera establecer un criterio a partir de la situación preoperacional, en tanto en cuanto la inferencia del tráfico generado por el sector es objeto del estudio.

Aun no pudiéndose realizar un estudio pormenorizado, si es posible el análisis de los posibles focos de atracción en el ámbito de influencia del sector, estableciendo una hipótesis de distribución zonal compatible con los índices establecidos en el Plan Sectorial de Transportes.

Los viajes generados por el uso residencial se dividen los basados en casa, aquellos que tienen como origen o destino el lugar de residencial, un 97% del total, y los no basados en casa, el 3% restante. Los motivos en los que dividen dichos viajes son los siguientes:

DISTRIBUCIÓN DE MOTIVOS DE LOS VIAJES BASADOS EN CASA. PLAN SECTORIAL TRANSPORTES		
MOTIVO	% VIAJES BASADOS EN CASA	% VIAJES NO BASADOS EN CASA
Trabajo	36,6	24,3
Gestiones de trabajo	1,0	9,4
Estudios	28,8	8,3
Compras	11,0	14,4
Médico	2,8	3,0

DISTRIBUCIÓN DE MOTIVOS DE LOS VIAJES BASADOS EN CASA. PLAN SECTORIAL TRANSPORTES		
MOTIVO	% VIAJES BASADOS EN CASA	% VIAJES NO BASADOS EN CASA
Asuntos Personales	6,4	17,1
Ocio	5,6	8,8
Acompañan a otras personas	7,0	9,4
Otros	1,6	5,4
Total	100,0	100,0

Se observa que el 64,4 % de los viajes generados son de movilidad obligada, es decir, motivados por el trabajo y estudios; el resto tienen un motivo más aleatorio.

Los desarrollos previstos en el Sector S-1 prevén usos del subsistema lucrativo residencial, por tanto, a excepción del equipamiento exigido en las dotaciones del planeamiento, los viajes por motivo de trabajo y estudios serán realizados fuera del núcleo urbano haciendo uso del vehículo privado debido a que la oferta de transporte público no cubre las necesidades de los viajeros. En caso de aumentar dicha oferta se reduciría el número de viajes en vehículo privado.

La distribución zonal de viajes deberá atender mayoritariamente a desplazamientos motivados por trabajo o estudios, que serán realizados en su gran mayoría fuera del núcleo urbano de Talamanca de Jarama a través del viario estructurante del Sector hacia la carretera M-103, por ser ésta foco de atracción más importante. Se ha estimado que el 95% de los viajes generados y atraídos por el Sector S-1 tendrán destino fuera del núcleo urbano de Talamanca.

#### ➤ **Asignación a las redes de transporte.**

La fase de asignación a las redes de transporte, entendida en el presente estudio como la asignación de itinerarios de los viajes realizados en vehículo privado, constituye la última fase del modelo. Tiene por objeto la distribución de los flujos de tráfico entre las distintas rutas alternativas que comunican cada zona.

Los modelos utilizados en esta fase cobran toda su significación cuando son aplicados en grandes áreas urbanas o en regiones más amplias, en las que las mencionadas rutas

alternativas resultan claramente definibles, aunque sean muchas. Por el contrario, en áreas reducidas, donde la elección de alternativas de itinerario exigiría un excesivo nivel de detalle pierden toda su significación. Téngase presente, por ejemplo, que una inevitable simplificación de estos modelos exige que a todos los itinerarios originados en una zona se suponga procedentes de un único punto de ella, su centroide.

El nivel de detalle que exige el estudio de tráfico del presente informe exige una subdivisión en áreas y la generación de un modelo de itinerarios a partir de la distribución zonal anteriormente descrita.

La metodología desarrollada fue la siguiente:

1. Viajes generados
2. Asignación de itinerarios
3. Totalización de los tráficos generados.

Se han calculado los viajes generados y atraídos por cada una de las manzanas del Sector S-1 y se han repartido por el viario estructurante del sector, estableciendo una asignación de itinerarios según los criterios establecidos anteriormente, es decir, la tendencia general del tráfico será la salida del sector a través del Camino del Puente Romano y Camino del Cementerio (calle Torrelaguna), hacia la carretera M-103 que constituye la única vía de salida del municipio.

Se ha considerado un 3% de vehículos pesados, propio de municipios pequeños.

A continuación se adjunta un croquis con la distribución del tráfico generado por los nuevos desarrollos.



### **3.3.2 TRÁFICO ZONAL.**

El tráfico zonal es la proyección del tráfico de paso circulante en el ámbito del Sector S-1 a techo de planeamiento, año 2011. Como el Sector no es atravesado por carreteras y su viario tiene un carácter local que indica va a dar servicio a los usos propuestos, no se ha tenido en cuenta un tráfico zonal

## 4 PREDICCIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO.

### 4.1 MODELIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE SONORO.

El medio ambiente sonoro se puede definir a través de la relación existente entre la emisión de una onda de sonido, su propagación y su recepción por parte de una población. Así, es necesaria la existencia de tres elementos interrelacionados que conformen dicho medio ambiente sonoro; en un primer momento, deben existir unos *agentes* que generen la **emisión** de ruido, denominados **fuentes**. Posteriormente, la **propagación** de la onda sonora debe realizarse por un medio adecuado a la misma, sufriendo diversas atenuaciones y modificaciones que cambian la señal inicialmente emitida. Por último, en la fase de **recepción**, la señal incide en una población que, en función de la actividad que esté realizando, hora del día, duración, etc., deberá soportar diferentes niveles sonoros.

A continuación se van a estudiar las variables que definen los conceptos anteriormente descritos.

#### 4.1.1 FASE DE EMISIÓN.

##### ➤ Identificación de la fuente.

En función de su origen, las fuentes de ruido se clasifican en específicas y residuales. Las fuentes de ruido específicas pueden ser identificadas por medio de mediciones y están asociadas a una fuente de ruido determinada. Por el contrario, las fuentes de ruido residuales son aquellas que generan el medio ambiente sonoro cuando se han suprimido las fuentes de ruido específicas.

##### ➤ Tipo de fuente.

En función del tamaño de la fuente de ruido respecto de la distancia al receptor se definen dos tipos de fuentes: puntuales o lineales.

Las **fuentes de ruido puntuales** se caracterizan porque sus dimensiones son pequeñas respecto de la distancia al receptor; la energía sonora se propaga de forma esférica por lo que el nivel de presión sonora es igual en todos los puntos a igual distancia de la fuente, disminuyendo en 6 dB cada vez que doblamos la distancia.

Las **fuentes de ruido lineales** son estrechas en una dirección y largas en otra comparada con la distancia al receptor. Una fuente lineal puede ser una tubería por la que circula un fluido, o estar compuesta por muchas fuentes puntuales operando simultáneamente, por ejemplo, la circulación del tráfico sobre una carretera.

La energía sonora se propaga en forma de cilindros de eje el de la fuente, siendo el nivel de presión sonora el mismo en todos los puntos a igual distancia del eje, disminuyendo en 3 dB cada vez que doblamos la distancia.

Las relaciones anteriores son exactas en condiciones ideales: a distancias muy próximas de la fuente, sin efecto suelo, emisor lineal infinito, etc. Los modelos de ruido modelan fuentes de ruido reales, por tanto, utilizan combinaciones del comportamiento de ambos tipos.

#### ➤ **Firma sonora.**

El sonido es una onda de presión compuesta, combinación de diferentes frecuencias denominadas tonos puros, desplazándose en un medio elástico. En su propagación por el medio se producen fenómenos de reflexión, difracción, refracción y adsorción que dependen de múltiples variables, entre las que se encuentra la frecuencia de la señal.

Con objeto de estandarizar cuales eran las frecuencias preferentes se publicó la Norma UNE 74.002-78 donde se definen las bandas en las que se divide la firma sonora comprendida entre los 100 Hz y 5.000 Hz. Una banda es cada uno de los grupos de frecuencias en los que se divide una firma sonora. Se dice que la división es en octavas cuando la relación entre los dos valores centrales de dos bandas consecutivas es de 2, si la división es en tercios de octava la relación es de  $2^{1/3}$ .

A continuación se adjuntan las bandas de octava y tercios de octava, publicadas en la citada norma.

NORMA UNE 74.003-78	
BANDA DE OCTAVAS	125, 250, 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz.
BANDAS EN TERCIOS DE OCTAVA	100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1.000, 1.250, 1.600, 2.000, 2.500, 3.150, 4.000 y 5.000 Hz.

Se define **firma sonora**, o **espectro frecuencia**, al reparto de la señal de ruido emitida por una fuente en bandas de octava o  $1/3$  de octava. Conocer esta distribución permite

caracterizar mejor el ruido, predecir su propagación y evaluar con mayor precisión el nivel de molestia que produce en la población. En general, los ruidos de frecuencias altas son considerados más molestos.

Un caso real es el ruido emitido por el tráfico rodado; está formado por la suma de varias señales acústicas de diferentes frecuencias y origen: ruido del motor, de rodadura, aerodinámico, etc. Cuando es necesario el conocimiento de la señal de ruido producida por el tráfico rodado, por ejemplo, en los modelos informáticos empleados para representar el medio ambiente sonoro generado en los alrededores de una carretera, se utiliza el espectro normalizado de tráfico, la firma sonora.

El espectro normalizado de ruido de tráfico se publicó en la Norma UNE-EN 1793-3:1998, *Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Método de ensayo para determinar el comportamiento acústico. Parte 3: Espectro normalizado de ruido de tráfico*, con objeto, entre otras cosas, de evaluar acústicamente las pantallas antiruido que se diseñan para atenuar el ruido producido por el tráfico rodado.

A continuación se adjunta el espectro normalizado de ruido de tráfico publicado en la citada norma.

NORMA UNE-EN 1793-3:1998 ESPECTRO NORMALIZADO DE RUIDO DE TRÁFICO			
FRECUENCIA CENTRAL [Hz]	NIVEL DE PRESIÓN SONORA [dB(A)]	FRECUENCIA CENTRAL [Hz]	NIVEL DE PRESIÓN SONORA [dB(A)]
100	-20	800	-9
125	-20	1.000	-8
160	-18	1.250	-9
200	-16	1.600	-10
250	-15	2.000	-11
315	-14	2.500	-13
400	-13	3.150	-15
500	-12	4.000	-16
630	-11	5.000	-18

➤ **Intensidad de la fuente.**

El paso de las ondas sonoras se acompaña de un flujo de energía acústica. La **intensidad del sonido** ( $I$ ) en una dirección específica, en un punto del campo sonoro, es igual al flujo de energía sonora a través de una unidad de área en ese punto (potencia por unidad de área que fluye a través del punto), siendo la unidad de área perpendicular a la dirección especificada.

En el caso de una fuente puntual se cumple

$$I = \frac{W}{S} = \frac{W}{4\pi r_o^2} \quad [W/m^2]$$

Siendo  $r_o$  la distancia a la fuente.

Así, para una fuente puntual en un campo libre, la intensidad, en la dirección radial, varía inversamente al cuadrado de la distancia de la fuente; esta relación se denomina **ley inversa del cuadrado**. La intensidad es cero para la dirección perpendicular a la dirección de propagación. Por tanto, resulta obvio que el término intensidad sólo tiene significado si se especifica la dirección.

En un campo libre, para ondas planas o esféricas, la presión sonora y la velocidad de las partículas están en fase, en este caso la magnitud de la intensidad, en la dirección de propagación de las ondas de sonido, está simplemente relacionada con la presión sonora:

$$I = \frac{p^2}{\rho c}$$

Donde  $\rho$  es la densidad del aire y  $c$  la velocidad del sonido en el aire.

➤ **Direccionalidad de la fuente.**

En general las fuentes de ruido no emiten con la misma intensidad en todas las direcciones, irradian más ruido en unas direcciones que en otras.

➤ **Distribución temporal.**

En función de su distribución temporal, el ruido se clasifica según se adjunta a continuación:

1. Ruido continuo. Se produce por máquinas que operan del mismo modo sin interrupción, por ejemplo: ventiladores, bombas y equipos de proceso.
2. Ruido intermitente. Cuando la maquinaria opera en ciclos o cuando circulan vehículos aislados o vuelan aviones; el nivel de ruido aumenta y disminuye rápidamente.
3. Ruido impulsivo. Es el ruido de impactos o explosiones, por ejemplo el de un martinete, una troqueladora o una pistola. Es breve y abrupto, su efecto sorprendente causa mayor molestia que la esperada.

**4.1.2 FASE DE PROPAGACIÓN.**

El foco emisor de ruido emite una potencia sonora que se propaga por el medio a estudiar sufriendo diferentes atenuaciones hasta alcanzar la posición del receptor.

Durante el viaje de la señal, ésta va perdiendo energía porque parte de la misma se utiliza en desplazar moléculas del medio. Por este motivo, se produce una atenuación de la señal con la distancia. Además de esta atenuación, se producen otras dependientes de las características del medio (adsorción atmosférica), efecto suelo (adsorción del terreno), efecto pantalla, reflexiones, etc.

A continuación se estudian las principales atenuaciones que sufre la señal de ruido durante la fase de propagación.

➤ **Atenuación por divergencia geométrica.**

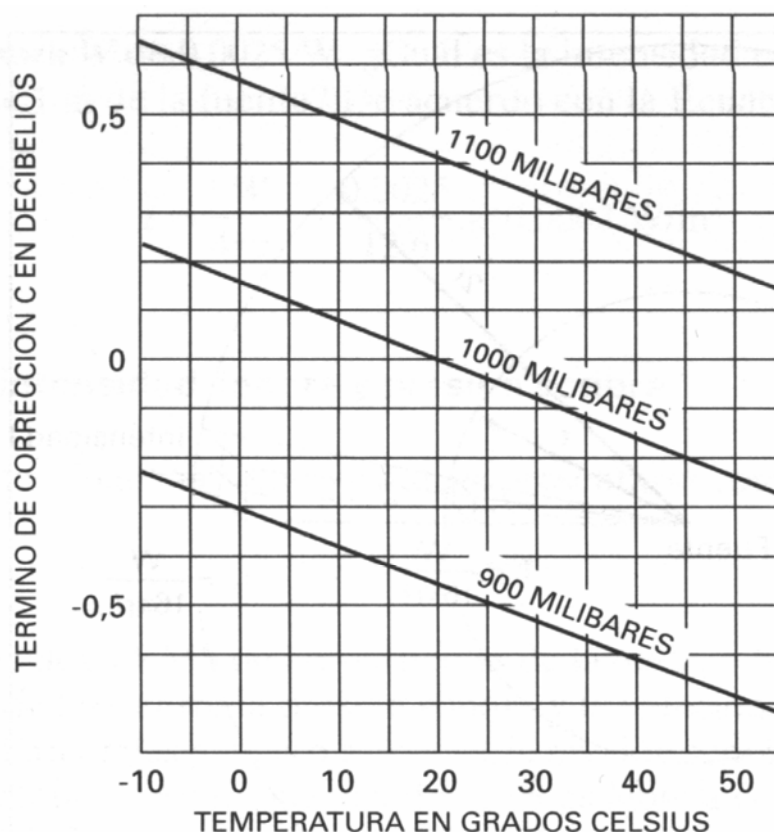
La divergencia geométrica es la expansión esférica de la energía acústica en campo libre a partir de una fuente puntual.

La atenuación por divergencia geométrica es independiente de la frecuencia de la señal y los efectos de temperatura y presión atmosférica son despreciables.

La atenuación debida a la divergencia,  $A_{div}$ , viene dada por

$$A_{div} = 20\log(r) + 10,9 - C$$

Donde  $r$  es la distancia desde la fuente puntual en metros y  $C$  es un término de corrección pequeño, que puede obtenerse a partir de la siguiente figura propuesta en el *Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido* de Cyril M. Harris (ISBN: 84-481-1619-4).



**Ilustración 1. Término de corrección C en función de la temperatura y presión atmosférica.**

➤ **Atenuación por adsorción del aire.**

A medida que el ruido se propaga a través de la atmósfera su energía se convierte gradualmente en calor; el ruido es adsorbido mediante varios procesos moleculares denominados absorción del aire.

La atenuación por adsorción del aire depende principalmente de la frecuencia y la humedad relativa y, en menor medida, de la temperatura. También depende ligeramente de la presión ambiental, lo suficiente como para notarse con cambios de altitud elevados (miles de metros), pero no con cambios climatológicos.

La atenuación del sonido debida a la absorción del aire durante la propagación,  $A_{\text{aire}}$ , a través de una distancia  $d$  metros, viene dada por

$$A_{\text{aire}} = \frac{\alpha d}{100}$$

Donde  $\alpha$  es el coeficiente de atenuación del aire en decibelios por kilómetro. El coeficiente de atenuación depende en gran medida de la frecuencia y la humedad relativa y, en menor medida, de la temperatura, como muestras los valores de la siguiente tabla referidos al nivel del mar (fuente: Harris).

PROPAGACIÓN DEL SONIDO AL AIRE LIBRE COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL AIRE [dB/km]							
T [°C]	Humedad relativa [%]	Frecuencia [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
30	10	0,96	1,8	3,4	8,7	29	96
	20	0,73	1,9	3,4	6,0	15	47
	30	0,54	1,7	3,7	6,2	12	33
	50	0,35	1,3	3,6	7,0	12	25
	70	0,26	0,96	3,1	7,4	13	23
	90	0,20	0,78	2,7	7,3	14	24
20	10	0,78	1,6	4,3	14	45	109
	20	0,71	1,4	2,6	6,5	22	74
	30	0,62	1,4	2,5	5,0	14	49
	50	0,45	1,3	2,7	4,7	9,9	29
	70	0,34	1,1	2,8	5,0	9,0	23
	90	0,27	0,97	2,7	5,3	9,1	20
10	10	0,79	2,3	7,5	22	42	57
	20	0,58	1,2	3,3	11	36	92
	30	0,55	1,1	2,3	6,8	24	77
	50	0,49	1,1	1,9	4,3	13	47
	70	0,41	1,0	1,9	3,7	9,7	33
	90	0,35	1,0	2,0	3,5	8,1	26
0	10	1,3	4,0	9,3	14	17	19
	20	0,61	1,9	6,2	18	35	47

PROPAGACIÓN DEL SONIDO AL AIRE LIBRE COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL AIRE [dB/km]							
T [°C]	Humedad relativa [%]	Frecuencia [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
	30	0,47	1,2	3,7	13	36	69
	50	0,41	0,82	2,1	6,8	24	71
	70	0,39	0,76	1,6	4,6	16	56
	90	0,38	0,76	1,5	3,7	12	43

La adsorción del ruido en el aire puede ser insignificante para distancias cortas desde la fuente (distancias inferiores a varios cientos de metros), salvo para frecuencias muy altas (por encima de 5000 Hz). A distancias mayores, donde la atenuación por adsorción del aire es significativa para todas las frecuencias, el nivel sonoro ha de calcularse en función de la frecuencia, temperatura y humedad relativa específicas.

➤ **Atenuación por viento y temperatura.**

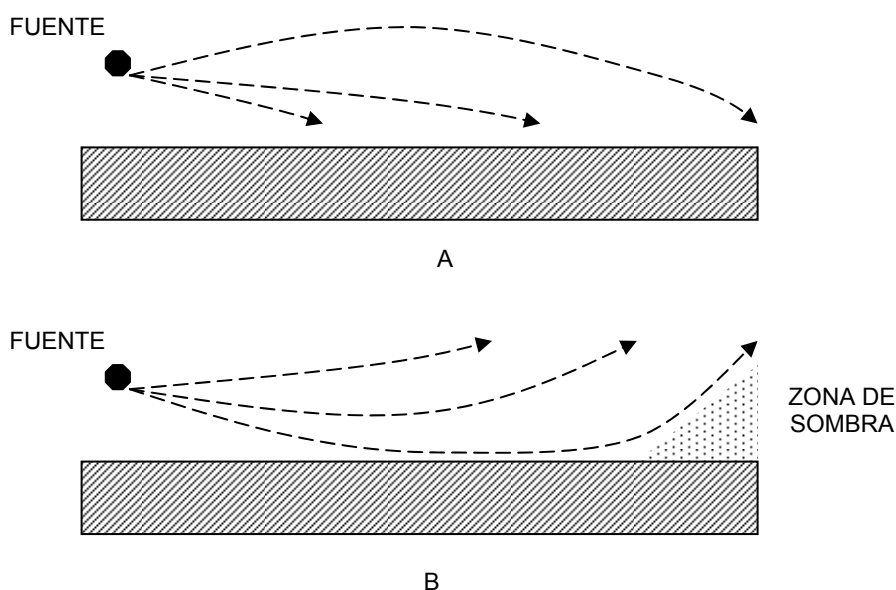
La propagación del ruido próximo al suelo para distancias horizontales inferiores a 100 m es esencialmente independiente de las condiciones atmosféricas; en este caso, la atmósfera puede considerarse homogénea y los rayos sonoros aproximadamente como líneas rectas. Las condiciones atmosféricas suelen ser un factor fundamental para distancias mayores. La humedad relativa y temperatura tienen un efecto sustancial sobre la atenuación de frecuencias altas a grandes distancias debida a la adsorción del aire. Sin embargo, el principal efecto debido a los gradientes verticales de viento y temperatura es la refracción de la señal sonora.

Durante el día la temperatura del aire desciende regularmente al aumentar la altura sobre el suelo, a esta condición se la denomina gradiente de temperatura. Por el contrario, durante la noche, la temperatura suele descender al descender la altura (debido a la radiación fría de la superficie del suelo), condición conocida como inversión térmica, que puede extenderse 100 m o más sobre el suelo.

El ruido se refracta (flexiona) hacia abajo cuando existe un viento de componente descendente, o durante las inversiones de temperatura. Estas condiciones de refracción

hacia abajo son favorables a la propagación; en estos casos se produce una atenuación mínima debida, además, a varios factores.

El ruido se refracta hacia arriba cuando la propagación de la onda sonora se realiza en condiciones de viento ascendente o durante en fenómenos de inversión térmica (A). La refracción hacia arriba suele producir una zona de sombra cerca del suelo, dándose como resultado una atenuación adicional (B).



#### ➤ **Atenuación debida al suelo.**

La atenuación debida al suelo es el resultado de la interacción entre el ruido reflejado por el terreno y la señal propagada directamente. La adsorción del suelo es diferente cuando se trata de superficies acústicamente duras (hormigón o agua), blandas (césped, árboles o vegetación) o mixtas. La atenuación del suelo se calcula en bandas de frecuencia para tener en cuenta la firma sonora y el tipo de terreno entre la fuente y el receptor.

Las superficies del suelo pueden clasificarse, para el caso de ángulos de rozamiento inferiores a 20°, de acuerdo con sus propiedades acústicas, de la siguiente manera:

1. Suelo duro. Pavimento de asfalto u hormigón, agua y todas las demás superficies que tengan poca porosidad. Por ejemplo, el suelo apisonado que a menudo rodea los centros industriales puede considerarse como suelo duro.
2. Suelo blando. El suelo cubierto por hierba, árboles u otra vegetación y todos los suelos porosos adecuados para el crecimiento de vegetación, tales como las tierras cultivables.
3. Suelo muy blando. Las superficies muy porosas, como el suelo cubierto de nieve, agujas de pino o material suelto semejante.
4. Suelo mixto. Una superficie que incluye áreas duras y blandas.

La precipitación puede afectar a la atenuación del terreno, por ejemplo, la nieve puede producir una atenuación considerable y, además, puede causar gradientes de temperatura positivos altos que influyan en la propagación de la señal.

Si la distancia a la fuente es escasa, inferior a 100 m, los rayos de ruido se consideran líneas rectas, de forma tal que se simplifica el cálculo de la atenuación. Por el contrario, en largas distancias se supone que las condiciones atmosféricas son favorables a propagación, lo que significa que el rayo desde la fuente al receptor es refractado hacia abajo (rayo curvado) por efecto del viento y la temperatura. La atenuación del suelo sigue siendo fundamentalmente el resultado de la interacción entre el ruido reflejado y el directo, pero el rayo curvado asegura que la atenuación está determinada fundamentalmente por las superficies del suelo cerca de la fuente y cerca del receptor. La atenuación total se obtiene sumando las atenuaciones que se producen en la zona próxima al receptor, próxima al emisor y la zona intermedia.

En las siguientes condiciones específicas el cálculo de la atenuación del suelo es mucho más simple que la del caso general:

- La propagación se produce sobre un suelo que es totalmente, o casi totalmente, acústicamente blando.
- El espectro de ruido es particularmente amplio y gradual, como suele ocurrir con fuentes importantes de ruido compuestas de muchas fuentes contribuyentes distintas, por ejemplo, plantas industriales o tráfico rodado.
- El espectro de ruido no contiene componentes destacadas de frecuencias discretas.
- Sólo es de interés el nivel sonoro con ponderación A en la posición del receptor.

En estos casos la atenuación del suelo,  $A_{\text{suelo}}$ , se puede calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$A_{\text{suelo}} = 4.8 - (2h_m/r)(17 + 300/r)$$

Donde  $r$  es la distancia entre la fuente y el receptor en metros y  $h_m$  es la altura media del camino de propagación por encima del suelo en metros. Los valores negativos obtenidos con la fórmula anterior no son significativos y deben ser reemplazados por ceros.

➤ **Atenuación por efecto barrera.**

Una barrera contra el ruido es cualquier obstáculo sólido relativamente opaco al sonido que bloquea al receptor la línea de visión de la fuente sonora. Las barreras pueden instalarse específicamente para reducir el ruido, por ejemplo, vallas sólidas o diques de tierra, o pueden producirse por otras razones, como edificios o muros aislados.

Las barreras pueden usarse en exteriores para apantallar áreas residenciales o instalaciones de ocio que requieran silencio (por ejemplo, parques) frente al ruido del tráfico, de industrias o las instalaciones de ocio.

La medida habitual de la eficacia acústica de una barrera es la pérdida por inserción. Esta medida es de interés práctico para quienes estén considerando la construcción de la barrera; también evita la ambigüedad que surge debido a que la barrera, además de

introducir la atenuación debida a la difracción, suele reducir la atenuación debida al suelo, al aumentar la altura de recorrido del rayo.

La pérdida por inserción de una barrera varía dependiendo de distintos parámetros, principalmente de la frecuencia del ruido; las frecuencias altas son más atenuadas.

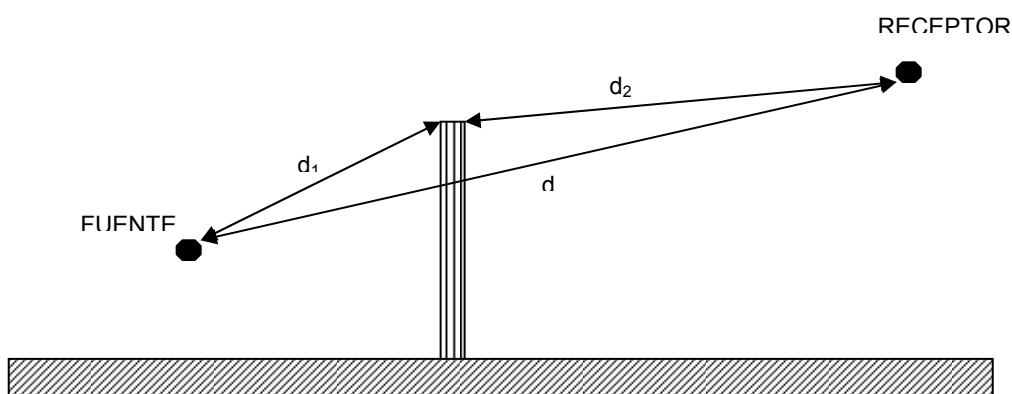
La temperatura y el viento afectan al rendimiento acústico de la barrera. En los días soleados los rayos de ruido son curvados ascendentemente, no reduciéndose el rendimiento de la misma. Sin embargo, durante la noche o los periodos de inversión térmica, los rayos de ruido son curvados descendentemente reduciéndose la pérdida por inserción. Esta reducción varía con la distancia de propagación, para distancias a la fuente de ruido inferiores a 100 m suele ser insignificante.

Se consideran barreras delgadas (muros y pantallas acústicas) a aquellas que atenúan el ruido mediante difracción única, y barreras gruesas (edificios y diques de tierra) a las que atenúan el ruido mediante difracción doble. En general, si una barrera tiene un espesor superior a 3 m se considera barrera gruesa para los componentes de la onda sonora en todas las frecuencias.

El cálculo de la pérdida por inserción de una barrera delgada de longitud infinita, para un sonido de longitud de onda  $\lambda$ , comienza obteniéndose el número Fresnel  $N$  aplicando la fórmula siguiente:

$$N = \frac{2}{\lambda} (d_1 + d_2 - d)$$

Donde  $d_1$ ,  $d_2$  y  $d$  son las distancias indicadas en la siguiente figura,



Cuando el borde de la barrera toca la línea de visión entre la fuente y el receptor, o está por debajo de ella, el valor de  $N$  es cero. Cuanto más se extiende la barrera por encima de la línea de visión, mayor es el valor de  $N$ .

La pérdida por inserción  $IL_{barrera}$ , para el valor de  $N$  calculado anteriormente, se obtiene aplicando la fórmula siguiente:

$$IL_{barrera} = 10 \log(3 + 10NK) - A_{suelo}$$

Donde el término  $A_{suelo}$  es la atenuación aportada por el suelo antes de que se insertara la barrera. El primer término es la atenuación que aporta la barrera más cualquier otra atenuación todavía eficaz en la vía de propagación, resultado los efectos del suelo y atmosféricos después de la instalación.  $K$  es el factor de corrección para los efectos atmosféricos, en distancias entre la fuente y el receptor inferiores a 100 m,  $K = 1$ , lo cual significa que los efectos atmosféricos pueden ignorarse.

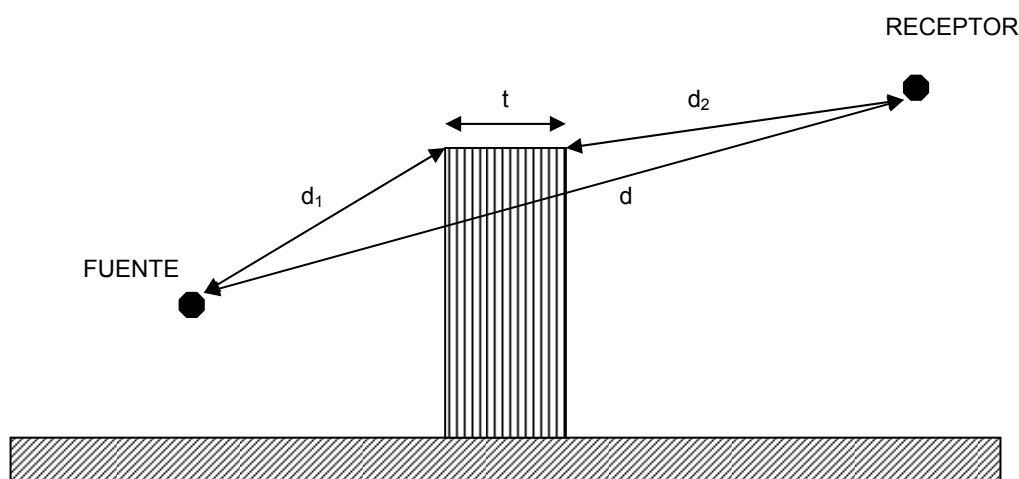
A distancias mayores  $K$  se obtiene aplicando la expresión siguiente:

$$K = e^{-0.0005 \sqrt{\frac{d_1 d_2 d}{N\lambda}}}$$

En el caso de barreras gruesas de longitud infinita el cálculo comienza de igual forma, el número Fresnel  $N$  es el siguiente:

$$N = \frac{2}{\lambda} (d_1 + t + d_2 - d)$$

Donde  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $t$  y  $d$  son las distancias indicadas en la siguiente figura,



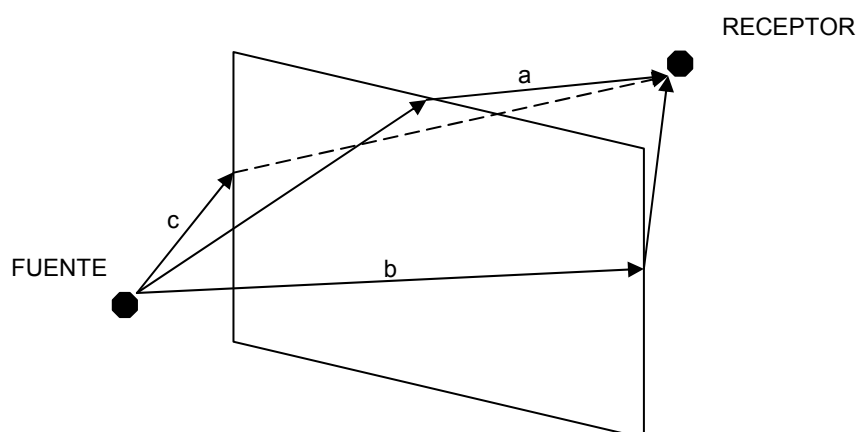
La pérdida por inserción  $IL_{barrera}$ , para el valor de  $N$  calculado anteriormente, se obtiene aplicando la fórmula siguiente:

$$IL_{barrera} = 10 \log(3 + 30NK) - A_{suelo}$$

Donde  $K$  es el factor de corrección atmosférica anteriormente citado, pero con el grosor  $t$  añadido a la menor de las distancias  $d_1$  y  $d_2$ .

En ambos casos, barreras delgadas y gruesas, si el término de la atenuación  $IL_{barrera}$  es negativo se iguala a cero.

En los casos reales las barreras no tienen longitud infinita, por tanto, hay que considerar tres vías de propagación entre la fuente y el receptor: una vía  $a$  sobre la parte alta de la barrera y dos vías,  $b$  y  $c$ , alrededor de cada extremo.

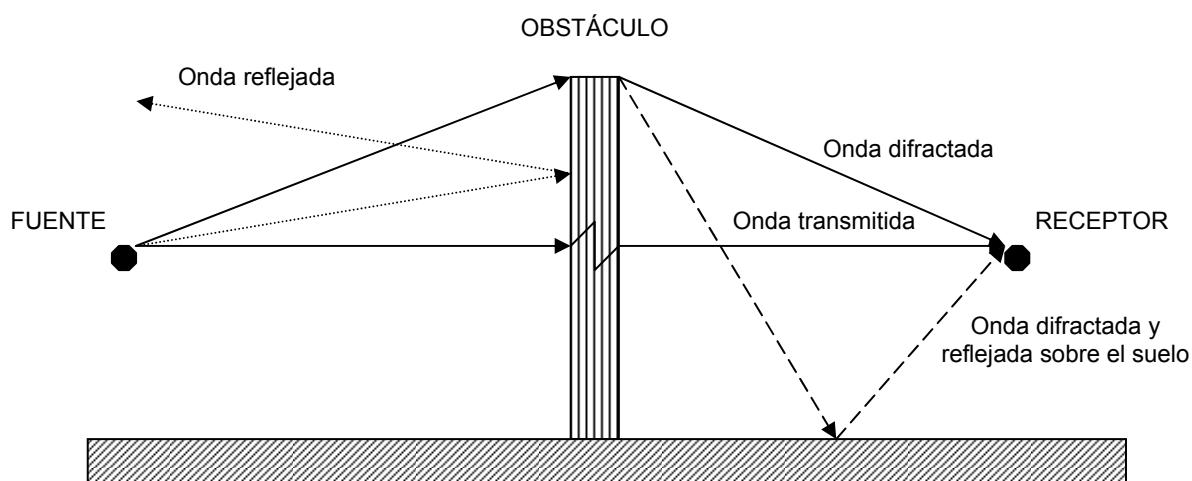


El cálculo del nivel de ruido en el receptor se obtiene como suma de los obtenidos en las tres vías de propagación. La vía  $a$  se obtiene exactamente igual a como se ha explicado anteriormente, suponiendo que la barrera es de longitud infinita. Las vías  $b$  y  $c$  se determinan proyectando en planta el problema, aplicando las fórmulas anteriores, igualando el factor de atenuación del suelo a cero ( $A_{suelo} = 0$ ) y considerando  $K = 1$ .

➤ **Atenuación por reflexión.**

Únicamente se consideran las reflexiones producidas por el choque del rayo de onda sonora con una superficie más o menos vertical, por ejemplo, la fachada de un edificio, que puede incrementar el nivel de ruido de un receptor situado a poca distancia frente a la misma. Las reflexiones de los rayos de ruido debido al elemento suelo ya fueron tratadas en la atenuación debida al suelo.

Cuando las ondas de ruido impactan sobre una superficie, parte de su energía se refleja, parte se difracta, parte se transmite a través de ella y parte es absorbida. En el siguiente esquema se representan los fenómenos anteriormente citados:



Si la adsorción y la transmisión son bajas, como sucede generalmente en el caso de los edificios, la mayoría de la energía sonora se refleja y se dice que la superficie es muy reflectante. El nivel de presión sonora cerca de la superficie se debe a la emisión directa de la fuente y al sonido que llega de una o más reflexiones. Aproximadamente se establece que el nivel de ruido a 0,5 m frente a una pared lisa es 3 dB(A) mayor que si no hubiera pared, la reflexión aumenta el nivel de ruido.

El cálculo de la atenuación por reflexión se realiza por frecuencias, al depender de las características acústicas de la superficie reflectante, utilizando la misma metodología que la desarrollada en el cálculo de la atenuación por suelo.

➤ **Atenuación debida a la vegetación.**

Los árboles y arbustos no son buenas barreras contra el ruido, aportan muy poca atenuación. Al mantener el suelo poroso sus raíces sí aportan cierta atenuación por efecto suelo. Por tanto, la principal contribución de la vegetación no es una atenuación de barrera, sino una atenuación de suelo. Sin embargo, si la vegetación es suficientemente densa como para obstruir completamente la visión y si también intercepta la vía de propagación acústica, se produce una atenuación adicional debida a la propagación través de ella.

A continuación se adjunta la atenuación debida a la propagación por metro lineal [dB/m], a través de vegetación densa, en bandas de octava.

ATENUACIÓN DEBIDA A LA VEGETACIÓN [dB/m]							
Frecuencia [Hz]							
31,5	63	125	500	1000	2000	4000	8000
0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,12

No debe tenerse en cuenta una longitud de propagación superior a 200 m a través de la vegetación.

#### 4.1.3 FASE DE RECEPCIÓN.

Es en esta fase cuando se manifiesta el medio ambiente sonoro; sin la existencia de población que ocupe el territorio, el medio ambiente sonoro no existe, es el último escalón, la percepción del ruido.

A continuación se estudian las características principales que definen la fase de recepción.

➤ **Sonoridad.**

La sonoridad es el atributo de los sonidos, percibido subjetivamente, que permite al oyente ordenar su magnitud sobre una escala, de bajo a alto. Dado que es una sensación en el interior del oyente, no es susceptible de una medida física directa. En lugar de ello, el procedimiento básico de medida es subjetivo; en él, los oyentes tienen que realizar enjuiciamientos sistemáticos con respecto a sonidos de referencia con niveles de presión sonora conocidos. Por ejemplo, puede pedirse a los oyentes que evalúen si los sonidos son igualmente fuertes, o el doble o la mitad, etc. O puede

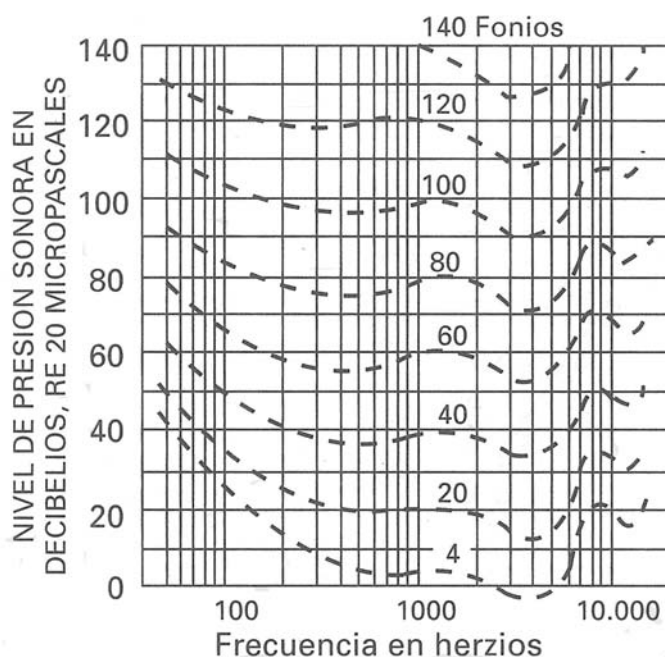
pedírseles que asignen números que sean proporcionales a la sonoridad de los mismos. Las pruebas de laboratorio que han empleado procedimientos como éstos muestran que las personas hacen enjuiciamientos acerca de la sonoridad razonablemente consistentes. La sonoridad depende fundamentalmente del nivel de presión sonora del estímulo sonoro y, en menor medida, de su frecuencia, duración y complejidad espectral.

➤ **Sonio.**

La unidad de sonoridad es el sonio; un sonio se define como la sonoridad de un tono de 1.000 Hz, con un nivel de presión sonora de 40 dB. La escala de sonoridad es una escala subjetiva y ha sido establecida de tal manera que un sonido con una sonoridad de 2 sonios es doblemente sonoro que el sonido de referencia de 40 dB de 1 sonio; 4 sonios son 4 veces más sonoros que 1 sonio, etc. Para un oyente medio, un cambio de 10 dB en el nivel de presión sonora es aproximadamente equivalente a doblar la sonoridad. El cambio de sonoridad con el nivel de presión sonora es ligeramente superior para sonidos de baja frecuencia (por debajo de unos 300 Hz).

➤ **Curvas de igual sonoridad.**

Los enjuiciamientos de igual sonoridad para tonos puros de varias frecuencias y niveles han dado lugar a curvas de igual sonoridad, como muestra la siguiente figura (fuente: Harris). Todos los puntos de una curva determinada representan los niveles de presión sonora que ha sido juzgados como igualmente sonoros en campo libre. Estos datos corresponden a jóvenes adultos, con audición normal, de cara a la fuente. Por ejemplo, la curva que pasa por los 1.000 Hz a un nivel de presión sonora de 40 dB es isósona a un tono con un nivel de presión sonora de 35 dB a 3.000 Hz, o a un tono de 100 Hz con un nivel de presión sonora de 50 dB. Se denomina cada curva por su nivel a 1.000 Hz, que es la frecuencia de referencia.



**Ilustración 2. Curvas de igual sonoridad.**

Los sonidos que son isófonos no siempre son equivalentes en otros aspectos. Por ejemplo, dos sonidos que son iguales en sonoridad pueden variar en términos de su molestia, o en el grado en que interfieren con la comunicación hablada.

➤ **Nivel de sonoridad en fonios.**

El nivel de sonoridad en fonios de cualquier sonido es el nivel de presión sonora del tono de 1.000 Hz de referencia que es tan sonoro como el sonido que está siendo evaluado. Así, las distintas curvas que muestra la gráfica anterior representan curvas de igual sonoridad expresada en fonios. De acuerdo con la definición de sonio, una sonoridad de 1 sonio corresponde a un nivel de sonoridad de 40 fonios; un cambio doble de la sonoridad en sonios está asociado con un cambio de 10 fonios en el nivel de sonoridad.

➤ **Estimación de la sonoridad.**

La sonoridad de un ruido puede estimarse de tres formas generales:

1. Mediante enjuiciamiento subjetivo, usando un procedimiento como el descrito en anteriormente. Un procedimiento habitual requiere que un panel de oyentes con audición normal juzgue cuando un tono ajustable de referencia de 1.000 Hz es de

la misma sonoridad que el sonido evaluado. El resultado numérico de este procedimiento representará el nivel de sonoridad en fonios.

2. Mediante cálculo del análisis espectral del ruido en bandas de tercio, de media, o de octava completa. Las unidades de las estimaciones son los sonios.
3. Mediante medida instrumental, usando un aparato que intenta representar la respuesta del oído. Tales instrumentos varían en complejidad, desde un sonómetro, con una red de ponderación de frecuencias, hasta un elaborado equipamiento digital.

## 4.2 PROGRAMA PREDICTOR.

El programa informático Predictor Type 8710 v. 4.11 de la empresa Brüel & Kjaer es un modelo de simulación del medio ambiente sonoro en exteriores que permite calcular, analizar y evaluar los niveles de ruido aéreo generado por las principales fuentes de ruido ambiental: carreteras, ferrocarril, industria, otras fuentes puntuales y lineales, 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 adsorción 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 individuales 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 Predictor 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.

Los métodos de cálculo recomendados por la Directiva y recogidos en el programa Predictor son los siguientes:

1. Ruido del tráfico rodado: el método de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», contemplado 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».
2. Ruido ferroviario: el método de cálculo nacional de los Países Bajos, publicado en «Reken — en Meetvoorschrift Railverkeerslawai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 de noviembre de 1996».
3. Ruido industrial: ISO 9613-2: «Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2:General method of calculation».

Además de los modelos anteriores, Predictor también permite la aplicación de los métodos de cálculo siguientes:

1. Ruido de tráfico rodado: método de cálculo inglés CRTN- $L_{10}$  y su adaptación al cálculo de nivel de presión sonora continuo equivalente, CRTN- $L_{Aeq}$ , publicado por «Department of Transport Wells Office» ISBN: 0 11 550847 3.
2. Ruido de tráfico rodado: método de cálculo nacional de los Países Bajos «Standaard rekenmethode 2 van het Reken en Meetvoorschrift Verkeerslawai» publicado por «Ministerie van volksgezondheid en milieuhygiene» (RMV-SRM2) ISBN: 90 12 03579 1.
3. Ruido industrial: método de cálculo danés DAL 32 publicado por «Danish Acoustical Laboratory».

#### 4.2.1 RECEPTORES Y MAPAS DE ISÓFONAS.

Predictor permite calcular el nivel de presión sonora continuo equivalente en un punto determinado o en toda una zona del modelo generando un mapa de isófonas. En el primer caso, el usuario selecciona la posición del receptor, la cota, la altura del punto sobre el suelo, etc. En el segundo caso no es necesario indicar todos los receptores que definen el mapa de isófonas, Predictor permite seleccionar cual será la equidistancia en dirección X e Y para a continuación generar automáticamente los receptores necesarios.

Los mapas de isófonas se pueden realizar a una cota fija o a una altura constante sobre el terreno. Cuanto menor sea la equidistancia entre receptores, mayor será la precisión en el cálculo y más tiempo se consumirá en la realización del mapa de isófonas.

Predictor permite exportar los datos de mapas de isófonas del modelo en formato ASCII según la siguiente ordenación:

1. ElementId: identificador del elemento.
2. GroupId: identificador del grupo.
3. Groupname: nombre del grupo.
4. Id: identificador.
5. Desc: descripción.
6. XLeft: abcisa de la esquina inferior izquierda del área de receptores virtuales en metros.
7. YBottom: ordenada de la esquina inferior izquierda del área de receptores virtuales en metros.
8. XRight: abcisa de la esquina superior derecha del área de receptores virtuales en metros.
9. YTop: ordenada de la esquina superior derecha del área de receptores virtuales en metros.
10. X: equidistancia en abcisas medida en metros.

- 11. Y: equidistancia en ordenadas medida en metros.
- 12. M: cota en metros.
- 13. H: altura sobre el suelo en metros.
- 14. Xdistance: equidistancia en abcisas medida en metros.
- 15. Ydistance: equidistancia en ordenadas medida en metros.
- 16. Xcount: número de receptores virtuales en abcisas.
- 17. Ycount: número de receptores virtuales en ordenadas.
- 18. Total: número total de receptores virtuales.
- 19. ConstH: si  $\neq 0$  (true)  $\rightarrow$  receptores virtuales colocados a cota constante.

#### **4.2.2 PARÁMETROS GENERALES DE CÁLCULO.**

En los parámetros generales de cálculo se definen las características siguientes:

- 1. Corrección por condiciones meteorológicas.
- 2. Atenuación debida al suelo.
- 3. Absorción del aire. Las variables asociadas al fenómeno son las siguientes: temperatura, presión, humedad del aire y absorción por directividad geométrica en bandas de octava.
- 4. Ángulo de rastreo entre dos rayos consecutivos del modelo de trazado de rayos.

Los valores seleccionados de las variables indicadas anteriormente fueron los siguientes:

- 1. Corrección meteorológica:  $C_0 = 5$ .
- 2. Atenuación por suelo: 0,5.
- 3. Ángulo de rastreo:  $2^\circ$ .
- 4. Absorción del aire

- a. Temperatura: 273,5 °K
- b. Presión atmosférica: 101,33 Kpa.
- c. % de humedad: 60%.
- d. Absorción del aire por bandas de octava:

FRECUENCIA [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ABSORCIÓN [dB(A)/km]	0,05	0,16	0,4	0,78	1,78	5,50	19,3	63,28	157,49

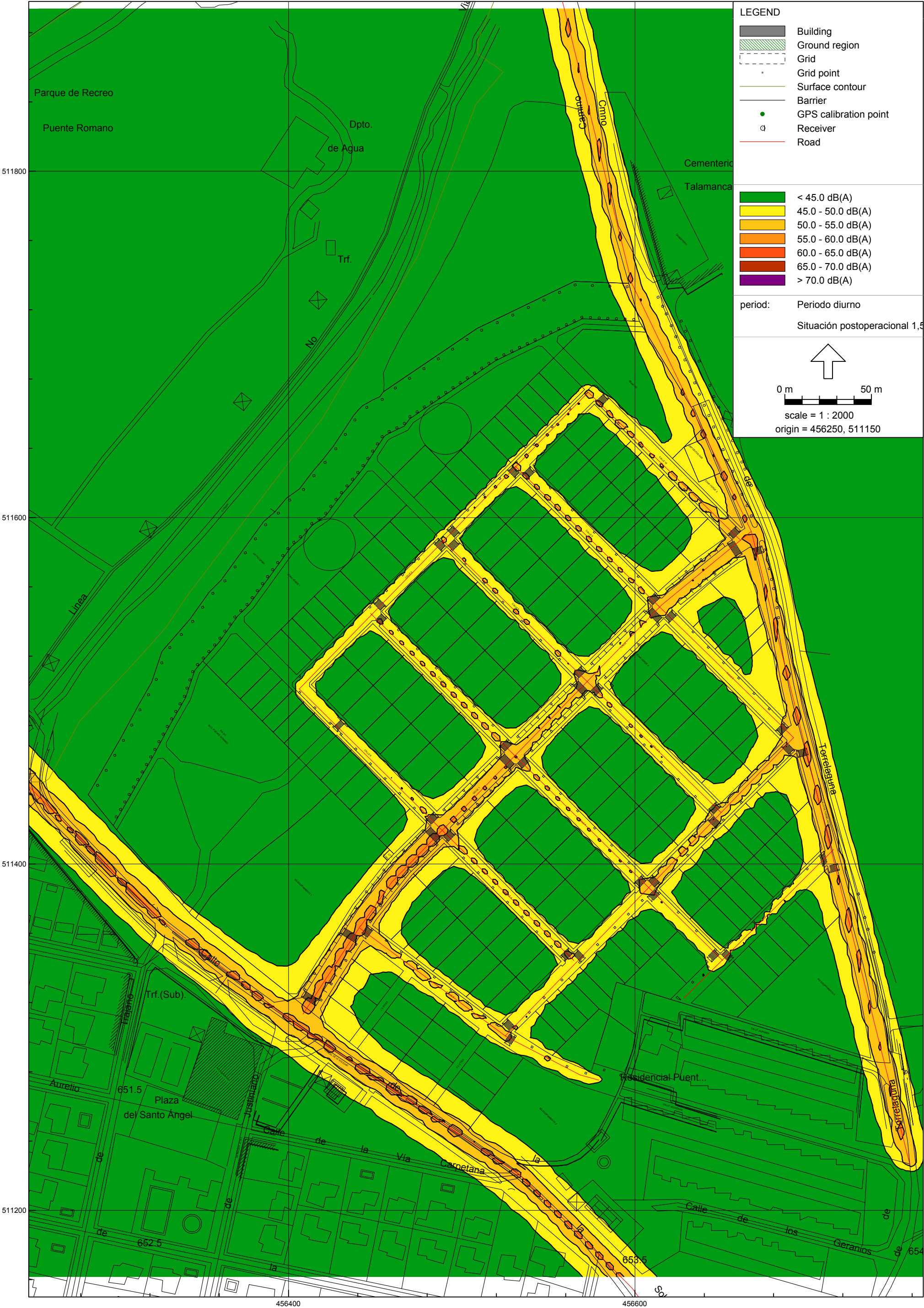
#### 4.3 MODELIZACIÓN DE LA SITUACIÓN POSTOPERACIONAL.

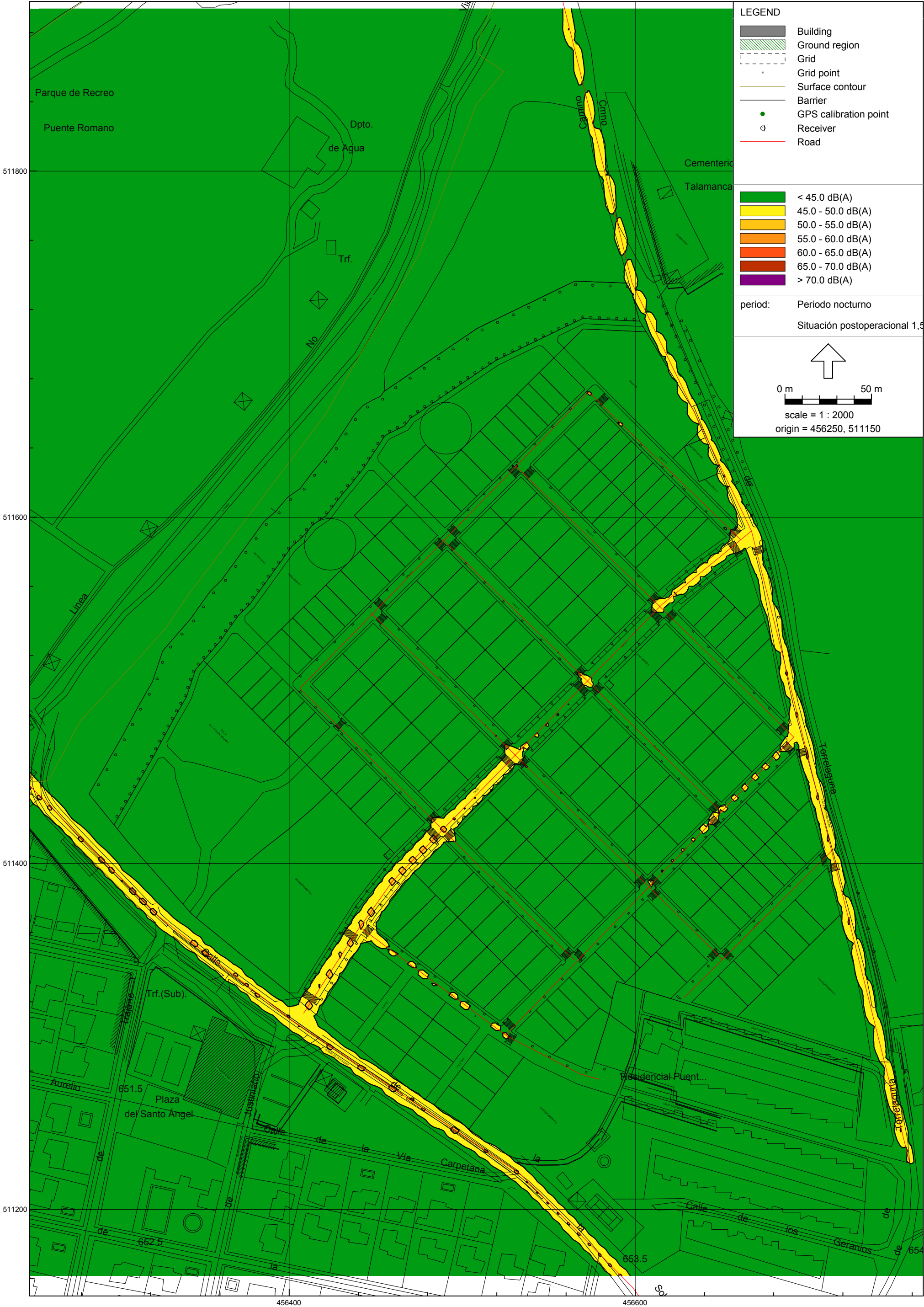
A continuación se adjuntan los mapas de isófonas de la situación postoperacional para los periodos diurno y nocturno realizados a 1,5 m y 4m de altura sobre el suelo.

En los mapas se ha representado una malla de coordenadas X, Y formando una cuadrícula de 200 x 200 m a partir de la cual se pueden obtener las coordenadas UTM HUSO: 30 ZONA: T DATUM: EUROPEAN 50 estableciendo la siguiente relación,

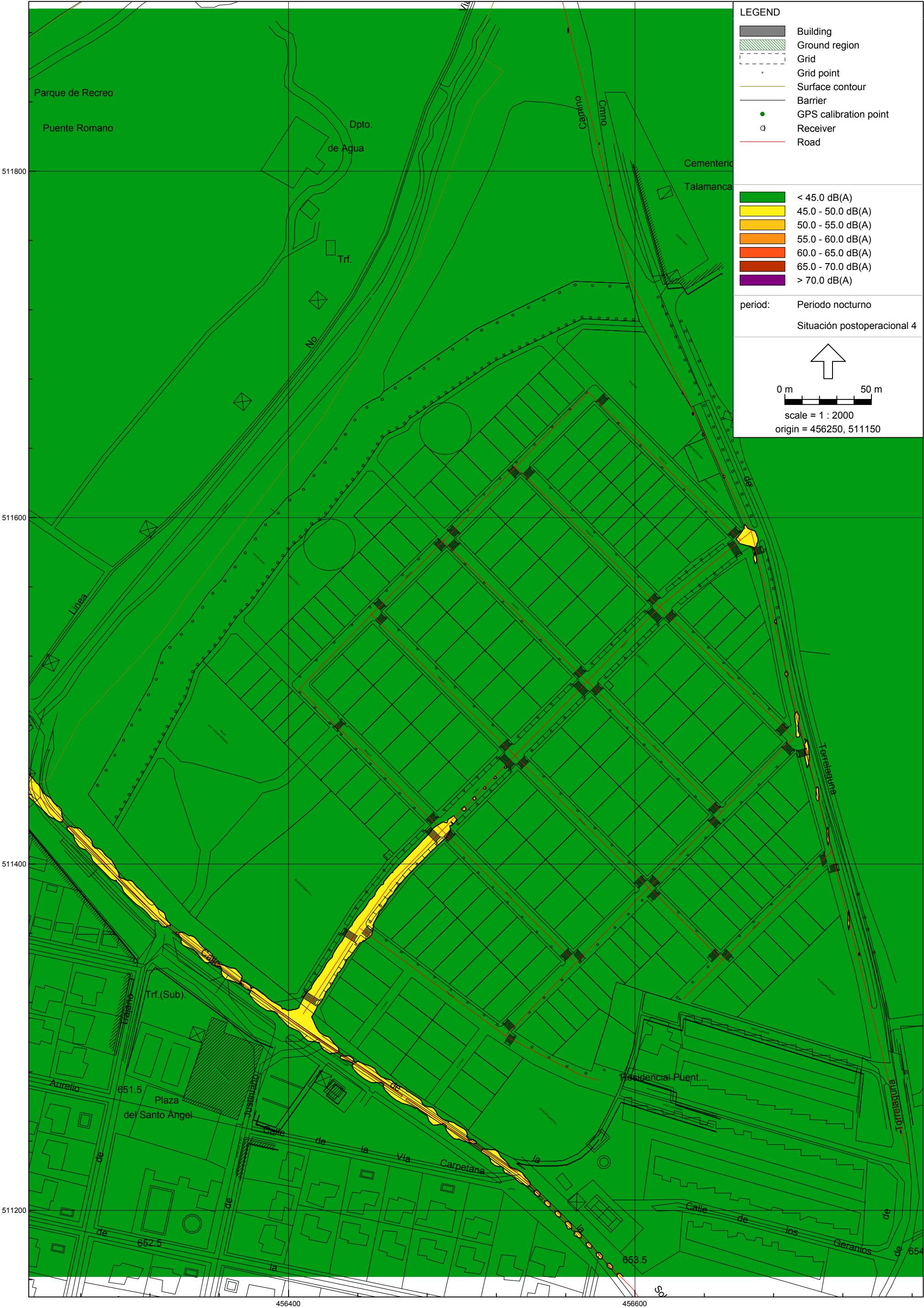
$$X_{UTM} = X_{MAPA}$$

$$Y_{UTM} = Y_{MAPA} + 4.000.000$$









## 5 CRITERIOS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS ACÚSTICOS.

El Término Municipal de Talamanca de Jarama no dispone de normas urbanísticas reguladoras referentes a la protección contra el ruido, siendo de aplicación el Decreto 78/99 *Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid* según se indica en la disposición adicional primera del mismo.

A continuación se adjunta un resumen de los artículos más significativos de Decreto 78/99 *Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid* según se indica en la disposición adicional primera del mismo, para el desarrollo del estudio acústico que nos ocupa, la determinación del ruido ambiental en el área de estudio, clasificación de las Áreas de Sensibilidad Acústica, etc.

El ámbito territorial que se pretende presenta una determinada calidad acústica homogénea, defina Área de Sensibilidad Acústica. En el artículo 10 se definen las siguientes Áreas de Sensibilidad Acústica.

	ÁREA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA	USOS PREDOMINANTES
AMBIENTE EXTERIOR	Tipo I: Área de silencio.	- Sanitario. - Docente o Educativo. - Cultural. - Espacios protegidos.
	Tipo II: Área levemente ruidosa.	- Uso residencial. - Zona verde, excepto en casos en que constituyen zonas de transición.
	Tipo III: Área tolerablemente ruidosa.	- Uso de hospedaje. - Uso de oficinas o servicios. - Uso comercial. - Uso deportivo. - Uso recreativo.
	Tipo IV: Área ruidosa.	- Uso industrial. - Servicios públicos.
	Tipo V: Área especialmente ruidosa.	- Zonas de nula sensibilidad acústica (espectáculos al aire libre, servidumbres sonoras, etc.).
AMBIENTE INTERIOR	Tipo VI: Área de trabajo.	- Zona interior de los centros de trabajo.
	Tipo VII: Área de vivienda.	- Zona del interior de las viviendas y usos equivalentes.

En el Art. 12 se establecen los niveles de emisión máximos al ambiente exterior en aquellas zonas donde se prevean nuevos desarrollos urbanísticos. En la tabla siguiente se adjuntan los niveles de emisión máximos permitidos.

ÁREA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA	VALORES LÍMITES EXPRESADOS EN $L_{Aeq}$	
	Periodo diurno	Periodo nocturno
Tipo I (Área de silencio)	50	40
Tipo II (Área levemente ruidosa)	55	45
Tipo III (Área tolerablemente ruidosa)	65	55
Tipo IV (Área ruidosa)	70	60
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	75	65

Los periodos de referencia para la evaluación del ruido, diurno o nocturno, (art.16) son los siguientes:

PERIODOS DE REFERENCIA	
PERIODO DÍA	08:00 a 22:00
PERIODO NOCHE	22:00 a 08:00

En el Art. 23 se establecen los criterios generales para la determinación de medidas correctoras de las actividades sometidas a Evaluación de Impacto Ambiental o Calificación Ambiental:

1. Con carácter general, será preciso incorporar medidas correctoras de la contaminación acústica a aquellas actividades cuyos niveles acústicos estimados para el estado postoperacional superen los valores límite establecidos en el Decreto.
2. Las medidas correctoras necesarias se establecerán otorgando prioridad al control del ruido en la fuente o en su propagación frente a la adopción de medidas correctoras en los receptores. En este último caso, la aprobación ambiental de la actividad está condicionada al consentimiento de los receptores para la implantación de tales medidas.

3. Las medidas correctoras en los receptores habrán de garantizar que los niveles de inmisión de ruido en ambiente interior no superan lo establecido en el Art. 13.
4. Los costes asociados al estudio, proyecto e implantación de medidas correctoras de la contaminación acústica en los receptores correrán a cargo del promotor de la actividad una vez sea aprobada.

Las actuaciones a realizar en la prevención de la contaminación acústica cuando se desarrollan tareas de planificación urbanística, (art. 24) se exponen a continuación:

1. Los Planes Generales de Ordenación Urbana, las Normas Subsidiarias de Planeamiento y cualquier otra figura de planeamiento urbanístico a nivel municipal o inferior, tendrán en cuenta los criterios establecidos por este Decreto en materia de protección contra la contaminación acústica y los incorporarán a sus determinaciones en la medida oportuna.
2. La asignación de usos generales y usos pormenorizados de suelo en las figuras de planeamiento tendrá en cuenta el principio de prevención de los efectos de la contaminación acústica y velarán para que, en lo posible, no se superen los valores límites de emisión e inmisión establecidos en este Decreto.
3. La ubicación, orientación y distribución interior de los edificios destinados a los usos más sensibles desde el punto de vista acústico se planificarán con vistas a minimizar los niveles de inmisión en los mismos, adoptando diseños preventivos y suficientes distancias de separación respecto a las fuentes de ruido más significativas, y en particular, el tráfico rodado.
4. Las figuras de planeamiento urbanístico general incorporarán en sus determinaciones, al menos, los siguientes aspectos:
  - a. Planos que reflejen con suficiente detalle los niveles de ruido en ambiente exterior, tanto en la situación actual como en la previsible una vez acometida la urbanización.
  - b. Criterios de zonificación de usos adoptados a fin de prevenir el impacto acústico.

- c. Propuesta de calificación de áreas de sensibilidad acústica en el ámbito espacial de ordenación, de acuerdo con los usos previstos y las prescripciones de este Decreto.
- d. Medidas generales previstas en la ordenación para minimizar el impacto acústico.
- e. Limitaciones en la edificación y en la ubicación de actividades contaminante por ruido y vibraciones a incorporar en las ordenanzas urbanísticas.
- f. Requisitos generales de aislamiento acústico de los edificios en función de los usos para los mismos y de los niveles estimados en ambiente exterior.

## 6 EVALUACIÓN DE IMPACTOS ACÚSTICOS.

El Decreto 78/1.999, Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid, establece la clasificación en Áreas de Sensibilidad Acústica que regula los posibles usos del suelo en función del medio ambiente sonoro.

Los nuevos desarrollos propuestos en el Sector S-1 están destinados a uso global residencial. El desarrollo del uso residencial exige que el suelo donde se vaya a realizar dicha actividad sea clasificado Área de Sensibilidad Acústica tipo II: Área levemente ruidosa, cumpliéndose que no se superan 55 dBA durante el periodo diurno y 45 dBA durante el periodo nocturno.

Con respecto de los usos pormenorizados de los suelos clasificados *equipamientos sociales* se desconocen dichos usos hasta que la Administración desarrolle las actividades que en ellos proyecte. En el presente estudio se les clasificará acorde a los niveles de ruido aunque será necesario un estudio pormenorizado en cada caso una vez decidido el desarrollo de dichos suelos.

Analizados los mapas de isófonas de la situación postoperacional en el periodo diurno y nocturno se han obtenido las siguientes conclusiones

1. El uso global establecido para este Sector S-1 es el residencial. Como se puede comprobar en los planos de niveles acústicos, se cumple con los límites exigidos en la normativa para desarrollar los usos residenciales propuestos, y ser clasificados como área de sensibilidad acústica tipo II, sin necesidad de adoptar medidas correctoras específicas.
2. Los suelos destinados a equipamiento social, presentan niveles de ruido que permiten clasificarlo como Área de Sensibilidad Acústica tipo II; área levemente ruidosa.
3. Las zonas verdes presentan niveles acústicos acordes con los establecidos en el Decreto 78/99 para desarrollar este uso, por tanto, son clasificadas como Áreas de Sensibilidad Acústica tipo II.

## 7 PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

Analizados los niveles de ruido ambiental alcanzados en el escenario postoperacional se observa que el desarrollo del Plan Parcial del Sector S-1 de Talamanca de Jarama es compatible con el medio ambiente sonoro de la zona. No se considera necesaria la aplicación de medidas correctoras.

Con objeto de proporcionar un mayor nivel de confort acústico se han de cumplir las medidas preventivas siguientes:

1. Ubicación, orientación y distribución de los edificios evitando exponer los usos más sensibles a los mayores niveles de ruido ambiental. Los niveles de ruido se consultarán en los mapas de ruido.
2. La edificación prevista no podrá ocupar los suelos donde se alcancen niveles de ruido por encima de los máximos admitidos, para el uso al que estén destinados, en el Decreto 78/99 Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid. Los niveles de ruido se consultarán en los mapas acústicos.
3. Los edificios de nueva construcción proyectados cumplirán los requisitos referentes al aislamiento acústico que se establezcan en las legislaciones que les competa. Entre ellas, cabe citar a título ilustrativo la Norma Básica de Edificación CA-88 Condiciones Acústicas en los Edificios (BOE 8-10-88).
4. Adoptar las medidas necesarias de templado de tráfico para asegurar que en el viario interior se propicie una circulación fluida y continua sin exceder la velocidad de 40 km/h durante el periodo diurno y el periodo nocturno.

Se recomiendan los dispositivos para moderar la velocidad, publicados por la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid. Entre estos destacan:

i. Dispositivos relacionados con el trazado en planta:

- Miniglorietas.
- Retranqueos.
- Zigzags.

- Modificación de intersecciones en T.

ii. Dispositivos relacionados con el trazado en alzado:

- Lomos.
- Almohadas.
- Mesetas.
- Mesetas en intersecciones.

iii. Dispositivos relacionados con la sección transversal:

- Martillos.
- Isletas separadoras.
- Estrechamientos puntuales.

## **8 DEFINICIÓN DE ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA.**

A continuación se adjunta un plano de la clasificación en Áreas de Sensibilidad Acústica propuestas en el Plan Parcial del Sector S-1 (Talamaca de Jarama). En el CD del estudio se tiene copia del plano en formato digital DXF georreferenciado UTM HUSO: 30 ZONA: T DATUM: EUROPEAN 50



ÁREA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA TIPO II



PROYECTO DE URBANIZACIÓN DEL SECTOR S-1		ARQUITECTO:
SECTOR: S-1	LA PROPIEDAD: TALAMANCA DE JARAMA, MADRID	
FECHA: ABRIL 2006	PLANO: ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA	AVANCE URBANO S.L.
REFERENCIA: SUSTITUYE AL:		Nº PLANO: 2
		ESCALA: 1/1000