

**MODIFICACION PUNTUAL DEL PLAN GENERAL  
DE ORDENACIÓN URBANA U.E. SECTOR 55  
ALCALA DE HENARES  
MADRID**

**ANEJO C : ESTUDIO DE INCIDENCIA AMBIENTAL**

**TOMO-3**

**- ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ACUSTICA**



**Ayuntamiento de  
Alcalá de Henares**

**BD**

**ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**

**MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL SECTOR 55 DEL PLAN GENERAL DE  
ORDENACIÓN URBANA DE ALCALÁ DE HENARES-MADRID**

**INDICE ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**

1. INTRODUCCIÓN
2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
3. JUSTIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO.
4. ESTUDIO DE LAS TRANSICIONES PREVISTAS ENTRE ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA QUE DIFIERAN MÁS DE UN GRADO.
5. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO.
6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACÚSTICA PREOPERACIONAL.
7. ESTRATEGIAS URBANÍSTICAS PREVISTAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO ACÚSTICO
8. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACÚSTICA POSTOPERACIONAL.
9. JUSTIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO UTILIZADO.

ANEXO I      MAGNITUDES ACÚSTICAS.

ANEXO II     LEGISLACIÓN EN MATERIA DE RUIDO.

ANEXO III    CAMPAÑA DE MEDIDAS DE NIVELES SONOROS

## 1.- INTRODUCCIÓN

La evolución experimentada por los países desarrollados en las últimas décadas, con un crecimiento de la actividad industrial y un aumento continuado del volumen de tráfico en todos los medios de transporte, han contribuido, en cierto sentido, a elevar la calidad media de vida de los ciudadanos y también, en sentido contrario, a disminuirla como consecuencia del notable incremento de la contaminación ambiental y, en particular, de la contaminación acústica. De hecho, durante los últimos veinte años la cantidad total de energía acústica se ha duplicado en los países industrializados, aumentando especialmente en las áreas urbanas densamente pobladas.

A ello hay que añadir que las actividades de turismo han creado nuevos puntos y fuentes de ruido, provocando que, si bien el problema de la contaminación acústica es fundamentalmente urbano, cada vez es más frecuente encontrarlo también en determinadas zonas rurales.

La contaminación acústica es motivo de preocupación por las grandes molestias que origina y por sus efectos sobre la salud (tanto fisiológicos como psicológicos), el comportamiento humano y las actividades de las personas. Prueba de ello es que gran parte de las denuncias y quejas en materia ambiental planteadas ante las autoridades tienen por objeto actividades que provocan ruido o vibraciones excesivas y molestas.

Por todo ello, la **planificación es un instrumento eficaz en la prevención del ruido urbano**, al permitir la coordinación de las condiciones y formas de desarrollo de los distintos elementos; localización de edificios, densidad de población y actividades, definición de la red de transportes, ubicación de polígonos industriales, etc.

La técnica de planificación utilizada en la lucha contra el ruido es la **zonificación y el aislamiento geográfico de las actividades ruidosas** con respecto a las zonas habitadas de mayor fragilidad. Se evita de esta forma la ubicación de actividades incompatibles, en cuanto a molestias por ruido, en las proximidades.

Por todo ello, se realizará un estudio acústico que comprenderá la valoración del nivel de ruido que se detecta en la actualidad en la parcela "**Sector 55 del Plan General de Ordenación Urbana de Alcalá de Henares**", debido principalmente al tráfico rodado, así como la simulación de los niveles de ruido estimados en el futuro.

El estudio de ruido se realizará en base al **Decreto 78/1999, de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid**. Según este decreto, en el estudio de contaminación acústica se analizarán con detalle los siguientes aspectos:

- a. Nivel de ruido en el estado preoperacional, mediante la elaboración de mapas de los niveles acústicos en el ambiente exterior durante los períodos diurno y nocturno.
- b. Nivel de ruido en el estado postoperacional, mediante la elaboración de mapas de los niveles acústicos al ambiente exterior durante los períodos diurno y nocturno.
- c. Evaluación del impacto acústico previsible de la nueva actividad, mediante comparación del nivel acústico en los estados postoperacional y preoperacional.
- d. Comparación de los niveles acústicos en los estados preoperacional y postoperacional con los valores límite definidos en los artículos 12 y 15 para las áreas de sensibilidad acústica que sean aplicables.
- e. Definición de las medidas correctoras del impacto acústico a implantar en la nueva actividad, en caso de resultar necesarias como consecuencia de la evaluación efectuada.

Además, según el artículo 24 del Decreto 78/1999:

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 del suelo en las

figuras de planeamiento tendrá en cuenta el principio de prevención de los efectos de la contaminación acústica y velará para que, en lo posible, no se superen los valores límite 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 planificará 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 contaminantes por ruido y vibraciones a incorporar en las ordenanzas urbanísticas.
  - f. Requisitos generales de aislamiento acústico de los edificios en función de los usos previstos para los mismos y de los niveles de ruido estimados en ambiente exterior.

## 2.- DEFINICIÓN DE ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA.

### 2.1.- LOCALIZACIÓN

El ámbito “**Área homogénea conformada por el ámbito delimitado. Unidad de ejecución Sector 55**” se localiza en el término municipal de Alcalá de Henares, siendo su superficie bruta total de 19.301 m<sup>2</sup> según medición real. La situación actual de la parcela se apreciará en los planos de situación, que se recogerán en el Anexo VI del futuro estudio.

La zona se encuentra limitada por el Norte y por el Este por el **Sector 114 “Espartales Sur”**; por el Oeste limita con el **Arroyo de Camarmilla**, estando próxima la **carretera M-119 Alcalá de Henares-Camarma de Esteruelas**; por el Sur limita con zonas industriales próximas a la Autovía A-2.

### 2.2.- DEFINICIÓN DE ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA

Las áreas de sensibilidad acústica se definirán según el Decreto 78/1999 en función del uso del suelo. Teniendo en cuenta los distintos usos del suelo, las áreas de sensibilidad acústica quedarán definidas en el plano EA-3 “**ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA**” que se encontrará en el Anexo VI del futuro estudio.

### 3.- JUSTIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO

El Sector 55, quedará zonificado según el plano EA-2 de Zonificación del Anexo VI: Planos situación preoperacional.

Los usos del suelo previstos podrán ser objeto de modificación para ajustarse debidamente a los niveles de ruido del Decreto 78/1999 de la Comunidad de Madrid.

Los usos del suelo estarán diseñados de manera que las zonas menos sensibles al ruido se encuentren más próximas a las fuentes sonoras y así ejerzan un efecto barrera sobre las edificaciones más sensibles al ruido. Además, se situarán zonas verdes y parques en las zonas de transición entre áreas acústicas de más de dos grados de diferencia, ya que estas zonas verdes son de material absorbente.

La adecuación de los usos previstos a las condiciones del Decreto 78/1999 queda justificada de la siguiente forma:

PARCELAS	USO PRINCIPAL	AREA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA
EQUIP-L	Servicios públicos Dotacional social	Tipo I (Área de silencio)
RC ZVL	Residencial Parques Jardines	Tipo II (Área levemente ruidosa)

#### **4.- ESTUDIO DE LAS TRANSICIONES PREVISTAS ENTRE ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA CONTIGUAS QUE DIFIEREN EN MÁS DE UN GRADO**

En el estudio postoperacional se analizarán las posibles zonas de transición así como otras zonas que puedan suponer un problema a la hora de conseguir los niveles de ruido permitidos y además se propondrán las medidas correctoras a adoptar que más convengan en cada caso, teniendo en cuenta el plan urbanístico y conservando y respetando la vegetación y la naturalidad de la zona.

#### **5.- IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO**

Las principales fuentes de ruido presentes en la actualidad en la zona de estudio son las siguientes:

- **Carretera M-119** con dirección a Camarma de Esteruelas y sirve de límite por el Oeste a la zona de estudio. Esta carretera soporta bastante tráfico, tanto ligero como pesado.
- **Autovía A-2 (Madrid – Barcelona)**. Esta autovía es una de las seis autovías radiales con origen en Madrid y, por tanto, soporta un tráfico muy elevado. Esta autovía está a una cota notablemente inferior de la parcela y, por tanto, su afección será mucho menor que si estuvieran al mismo nivel.
- **Tráfico aéreo correspondiente a la base militar de Torrejón de Ardoz.**

## 6.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACÚSTICA PREOPERACIONAL.

Para el conocimiento de la situación preoperacional (niveles de ruido en la situación actual), en la zona objeto de estudio, se realizará una campaña de mediciones del ruido ambiental en la zona a urbanizar. La metodología de medida que se seguirá es la que a continuación se expone.

### 1. LOCALIZACIÓN PUNTOS DE MEDIDA

La medición se realizará de manera sistemática en una serie de puntos de forma que sean representativos de los distintos climas sonoros de las zonas de mayor sensibilidad acústica seleccionadas, atendiendo a las características zonales y urbanísticas del futuro uso del suelo. Los puntos de medida seleccionados se encontrarán representados para su localización en el plano: EA-1 de Puntos de Medida que se adjuntará en el Anexo VI.

En el anexo IV se mostrarán fotografías del sonómetro en cada uno de los puntos seleccionados.

### 2. HORARIO DE MEDICIONES

Las mediciones se realizarán seleccionando tres períodos diarios con el fin de cubrir los registros en los distintos puntos.

**Se considera como período diurno el comprendido entre las 8:00 y las 22:00 horas, y el nocturno entre las 22:00 y las 8:00 horas,** adecuándose así al horario requerido por el Decreto 78/1999. Los períodos diarios de medidas se distribuirán entre mañana y tarde.

### 3. EQUIPO UTILIZADO EN LAS MEDICIONES

Para la realización de las medidas de ruido se ha utilizado el Sonómetro integrador-promediador de precisión SC-20C de CESVA. Este sonómetro cumple con el B.O.E. sobre metrología legal.

Las características son las siguientes:

### Normas

IEC 60651:1979 (A1:1993), UNE-EN 60651:1994 (A1:1994), IEC 60804:1985 (A1:1989, A2:1993), UNE-EN 60804:1994 (A2:1994) en todas aquellas como clase 1 B.O.E. núm. 311 del 29 diciembre 1998 sobre metrología legal (aprobación de tipo nº 99006).

### Certificados

Certificado de aprobación suizo (OFMET) nº S-60 como clase 1.

### Funciones disponibles

#### Según la norma EN 60651:1994/A1

(Anterior norma equivalente: UNE 20 464-90).

**$L_{Cpk}$  (Peak)** Es el mayor valor absoluto de la presión sonora instantánea, con ponderación frecuencial C, desde el inicio de la medición, en decibelios.

Para visualizar esta función sitúe el selector 7 en  $L_{Cpk}$ .

**$L_F$  (Fast)** Es el valor rms con promediado exponencial rápido de 125 ms, en decibelios.

Se presenta cada segundo.

Puede ser con ponderación frecuencial A o C.

**$L_S$  (Slow)** Es el valor rms con promediado exponencial lento de 1 s, en decibelios.

Se presenta cada segundo.

Puede ser con ponderación frecuencial A o C.

Según normas EN 60804:1994/A2

(Anterior norma equivalente: UNE 20 493-93).

**$L_E$  (Sel)** Nivel de exposición sonora. Es el nivel sonoro que manteniendo constante durante 1 segundo tiene una energía equivalente a la energía acumulada durante toda la medición, en decibelios.

Se presenta cada segundo.

Puede ser con ponderación frecuencial A o C.

**$L_{eqT}$**  Nivel de presión sonora continuo equivalente. Es el promediado lineal del cuadrado de la presión acústica instantánea durante todo el período de tiempo de la medición (desde **Run** hasta **Stop**), en decibelios.

Se presenta cada segundo.

Puede ser con ponderación frecuencial A o C.

**$L_{eq1'}$**  Nivel de presión sonora continuo equivalente durante 1 minuto, en decibelios.

Se presenta cada minuto.

Puede ser con ponderación frecuencial A o C.

**$L_{eq1''}$**  Nivel de presión sonora continuo equivalente durante 1 segundo, en decibelios.

Se presenta cada segundo.

Puede ser con ponderación frecuencial A o C.

**L<sub>90</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>10</sub>** Son los niveles que se han superado un 90%, 50% y 10% del tiempo de la medición, en decibelios.

El rango de medida de los niveles de presión sonora está comprendido entre 20 dB(A) y 140 dB(A), siendo la precisión del sonómetro de 0.1 dB(A).

Los datos recogidos por el sonómetro son analizados mediante el software CESVA SC-20c, obteniendo así los valores de Leq (Nivel continuo equivalente) y los valores percentiles L<sub>1</sub>, L<sub>5</sub>, L<sub>10</sub>, L<sub>40</sub>, L<sub>50</sub>, L<sub>60</sub>, L<sub>90</sub>, L<sub>95</sub>, L<sub>99</sub>.

El tiempo de duración de cada registro varía entre 1 y 2 minutos teniendo en cuenta las oscilaciones de las medidas.

Las medidas se toman a 1.2 m de altura respecto al suelo.

#### 4. INCIDENCIAS

Durante el período de mediciones se pueden producir incidencias significativas que podrían hacer variar los verdaderos niveles de ruido. En el estudio preoperacional se harán constar dichas incidencias en el caso en el que éstas se produzcan.

## 5 RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MEDIDA.

Los resultados obtenidos en la campaña de medidas se compararán con los niveles permitidos por el Decreto 78/1999, para así tener en cuenta los distintos climas sonoros en la planificación urbanística del Sector 55.

### VALORES RESPECTO A LEGISLACIÓN.

Según el Decreto 78/1999 de 27 de Mayo por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid, los valores límites de emisión de ruido al ambiente exterior son:

---

<b>VALORES LÍMITE EXPRESADOS EN LAeq</b>		
<b>Área de sensibilidad acústica</b>	<b>Período diurno</b>	<b>Período nocturno</b>
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

## **7.- ESTRATEGIAS URBANÍSTICAS PREVISTAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO ACÚSTICO**

Se diseñarán en el estudio acústico unas estrategias urbanísticas para minimizar el impacto acústico como las siguientes:

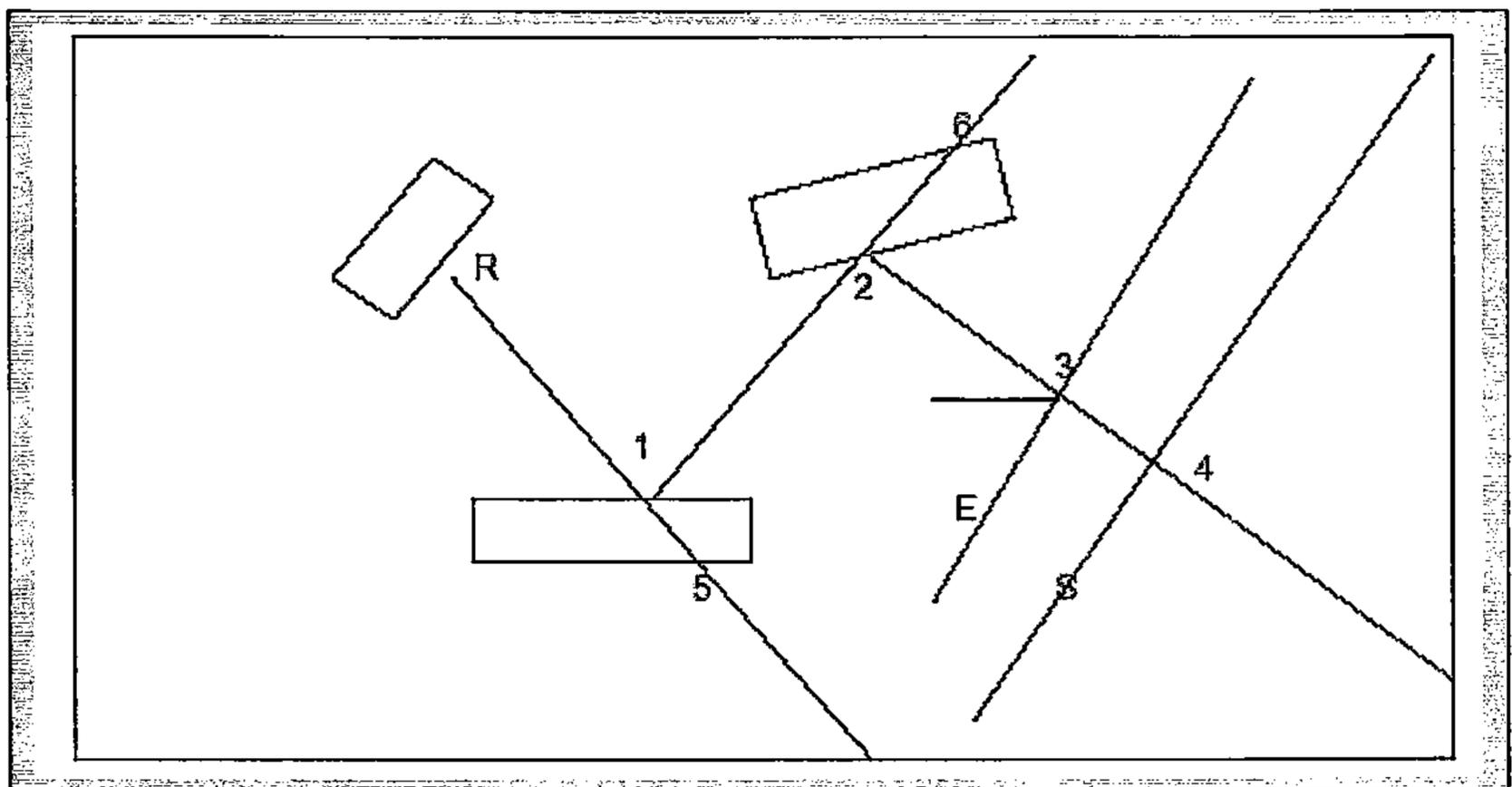
- Mediante una planificación y distribución de usos conseguir la mayor distancia entre fuentes de ruido y los recintos sensibles a su impacto.
- Evitar que colinden áreas de muy diferente sensibilidad, planificando el espacio entre los grandes ejes viarios y las zonas residenciales, mediante interposición de zonas de transición, gradiente de sensibilidad acústica, áreas comerciales, edificios de servicios, edificios y espacios que actúan como barrera al ruido para otros, dedicando las zonas más expuestas a actividades de menor sensibilidad. Así se configuran bandas de usos envolventes.

## 8.- ANÁLISIS SITUACIÓN POSTOPERACIONAL

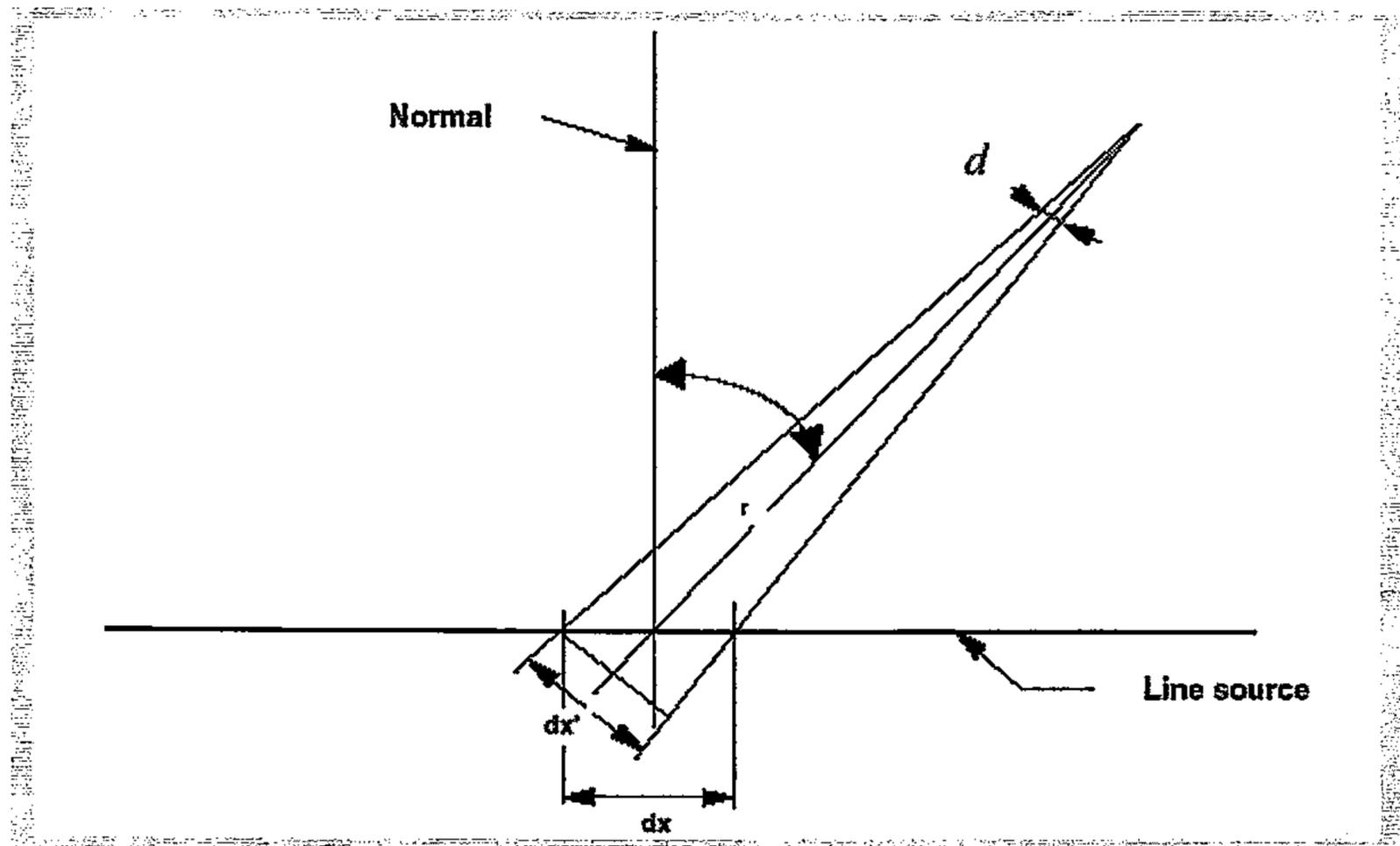
### 1. INTRODUCCIÓN

La modelización de la propagación acústica en el espacio exterior debe integrar todos los parámetros que influyen en dicha propagación, entre otros, la topografía, la zona, la naturaleza del terreno y, en ciertos casos, el viento y las condiciones atmosféricas.

Para analizar la situación postoperacional se utilizará el software MITHRA. Este software está basado en rápidos algoritmos de búsqueda de trayectorias acústicas entre las fuentes de ruido y los receptores en una zona compleja las cuales permiten la reducción de estas dificultades. Estos algoritmos utilizan un determinado número de simplificaciones permitiendo el uso de un modelo de rayos siguiendo un método de dibujo inverso desde el receptor. Las trayectorias están representadas por rayos los cuales son directamente difractados, reflejados (por el terreno a las fachadas verticales) o una combinación de los dos.



El método de cálculo de propagación acústica entre una fuente y un receptor es el NMBP96.



*Principal método del cono usado en MITHRA*

Donde:

$r$  es la distancia horizontal cubierta por un rayo el cual corta las trayectorias de las fuentes lineales de forma directa o después de múltiples difracciones o reflexiones.

$\theta$  es el ángulo formado por el rayo y la normal a la fuente lineal.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 DATOS DE PARTIDA

#### 2.1.1 Planeamiento

Los datos geográficos considerados serán los siguientes:

- Altimetría en formato digital dwg georreferenciada en coordenadas UTM sobre el Huso 30.
- Planimetría en el mismo formato digital e igualmente georreferenciada.

### 2.1.2 Fuentes sonoras consideradas

Las principales fuentes de ruido consideradas en la zona de estudio son las siguientes:

- **Carretera M-119** con dirección a Camarma de Esteruelas y sirve de límite por el Oeste a la zona de estudio. Esta carretera soporta bastante tráfico, tanto ligero como pesado.
- **Autovía A-2 (Madrid – Barcelona)**. Autovía con un tráfico muy elevado según los datos del Ministerio de Fomento.
- **Viario de futura construcción que afecta al sector.**

### 2.1.3. Ruido de Tráfico Rodado

La propagación del ruido debida al tráfico rodado se ha calculado usando la regla NMPB96. A continuación se expone el tratamiento que se le dará a cada vía considerada:

#### A) VIARIO COLINDANTE

##### M-119 Alcalá-Camarma de Esteruelas

Para la obtención de la intensidad media diaria (IMD), se utilizarán los datos de intensidad media diaria de tráfico proporcionados por la Estación de Cobertura M-110 de la Comunidad. Estos datos se actualizarán hasta la fecha actual y se proyectarán a la fecha en la que se prevé esté urbanizado el Sector 55.

##### Autovía A-2 (Madrid-Barcelona)

Para la obtención de la intensidad media diaria (IMD), se utilizarán los datos de intensidad media diaria de tráfico proporcionados por el Ministerio de Fomento. Estos datos se actualizarán hasta la fecha actual y se proyectarán a la fecha en la que se prevé esté urbanizado el Sector 55.

## B) VIARIO INTERIOR

Para la estimación de los desplazamientos que tendrán lugar en el interior del área de estudio una vez finalizada la actuación, es decir, en la etapa postoperacional, se tomarán como referencia las estimaciones que se vienen manejando en la Comunidad de Madrid para las ciudades residenciales situadas fuera de los cascos urbanos considerados.

Según estas estimaciones se llega a considerar, mediante mediciones y sondeos, hasta cuatro desplazamientos por vivienda y día. Por tanto,

$$\text{Nº desplazamientos diarios} = \text{Nº de viviendas} \times 4$$

Esta fórmula se considera de aplicación a las zonas residenciales del tipo que trataremos en el futuro estudio.

Se considerará además el transporte público y la repartición del tráfico por el viario interior. En el Sector 55 todo el tráfico interior estará en el único viario que se prevé.

### 2.2.1 Descripción del entorno

El entorno del terreno se simulará con el mismo software en función de la información topográfica disponible en formato digital. Asimismo, se tendrán en cuenta los relieves del terreno y la altimetría y planimetría de los futuros viales. Además se han considerado los efectos de absorción y de reflexión del sonido en el terreno.

### 2.2.2 Fuentes emisoras

Las fuentes emisoras que se modelizarán serán las carreteras.

➤ **Carreteras:**

Para definir las carreteras se tienen en cuenta los siguientes elementos:

- La característica de la carretera, es decir, si es una autopista, una carretera principal, una carretera secundaria,...
- La altitud del punto de comienzo.
- La altitud del punto final.
- El número de carriles.
- El tráfico en cada carril, que puede ser el mismo en todos los carriles o distinto.
- La anchura de los carriles, la distancia entre la reservación central, y la anchura de los arcenes.

### 2.2.3 Velocidades

Para el viario interior se considerará una velocidad de 40 Km/h, para todo tipo de vehículos y tanto para el día como para la noche.

Para la Carretera M-119 Alcalá-Camarma de Esteruelas se considerará una velocidad de 90 Km/h que es la velocidad limitada en esa carretera y para la Autovía A-2 una velocidad de 120 Km/h.

### 2.2.4 Períodos de cálculo

Se considerará *período día* al que va desde las 08:00h hasta las 22:00h, y *período noche* al que va desde las 22:00h hasta las 08:00h.

### 2.2.5 Receptores

El cálculo del modelo se realizará mediante el método de rayos generando una malla de los suficientes receptores como para analizar los niveles sonoros de la zona. Esta malla cubrirá todo el ámbito de estudio a una altura de 4 m de altura sobre el terreno y otra de 7 m de altura tanto para los cálculos diurnos como para los nocturnos.

A partir de esa malla se interpolarán las líneas isófonas que aparecerán en los mapas acústicos.

### 2.2.5 Propagación

Las condiciones atmosféricas que se adoptarán para el estudio de la propagación y atenuación acústica son aquellas determinadas por la norma NMPB, es decir:

- Temperatura: 288 °K.
- Humedad relativa del aire: 70 %.

Se tendrán en cuenta las siguientes atenuaciones:

- Adiv: Atenuación debida a divergencia geométrica.
- Aatm: Atenuación debida a absorción atmosférica.
- Adif,F: Atenuación debida a difracción en condiciones favorables.
- Adif,H: Atenuación debida a difracción en condiciones homogéneas.

### 2.2.6 Absorción

El coeficiente de atenuación por absorción del terreno se fijará para las zonas destinadas a jardines y zonas verdes. En el resto del área se utilizará un factor de reflexión para dar cuenta tanto de las superficies reflectantes duras (asfalto, etc.,) como de las zonas ajardinadas que queden entre las edificaciones.

### 2.2.7 Obstáculos a la propagación.

Puesto que el proyecto de edificación se encuentra en el estado de avance, no están definidas las posiciones de los edificios en las distintas áreas, de manera que se ubicarán de manera orientativa para ver los efectos de la propagación. Sí se tendrán en cuenta las alturas de los edificios:

- Viviendas colectivas: altura de cinco plantas
- Edificios de equipamientos: estos edificios aún no tienen definida su ubicación futura, sin embargo, estas ejercerán una influencia decisiva sobre la acústica de la zona en la situación futura, ya que pueden hacer de barreras acústicas para el resto de la zona. Con el fin de modelizar una situación posible, se han situado de manera orientativa en las parcelas y con una altura de 10 m.

### 2.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los cálculos se han realizarán para los dos períodos diarios considerados, es decir, día y noche.

Con los resultados que se obtengan se elaborarán los planos de la situación acústica postoperacional según los períodos de cálculo considerados. Los resultados obtenidos se compararán con los niveles marcados por el Decreto 78/1999 para comprobar que los niveles obtenidos cumplen con lo exigido por dicho Decreto. Si esto no fuera así se propondrían medidas correctoras del tipo caballones, pantallas acústicas, asfalto poroso,... para conseguir cumplir con dichos umbrales de inmisión.

Se realizarían unos nuevos cálculos con las medidas correctoras adoptadas y se presentarían los mapas de ruido con dichas correcciones.

Además, en cualquier caso, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones:

- ➡ En aquellas zonas en las que los niveles de ruido superen los límites admitidos se levantarán edificios poco sensibles al ruido como los terciarios comerciales, hoteleros,... para que se interpongan entre las fuentes sonoras y las zonas de viviendas.
- ➡ Para zonas residenciales se adaptarán las estructuras de las viviendas de manera que las zonas de estas más susceptibles al ruido se encuentren preferentemente lo más alejadas posible de las fuentes sonoras, como los dormitorios.
- ➡ Se realizará un conveniente aislamiento acústico de los edificios

siguiendo la norma de edificación Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88, así como del Decreto de la CAM 78/99.

➡ En cuanto al tráfico se tendrá en cuenta:

- Reducción de la velocidad de los vehículos mediante estrechamientos de las vías, badenes muy suaves, semáforos o rotondas. En general se evitarán los semáforos y se sustituirán por rotondas ya que las aceleraciones y las deceleraciones provocan un aumento del ruido.
- Se tratará de utilizar asfalto poroso para los firmes de las vías debido a que es el material que menos ruido genera al contacto con las ruedas de los vehículos, aunque su mantenimiento sea más costoso.

Durante el periodo nocturno se tendrán en cuenta las medidas comentadas en el apartado anterior para conseguir los niveles permitidos por el Decreto, sobre todo aquellas que están relacionadas con los materiales de construcción, así como el diseño de los edificios.

## 9.- JUSTIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO QUE SE UTILIZARÁN EN EL ESTUDIO

La utilización de los métodos de cálculo queda justificada siguiendo las recomendaciones de la directiva europea (2001/c 297/04)

Según esta directiva, los métodos de cálculo provisionales recomendados para los Estados miembros que no cuentan con métodos nacionales de cálculo son los siguientes:

- **RUIDO DEL TRÁFICO RODADO**:: El método nacional de cálculo francés 'NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)<sup>a</sup>, mencionado en el "Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6<sup>a</sup> y en la norma francesa 'XPS 31-133<sup>a</sup>. Por lo que se refiere a los datos de entrada sobre la emisión, esos documentos se remiten al "Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980".

Estos métodos de cálculo deben estar determinados sobre la base de la definición de los indicadores de ruido y los principios presentados en las normas ISO 1996-2:1987 e ISO 1996-1:1982.

Los indicadores de ruido que se aplican son  $L_{day}$ ,  $L_{evening}$  y  $L_{night}$  definidos de la siguiente forma:

El nivel día-tarde-noche,  $L_{den}$ , en decibelios (dB) se determina aplicando la fórmula siguiente:

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

donde:

—  $L_{day}$  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 diurnos de un año.

— *Levening* 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 vespertinos de un año.

— *Lnight* 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 nocturnos de un año.

Se ha tenido en cuenta la siguiente información según la norma ISO 1996-2:1987:

- Datos cualitativos:
  - Una descripción de las fuentes de ruido.
  - Una descripción de los receptores.
  - Las características del sonido.
  - Los parámetros geográficos del área o localización.
  - Los usos del suelo.
  
- Datos cuantitativos:
  - El equivalente continuo de los niveles de presión sonora ponderada A para cada intervalo de tiempo.
  - La valoración de dichos niveles para cada intervalo de tiempo referenciado.

Además se han considerado las condiciones atmosféricas (humedad relativa, temperatura), el tipo de vía , el tráfico que circula por ella y el coeficiente de absorción del terreno.

**ANEXO I**

**MAGNITUDES ACÚSTICAS AMBIENTALES**

## ANEXO I MAGNITUDES ACÚSTICAS AMBIENTALES

Una magnitud que varía aleatoriamente con el tiempo, como es el nivel de ruido ambiental o el existente en áreas industriales con diversos grados de actividad, hay que estudiarla y describirla con métodos estadísticos.

La más completa descripción del ruido ambiente se obtiene a través de la distribución estadística completa, a lo largo de un determinado período de tiempo, mediante la especificación de los niveles percentiles,  $L_n$ , que son aquellos excedidos durante distintos porcentajes de tiempo.

Así el  $L_1$  es el nivel excedido durante el 1% del tiempo medido; en el caso de una medida de una hora de duración, sería el nivel excedido durante 36 segundos. Igualmente los valores  $L_{10}$  y  $L_{90}$  son los niveles excedidos respectivamente en el 10% y 90% del tiempo indicado.

Estos niveles conocidos como niveles percentiles, son fáciles de medir aunque la información estadística completa requiere utilizar por lo menos 5 o 6 de estos niveles.

Otro descriptor de los niveles de ruido ambiental ampliamente utilizado en los estudios medioambientales es el Nivel Sonoro Continuo Equivalente,  $Leq$ , definido como el nivel de ruido constante que tiene una misma energía que el ruido fluctuante durante el período de tiempo considerado.

De forma matemática esto se expresa:

$$Leq = 10 \log(1/T) \int_0^T 10^{(L(t)/10)} dt$$

Donde:

T = Período de tiempo considerado

L(t) = Nivel sonoro instantáneo, en dB(A).

La gran ventaja del Nivel Sonoro Continuo Equivalente radica en el hecho de que al ser un nivel que mide la energía sonora total en un período de tiempo, puede describirse el ruido discontinuo o fluctuante por un solo número.

Otros índices frecuentemente utilizados en acústica ambiental son el Nivel Equivalente Diurno (Led) y el Nivel Equivalente Nocturno (Len).

El Nivel Equivalente Diurno (Led) es el nivel equivalente durante el período comprendido entre las 08:00 horas y las 22:00 horas, mientras que el Nivel Equivalente Nocturno (Len) es el nivel equivalente durante el período comprendido entre las 22:00 horas y las 08:00 horas.

Todos los niveles anteriores están expresados en dB(A) puesto que el oído es selectivo a la hora de detectar distintas frecuencias con la máxima sensibilidad a las altas frecuencias y la mínima a las bajas; si se logra en el aparato de medida compensar el ruido inicial para las distintas frecuencias siguiendo la curva de audición del oído, se tendrá una mejor información sobre la sensación subjetiva que ese sonido o ruido produce realmente en el hombre.

**ANEXO II**

**LEGISLACIÓN EN MATERIA DE RUIDO**

## **ANEXO II LEGISLACIÓN EN MATERIA DE RUIDO**

El Real Decreto 1131/1988 de 30 de Septiembre del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de Junio de Evaluación de Impacto Ambiental.

En su Capítulo I, Artículo 1, se indica la obligación de someter a una evaluación de impacto ambiental los proyectos públicos o privados y determinados desarrollos industriales (Petroquímicas, Industrias Químicas, Plantas siderúrgicas, etc.)

En el Capítulo II, Artículo 5, se establecen los trabajos y estudios a realizar en un determinado proyecto, a fin de evaluar su impacto sonoro sobre el medio y si bien se instrumentan los procesos y acciones necesarios, no se indican, sin embargo, los niveles sonoros máximos permisibles de inmisión y/o emisión.

Por otra parte, la Ley 37/2003 del Ruido integra la contaminación por ruido y vibraciones. Pero esta ley carece de objetivos de calidad sonoros que serán fijados mediante reglamento. El marco legal vigente se articula en torno a reglamentos, leyes y normas con un enfoque muy sectorial o escasamente desarrollado en materia acústica, cuando no anticuado. Entre ellas cabe citar, a título ilustrativo el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, la Ley 38/1972, de protección del Ambiente Atmosférico, el Decreto 833/1975, que desarrolla la misma, o la Norma Básica de edificación NBE-CA 88-Condiciónes Acústicas de los Edificios.

Por su parte, la Comunidad de Madrid ha desarrollado legislación propia que , en alguna medida, hace referencia al problema de la contaminación acústica. Entre ella cabe destacar la Ley 10/1991, para la Protección del Medio Ambiente y la Ley 17/1997, de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas.

Dada la naturaleza eminentemente local del problema del ruido, la Administración Local española está elaborando Ordenanzas Municipales de Protección Ambiental o de Protección contra la Contaminación por Ruidos y Vibraciones. En 1997 28 municipios de la Comunidad de Madrid disponen de ordenanzas específicas en la materia aunque algunas resultan insuficientes o no

actualizadas técnicamente con vistas a garantizar una acción efectiva en la lucha contra la contaminación acústica.

Ante la inexistencia de una normativa aplicable a toda la Comunidad de Madrid, la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional promulgó el **Decreto 78/1999, de 27 de Mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid** (Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, número 134, de 8 de Junio de 1999).

Este Decreto hace especial hincapié en la prevención de la contaminación acústica, estableciendo valores límite relacionados con los usos del suelo, integrando las medidas de protección con el planeamiento urbanístico y resaltando la importancia de la vertiente acústica en los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental y Calificación Ambiental de determinadas actividades.

El ámbito de aplicación de este Decreto es, según el Título I, Artículo 2:

*“Queda sometida a las disposiciones de este Decreto cualquier actividad pública o privada y, en general, cualquier emisor acústico que origine contaminación por ruidos o vibraciones que afecten a la población o al medio ambiente y está emplazado o se ejerza en el territorio de la Comunidad de Madrid, sin perjuicio de lo establecido por la legislación vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo y otras normas de aplicación.”*

En el Título II, artículo 10, se clasifican las áreas de sensibilidad acústica de acuerdo con la siguiente tipología:

a. Ambiente Exterior:

Tipo I: Área de silencio. Zona de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una especial protección contra el ruido. En ellas se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- Uso sanitario.
- Uso docente o educativo.

- Uso cultural.
- Espacios protegidos.

Tipo II: Área levemente ruidosa. Zona de moderada sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección alta contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- Uso residencial.
- Zona verde, excepto en casos en que constituyan zonas de transición.

Tipo III: Área tolerablemente ruidosa. Zona de moderada sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección media contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- Uso de hospedaje.
- Uso de oficinas o servicios.
- Uso comercial.
- Uso deportivo.
- Uso recreativo.

Tipo IV: Área ruidosa. Zona de baja sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren menor protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- Uso industrial.
- Servicios públicos.

Tipo V: Área especialmente ruidosa. Zona de nula sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor de infraestructuras de transporte (por carretera, ferroviario y aéreo) y áreas de espectáculos al aire libre.

b. Ambiente Interior:

Tipo VI : Área de trabajo. Zona del interior de los centros de trabajo, sin perjuicio de la normativa específica en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

Tipo VII : Área de vivienda. Zona del interior de las viviendas y usos equivalentes, en la que se diferenciará entre la subzona residencial habitable, que incluye dormitorios, salones, despachos y sus equivalentes funcionales, la subzona residencial servicios, que incluye cocinas, baños, pasillos, aseos y sus equivalentes funcionales y la subzona de hospedaje.

Los valores máximos permisibles para cada una de las zonas definidas anteriormente vienen dados por el Artículo 12 del Título II en función del período día y noche para ambientes exteriores e interiores y según la clasificación urbanística de la zona.

*Valores límite de emisión de ruido al ambiente exterior*

1. En aquellas zonas que a la entrada en vigor de este Decreto se prevean nuevos desarrollos urbanísticos ningún emisor acústico, podrá producir ruidos que hagan que el nivel de emisión al ambiente exterior sobrepase los valores límite fijados en la siguiente tabla, evaluados según lo descrito en los Anexos Tercero, Cuarto, Quinto y Séptimo.

---

**VALORES LÍMITE  
EXPRESADOS EN LAeq**

---

<b>Área de sensibilidad acústica</b>	<b>Período diurno</b>	<b>Período nocturno</b>
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

---

2. En aquellas zonas que a la entrada en vigor de este Decreto estén consolidadas urbanísticamente los valores objetivo a alcanzar serán los fijados en la siguiente tabla, evaluados según lo descrito en los Anexos Tercero, Cuarto, Quinto y Séptimo.

**VALORES OBJETIVO  
EXPRESADOS EN LAeq**

---

<b>Área de sensibilidad acústica</b>	<b>Período diurno</b>	<b>Período nocturno</b>
Tipo I (Área de silencio)	60	50
Tipo II (Área levemente ruidosa)	65	50
Tipo III (Área tolerablemente ruidosa)	70	60
Tipo IV (Área ruidosa)	75	70
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	80	75

---

3. En las zonas a las que se refiere el apartado anterior, cuya situación acústica determine que no se alcancen los valores objetivo fijados, no podrá instalarse ningún nuevo foco emisor si su funcionamiento ocasiona un incremento de 3 dB (A) o más en los valores existentes o si supera los valores límites siguientes:

**VALORES LÍMITE  
EXPRESADOS EN LAeq**

<b>Área de sensibilidad acústica</b>	<b>Período diurno</b>	<b>Período nocturno</b>
Tipo I (Área de silencio)	55	45
Tipo II (Área levemente ruidosa)	60	50
Tipo III (Área tolerablemente ruidosa)	65	60
Tipo IV (Área ruidosa)	75	70
Tipo V (Área especialmente ruidosa)	80	75

Finalmente, en el artículo 13 se indican los niveles de emisión máxima en el interior de los edificios y que se indican a continuación:

*Valores límite de inmisión de ruido en ambiente interior*

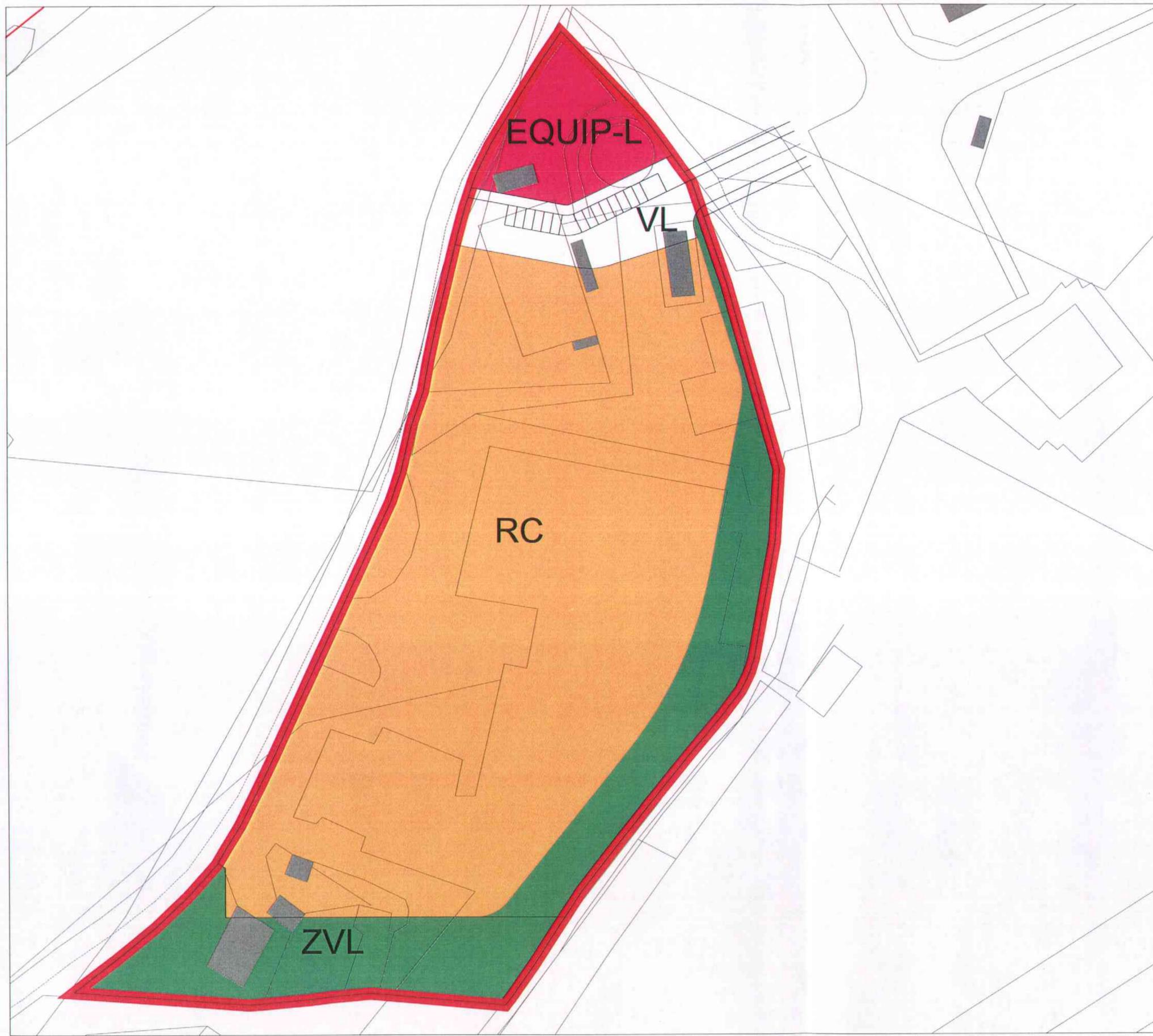
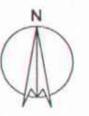
1. Ningún emisor acústico podrá producir unos niveles de inmisión de ruido en ambientes interiores de los edificios propios o colindantes que superen los valores establecidos en la siguiente tabla, evaluados según lo descrito en los Anexos Tercero, Cuarto, Quinto y Séptimo.

**VALORES LÍMITE  
EXPRESADOS EN LAeq**

<b>Área de sensibilidad acústica</b>	<b>Uso del recinto</b>	<b>Período diurno</b>	<b>Período nocturno</b>
Tipo VI (Área de trabajo)	Sanitario	40	30
Tipo VI (Área de trabajo)	Docente	40	40
Tipo VI (Área de trabajo)	Cultural	40	40
Tipo VI (Área de trabajo)	Oficinas	45	45
Tipo VI (Área de trabajo)	Comercios	50	50
Tipo VI (Área de trabajo)	Industria	60	55
Tipo VII (Área de vivienda)	Residencial habitable	35	30
Tipo VII (Área de vivienda)	Residencial servicios	40	35
Tipo VII (Área de vivienda)	Hospedaje	40	30

2. Para actividades no mencionadas en el cuadro anterior, los límites de aplicación serán los establecidos por usos similares regulados.

Continuo Equivalente correspondientes al ruido del tráfico en la situación postoperacional, calculados mediante modelo de predicción, o cualquier otro sistema técnico adecuado, no superen 65 y 55 dB(A) durante el período diurno y nocturno, respectivamente, referidos a las fachadas de los edificios existentes o contemplados en el planeamiento urbanístico correspondientes a áreas de sensibilidad acústica de tipo I y II.



LEYENDA		
ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA		
	TIPO I	ÁREA DE SILENCIO
	TIPO II	ÁREA LEVEMENTE RUIDOSA
		ZONA DE TRANSICION

BD

ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACUSTICA  
ESCALA 1/500

