



REGIÓN DE MURCIA

CONSEJERÍA DE PRESIDENCIA Y FOMENTO, DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

Mapas Estratégicos de Ruido de las Carreteras de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

CARRETERA: RM-15. TRAMO: P.K. 58 + 000 – P.K. 62 + 300

Octubre de 2017

C_MUR_30_RM_15-3

MEMORIA GENERAL

Director y Autor del Estudio:

Isaías García Salcedo



Título del Informe: Elaboración de los Mapas Estratégicos de ruido de las carreteras de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Carretera: RM-15 Tramo Pk 58+000 a PK 62+300.

Objeto del Informe: Estudio de la evaluación de impacto acústico ambiental mediante la aplicación de modelos matemáticos predictivos.

Ubicación:

Localización: Carretera RM-15

Provincia: Murcia

Promotor:

Nombre: CONSEJERÍA DE PRESIDENCIA Y FOMENTO, DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.

Domicilio: Plaza Santoña, s/n

Población: Murcia C.P: 30.071

Provincia: Murcia

Autor:

Nombre: Isaías García Sagredo

Jefe Servicio de Explotación y Seguridad Vial

Domicilio: Plaza Santoña 6

Población: Murcia C.P.: 30.006

Provincia: Murcia

**Estudio mediante la aplicación de modelos matemáticos predictivos, del
impacto acústico ambiental de carretera.**

ESTUDIO REALIZADO:

**Estudio de la evaluación de impacto acústico ambiental
mediante la aplicación de modelos matemáticos predictivos
según la:**

RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN de 6 de agosto de 2003
relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo
provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de
aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de
emisiones correspondientes.

PROMOTOR:

Consejería de Presidencia y Fomento.

Dirección General de Carreteras

C.I.F. S – 3011001 - I

Dirección: Plaza Santoña, s/n

Municipio: Murcia

Provincia: Murcia.



LEGISLACIÓN Y NORMAS APLICADAS EN EL ESTUDIO:

DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y Gestión del ruido ambiental

RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. (B.O.E. núm. 276 con fecha 18/11/03).

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiente. (B.O.E. núm 301 con fecha 17/12/2005).

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. (B.O.E. núm 254 con fecha 23/10/2007).

Decreto 48/1998, de 30 de Julio, de protección del medio ambiente frente al ruido de la comunidad autónoma de Murcia (BORM 180, de 06-08-98).

Ordenanza sobre Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos del Municipio de Caravaca de la Cruz. (BORM171, de 26-07-1997).

EL PRESENTE INFORME CONSTA DE:

Número total de páginas Informe 23

Anexo I – Tablas de programación del software (1 páginas)

Anexo II – Planos de Resultados (18 páginas)

Anexo III – Datos de tráfico por estación Año 2015 y plano localización de estaciones (2 páginas)

Murcia, Martes 31 de Octubre de 2017.



Índice

1. Objeto y contenido del estudio
2. Descripción general del estudio
 - 2.1. Delimitación de la zona de estudio
 - 2.2. Descripción de la zona de estudio
 - 2.2.1. Características generales
 - 2.2.2. Climatología
 - 2.2.3. Normativa
 - 2.2.4. Información de Usos del suelo. Zonas acústicas
 - 2.2.5. Información de datos de población
3. Mapas estratégicos Básicos
 - 3.1. Datos de entrada
 - 3.1.1. Datos relativos a la carretera y al tráfico
 - 3.2. Metodología (obtención de los mapas)
 - 3.2.1. Mapas de Situación
 - 3.2.2. Mapas de niveles sonoros
 - 3.2.3. Mapas de zonas de afección
 - 3.2.4. Mapas de exposición
 - 3.3. Resultados
4. Equipo de trabajo

ANEXO I.

TABLAS DE PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE

ANEXO II.

USOS DEL SUELO

ANEXO III.

DATOS DE TRÁFICO REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES

ANEXO IV.

PLANOS DE RESULTADOS



1. Objeto y contenido del estudio

El objeto del presente Estudio es la “Elaboración del Mapa estratégico de Ruido de la carretera RM-15 entre el tramo Pk-58+000 al Pk-62+300.

La realización de este mapa es iniciativa de la Dirección General de Carreteras, perteneciente a la Consejería de Presidencia y Fomento de la Región de Murcia, según las exigencias de la Ley del Ruido 37/2003, sus posteriores Reglamentos y la Directiva Europea 2002/49/CE de realizar mapas de ruido estratégicos para las carreteras de Gran Capacidad de la Red del Estado. Se consideran carreteras de gran capacidad aquellas con tráfico superior a los 6.000.000 veh/año en una primera fase, y con tráfico superior a los 3.000.000 veh/año en una segunda fase y sucesivas.

El tramo de carretera bajo estudio se encuentra en el municipio de Caravaca de la Cruz en la Región de Murcia, debiéndose hacer un mapa estratégico de ruido por tener un tráfico superior a los 3.000.000 veh/año.

El objeto de estos mapas estratégicos de ruido, tal como indica la Ley 37/2003 del Ruido (artículo 15. Fines y contenido de los mapas), es:

- Permitir la evaluación global de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.
- Permitir la realización de predicciones globales para dicha zona.
- Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y, en general, de las medidas correctoras que sean adecuadas.

Los datos que se incluyen en cada tipo de mapa son los siguientes:

Mapas de niveles sonoros: son mapas de líneas isófonas elaboradas a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a una altura de 4 metros respecto del suelo. Generan los mapas de nivel $L_{día}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} en dB(A) de cada zona geográfica con la representación de las curvas isófonas que delimitan los siguientes rangos: entre 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 para los mapas de $L_{día}$, L_{tarde} y L_{den} y entre 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 para los mapas L_{noche} .

Mapas de afección: son mapas donde se representa, de cada zona geográfica, el área afectada por niveles sonoros superiores a 55, 65 y 75 dB(A), mostrándose en los mismos tablas con la superficie en km^2 afectadas por cada rango, así como las viviendas y personas en centenas. Tanto los mapas como las tablas solo se refieren a valores de L_{den} .

Mapas de exposición al ruido: son mapas donde se presentan, de cada zona geográfica, los datos que relacionan los niveles de ruido en fachada de edificios de viviendas con el número de viviendas y personas que habitan en ellas. Presentan forma de mapas, asociando niveles de ruido a edificios y evaluando la población expuesta a esos niveles. Generan los mapas de exposición $L_{día}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} en dB(A) de cada zona geográfica con la representación de los siguientes rangos: entre 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 para los mapas de $L_{día}$, L_{tarde} y L_{den} y entre 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 para los mapas L_{noche} .



La ejecución de estos mapas se ha realizado en dos fases diferenciadas:

FASE A: Mapas Estratégicos de ruido Básicos, a escala 1:10.000 o 1:25.000 de toda la zona de estudio.

FASE B: Mapas Estratégicos de ruido Detallados, a escala 1:10.000 o 1:5.000 si se precisa más detalle, correspondientes a zonas urbanas de carácter residencial o con gran presencia de viviendas, y alta densidad de edificación.

Se incluye, información referente a normativa tanto a nivel europeo como estatal, de comunidad y municipal aplicables en las zonas afectadas; usos de suelo y zonificación acústica en las mismas.

En función de los cálculos obtenidos y datos sobre la zona se realiza un análisis cualitativo y una evaluación acústica del área de estudio para cada tramo objeto de estudio.

Estos mapas han sido calculados mediante el software de predicción acústica CadNa-A (Basic BMP XL incl. One standard per industry, road and rail) (Computer Aided Noise Abatement) diseñado para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido. Cadna A está programado en C/C++ bajo entorno Windows e implementa el método de cálculo francés <<NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-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>> para la evaluación del ruido originado por las carreteras.

Este paquete ha sido creado por la empresa Alemana DataKustik que trabaja en el desarrollo de software, documentación técnica y herramientas de cálculo predictivo de ruido ambiental. DataKustik proviene de la firma ACCON GmbH, programadores de

software específico de evaluación y control ruido y la vibración, que ha desarrollado aplicaciones informáticas para la acústica desde los años 80.

Los niveles acústicos están calculados a una altura de 4 metros respecto del suelo y las condiciones de cálculo específicas se describen en el apartado siguiente.



2. Descripción general del estudio

La zona de estudio se localiza en la Comunidad Autónoma de Murcia y discurre entre la carretera RM-730 y el P.k.58+000 de la autovía RM-15. El tramo de carretera incluido en el presente estudio es el siguiente:

UME	Inicio	Fin
C_MUR_30_RM_15-3	P.k. 58+000 RM-15	P.k. 62+300 RM-15

Los 4,300 km del trazado de la carretera bajo estudio discurren por el término municipal de Caravaca de la Cruz.

La carretera dispone de 2 carriles por sentido de circulación, teniendo una sección total de 14/20,5 (2 x 7/10). El pavimento del que está compuesta la carretera a estudiar es un aglomerado asfáltico.

2.1. Delimitación de la zona de estudio

A continuación se muestra una imagen detalle de la zona de estudio:



Los límites de la zona de estudio vienen dados por el punto kilométrico 58+000, y el punto kilométrico 62+300, de la carretera RM-15



2.2. Descripción de la zona de estudio

2.2.1. Características generales

Para el desarrollo del proyecto se han seguido las indicaciones estipuladas en la **RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados** para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes publicados de conformidad con lo indicado en el punto 2.2 del anexo II de la **DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental**.

En esta recomendación se indican los métodos de cálculo, que se deberían seguir, para los estudios predictivos de niveles de ruido en función de las diferentes fuentes de ruido a estudiar.

Se ha trabajado bajo los siguientes métodos:

- RUIDO DEL TRÁFICO RODADO: el método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC- 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».

Paquete informático utilizado. Cadna A de DataKustik.

Para el cálculo predictivo se ha utilizado el Software Cadna A (Computer Aided Noise Abatement) diseñado para el cálculo, evaluación y predicción de la contaminación acústica generada por fuentes de ruido. Cadna A está programado en C/C++ bajo entorno Windows.

Este paquete ha sido creado por la empresa Alemana DataKustik que trabaja en el desarrollo de software, documentación técnica y herramientas de cálculo predictivo de ruido ambiental. DataKustik proviene de la firma ACCON GmbH, programadores de software específico de evaluación y control ruido y la vibración, que ha desarrollado aplicaciones informáticas para la acústica desde los años 80.

Para la realización del estudio se han insertado en un modelo 3D todos los elementos que influyen en la propagación del sonido en espacio abierto según la ISO 9613-2.

Para ello se ha reproducido a escala un escenario virtual donde están todos los elementos relevantes existentes en la actualidad, así como otra versión que contienen los elementos que se han ido creando e introduciendo en el modelo con el objeto de recrear el escenario futuro.

2.2.2. Climatología

Para realizar la modelación en Cadna-A se ha basado en las características de humedad y temperatura que nos indica “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure” (Guía de Buenas Prácticas para la Elaboración de Mapas de Ruido) para simular la climatología de las carreteras según el método francés XP S 31-133 (Apartado 4.4.3.).

Para el cálculo de la influencia de las condiciones meteorológicas se han configurado los siguientes parámetros:

- Parámetros atmosféricos que influyen en la absorción del sonido:

Según norma ISO-9613.

- Condiciones meteorológicas que provocan la curvatura de los rayos sonoros (velocidad y dirección del viento, y gradiente térmico):



Periodo diurno: 50% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.

Periodo tarde: 75% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.

Periodo nocturno: 100% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.

Según el método francés de cálculo esta configuración constituye un planteamiento conservador en el que se considera el peor caso de las condiciones meteorológicas, con el que se suelen sobrestimar los niveles calculados para proteger mejor a los residentes.

2.2.3. Normativa

Normativa europea

La publicación por la Comisión Europea, en noviembre de 1996, del denominado libro Verde de la UE sobre “Política futura de lucha contra el ruido” puede ser considerado como el primer paso en el desarrollo de una nueva política comunitaria global de lucha contra el ruido ambiental.

De acuerdo con las directrices marcadas en los años anteriores, en el año 2002 la Unión Europea adopta la **Directiva 2002/49/CE** sobre “Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental”, con el objetivo de establecer una política comunitaria común en la lucha contra el ruido. Dicha Directiva tiene por finalidad establecer un enfoque común destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental, entendido, éste último, como el ruido en

exteriores procedente de: el tráfico en carreteras, los ferrocarriles, el tráfico aéreo y la actividad industrial.

La Directiva 2002/49 requiere que las autoridades competentes de los Estados Miembros elaboren mapas estratégicos de ruido de las principales infraestructuras y de las grandes aglomeraciones, con el objetivo de informar a la población sobre la exposición al ruido y sus efectos, así como desarrollar planes de acción donde los niveles sean elevados, y mantener la calidad ambiental sonora donde ésta sea adecuada.

Los objetivos de la Directiva se pueden agrupar en tres grandes bloques:

- a) Determinar la exposición al ruido ambiental mediante métodos de asignación comunes a los Estados Miembro, a través de mapas de ruido.
- b) Poner a disposición de la población la información sobre el ruido ambiental y sus efectos.
- c) Adoptar planes de acción para prevenir y reducir el ruido ambiental cuando sea necesario, y mantener la calidad del entorno acústico cuando no lo sea.

Normativa nacional

La **Ley 37/2003** constituye la norma básica de carácter general y ámbito estatal reguladora de los mapas de ruido. Esta Ley incorpora en su articulado las previsiones básicas de la Directiva 2002/49/CE y establece las bases para el desarrollo de una estructura básica armonizada a nivel nacional que permita reconducir la normativa dispersa sobre contaminación acústica que se ha estado generando con anterioridad a nivel autonómico y municipal. La Ley del Ruido clasifica el territorio en áreas acústicas cuyos objetivos de calidad serán definidos por el Gobierno. Los tipos de áreas acústicas que define esta Ley,



sin establecer valores límite u objetivos de calidad para cada una de ellas, son los siguientes:

ÁREAS ACÚSTICAS	
Clase	Usos principales
a	Predominio residencial
b	Industrial
c	Recreativo y espectáculos
d	Terciario (salvo anterior)
e	Sanitario, docente, cultural
f	SG Infraestructuras de transportes, Equipamientos públicos
g	Espacios Naturales que requieran protección

Igualmente contempla la creación de zonas de servidumbre acústica, que son aquellos sectores del territorio situados en las cercanías de grandes infraestructuras de transporte viario, ferroviario o aéreo, así como otros equipamientos públicos que se determinen reglamentariamente.

Para dotar de eficacia a la Ley se hace necesario el desarrollo reglamentario de su articulado. En este sentido, el Real Decreto 1513/2005, aprobado en el Consejo de Ministros de 16 de Diciembre de 2005, tiene como finalidad realizar este desarrollo en la parte referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, completando aquellos aspectos de la Directiva 2002/49/CE que no fueron recogidos en la propia Ley, por ser objeto de un desarrollo reglamentario posterior, de acuerdo con sus previsiones.

El Real Decreto 1513/2005 establece un marco básico destinado a evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, de la exposición al ruido ambiental al que están expuestos los seres humanos, en particular, en

zonas urbanizadas, en parques públicos u otras zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares, en los alrededores de hospitales y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido.

El **Real Decreto 1367/2007** define unos índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el medio ambiente; se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el artículo 10 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre; se establecen los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones; se regulan los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.



ANEXO II

Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruidos aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		Ld	Le	Ln
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

- (1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Normativa autonómica

Decreto 48/1998, de 30 de Julio, de Protección del medio ambiente frente al ruido de la Comunidad Autónoma de Murcia (BORM 180, de 06-08-98).

ANEXO 1. Valores límite de ruido en el medio ambiente exterior.

USO DEL SUELO	NIVEL DE RUIDO PERMITIDO	
	Leq dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario, docente, cultural, espacios naturales protegidos, parques públicos y jardines locales.	60	50
Viviendas, residencias temporales, áreas recreativas y deportivas no masivas.	65	55
Oficinas, locales y centros comerciales, restaurantes, bares y similares áreas deportivas de asistencia	70	60
Industria, estaciones de viajeros.	75	65



Normativa municipal

Ordenanza sobre Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos del Municipio de Caravaca de la Cruz. (BORM171, de 26-07-1997), que establece en su artículo 13 lo siguiente:

Los límites máximos admisibles para los ruidos emitidos por los distintos vehículos a motor en circulación, serán los establecidos en la normativa vigente sobre homologación de vehículos en lo que se refiere al ruido.

2.2.4.- Información de Usos del suelo. Zonas acústicas

El tramo de carretera bajo estudio discurre sobre la siguiente tipología de suelo:

Denominación	Tipo de Suelo	Uso global	Otros usos
UR-H1 Huerta Urbanizable tipo 1	Suelo urbanizable sin sectorizar especial	Residencial de mínima densidad	-
U- Santa Inés	Suelo urbano consolidado	Actividades económicas	-
UR-S5 Casablanca	Suelo urbanizable sectorizado	Residencial	-
NU-AA Agrícola de interés Ambiental	Suelo no urbanizable protegido	Agrícola	-

En el Anexo II – Se puede observar la Clasificación y Calificación del Suelo del término municipal afectado por la carretera.



2.2.5.- Información de datos de población

La distribución de la población en cada una de las edificaciones del núcleo urbano próximo a la carretera bajo estudio, se ha realizado teniendo en cuenta las variables de superficie y altura del edificio según la siguiente fórmula que indica la norma:

$$Residentes = \frac{f}{40} \times \frac{h}{3}$$

Siendo: f = Área del edificio.

h = Altura del edificio.

3.- MAPAS ESTRATÉGICOS BÁSICOS

3.1.- Datos de entrada

Las partes más relevantes que componen el modelo de simulación son:

- Modelo del Terreno.
- Modelo de las Construcciones.
- Modelo de las Fuentes de Ruido.
 - *Modelado de la Vía de Circulación.*
 - *Modelado de Tráfico.*

- Modelo de Cálculo. Configuración.

Modelo del Terreno

Para el modelo del terreno, se ha utilizado cartografía en 3D de la zona objeto de estudio. Estos mapas, con escala 1:5.000, contienen información de curvas de nivel con pasos cada 5.0 m.

Modelo de las Construcciones

Las viviendas se han modelado con el elemento 'edificio' del software empleado. Se han modelado como edificios de diferentes alturas, en función de las características de las construcciones existentes. Las edificaciones en las que no existía la altura en los mapas 1:5000 disponible en la consejería, se le han dados a todos estos una altura común de 3 metros estimando que las edificaciones predominantes tienen como mucho una planta. La forma y dimensiones en planta de los edificios se obtuvieron directamente de la cartografía.

Modelo de las Fuentes de Ruido

Modelado de la Vía de Circulación.

Para modelar la vía de tráfico se ha tenido en cuenta lo estipulado en el modelo predictivo de carreteras indicado anteriormente:



- La situación y trayectoria de la vía se obtiene directamente de la cartografía existente. Al no disponer la cartografía del eje de la carretera, se toma como eje de referencia el lateral derecho o superior de la vía que posteriormente se desplaza para colocarlo en el centro de esta.
- Al ser los datos disponibles de aforo los totales de la carretera, y no distinguir los de un carril u otro, se introduce el en modelo una fuente por vial. En el caso de que la carretera se dividiera y su trazado no fuera paralelo, se introduce en el modelo una fuente de ruido lineal por cada carril.
- El pavimento utilizado en la carretera es un aglomerado asfáltico.
- Para determinar el tránsito de vehículos y sus velocidades de la vía de circulación a estudiar se tienen en cuenta los datos facilitados por los estudios de tráfico del “Plan anual de Aforos, Año 2015 realizados por la Consejería de Fomento e Infraestructuras – Dirección General de Carreteras, servicio de explotación y seguridad vial de la Región de Murcia, y también por las velocidades máximas permitidas en la vía, siguiendo la recomendación de la Directiva Europea en aquellos tramos donde esta no se conocía.

Modelo de Cálculo. Configuración

Para la realización de los cálculos se han configurado diversos parámetros de carácter general y de carácter específico para los diferentes métodos de cálculo.

- Configuración general
- Configuración del cálculo de reflexiones.
- Configuración de condiciones atmosféricas y absorción del terreno.
- Configuración del modelo topográfico.
- Configuración de la malla de cálculo.

Configuración General

Dentro de la configuración general, cabe destacar que se ha configurado el cálculo para obtener los índices de nivel sonoro $L_{día}$, L_{tarde} , L_{noche} para cada franja horaria más el nivel equivalente 24 horas (L_{den}):

Período diurno: $L_{día}$ (7–19h)

Período tarde: L_{tarde} (19-23h)

Período nocturno: L_{noche} (23-7h)

Período 24 horas: L_{den} (24h)

La altura del punto de evaluación de los indicadores $L_{día}$, L_{tarde} , L_{noche} y L_{den} es de 4 metros sobre el nivel del suelo.



Configuración del Cálculo de Reflexiones

Para la evaluación de los niveles de ruido en fachada de edificios con el objetivo de elaborar los mapas de exposición al ruido se ha considerado únicamente el sonido incidente, es decir, no se ha considerado el sonido reflejado en la fachada del edificio donde se realiza la evaluación, aunque sí se han considerado las reflexiones en el resto de los edificios y obstáculos presentes en el área de estudio.

Configuración de Condiciones Atmosféricas y Absorción del Terreno.

Para el cálculo de la influencia de las condiciones meteorológicas se han configurado los siguientes parámetros:

- Parámetros atmosféricos que influyen en la absorción del sonido:

Temperatura: 15°C. Humedad Relativa: 70%.

- Condiciones meteorológicas que provocan la curvatura de los rayos sonoros (velocidad y dirección del viento, y gradiente térmico):

Periodo diurno: 50% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.

Periodo diurno: 75% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.

Periodo nocturno: 100% de probabilidad de ocurrencia de condiciones atmosféricas favorables a la propagación del sonido en todas las direcciones de propagación.

Según el método francés de cálculo esta configuración constituye un planteamiento conservador en el que se considera el peor caso de las condiciones meteorológicas, con el que se suelen sobrestimar los niveles calculados para proteger mejor a los residentes.

Configuración del DTM (Digital Terrain Model)

La obtención del modelo 3D se realiza a partir de la unión mediante planos triangulares (triangulación) de los puntos de cotas, uniendo unos con otros, generando la topografía del lugar.

Configuración de la Malla de Cálculo

Se ha elegido una malla de 10m x 10m para poder agilizar los cálculos y que los datos tenga un nivel de detalle suficiente acorde a la zona. Los cálculos se efectúan a la altura de 4 m del suelo (tal como indica la Directiva Europea).

3.1.1.- Datos relativos a la carretera y al tráfico

Los datos de IMD considerados corresponden a los datos de aforos publicados por la Conserjería de Fomento e Infraestructuras de la Región de Murcia, correspondientes al año 2015, donde se recogen los datos de las estaciones de aforo, situadas en las carreteras dependientes de la Región de Murcia.

Para el tramo de carretera bajo estudio se ha considerado como datos de IMD referencia, los correspondientes a la estación 287 de la carretera RM-15.

Estación	P.K. Inicio	P.K. Final	I.M.D.	I.M.D.p
287	58+000	62+300	10031	1100
Primaria				

En el Anexo III – Datos de tráfico por estación Año 2015 y plano localización de estaciones se pueden observar los datos de IMD para cada una de las estaciones de conteo y la ubicación de ellas.

La velocidad máxima permitida de la carretera introducida en el modelo ha sido de 120 km/h para todos los vehículos. El pavimento configurado en el modelo para realizar los cálculos, ha sido el de aglomerado asfáltico.



3.2.- Metodología (obtención de los mapas)

La obtención de los mapas se ha realizado según lo estipulado en las “Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido de la tercera fase” publicada por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de la Secretaría de Estado y Cambio Climático perteneciente al Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

En este caso como el trazado de la carretera bajo estudio es de 4,300 kilómetros de longitud, se ha optado por 2 zonas de representación a escala 1:10.000.

Los planos han sido codificados de acuerdo con los criterios del CEDEX:

C_{Código de la institución}_{Código provincial}_{Denominación de la UME};

Ejemplo: C_MUR_30_RM1

3.2.1.- Mapas de Situación

Indicador:

PS: Mapa Situación con Zonificación Áreas de Estudio.

3D: Vista 3D modelo de estudio.

3.2.2.- Mapas de niveles sonoros

Indicador:

1: Mapa de nivel sonoro Ldía.

2: Mapa de nivel sonoro Ltarde.

3: Mapa de nivel sonoro Lnoche.

4: Mapa de nivel sonoro Lden.

3.2.3.- Mapas de zonas de afección

Indicador:

AF: Mapa de afección acústica Lden.

3.2.4.- Mapas de exposición

Indicador:

EX1: Mapa de exposición al ruido Ldía.

EX2: Mapa de exposición al ruido Ltarde.

EX3: Mapa de exposición al ruido Lnoche.

EX4: Mapa de exposición al ruido Lden.

3.3.- Resultados

El resultado de población total afectada por niveles Lden superiores a los 55 dB(A) en la totalidad del área de estudio es de 3201 habitantes (aproximadamente un 14.4% de la población total introducida), de los que aproximadamente un 2,42% lo están por encima de los 60 dB(A).

Respecto a los periodos de evaluación día, tarde y noche, las mayores afecciones se presentan durante el periodo día.

Así, durante este periodo, unas 1996 personas están expuestas a niveles superiores a los 55dB(A) equivalente a un 8,98 % del total de la población.

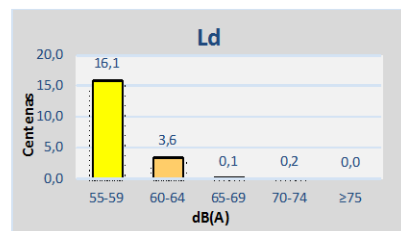
En periodo día hay 4840 personas expuestas a niveles superiores a 50 dB(A) un 21,78% del total.



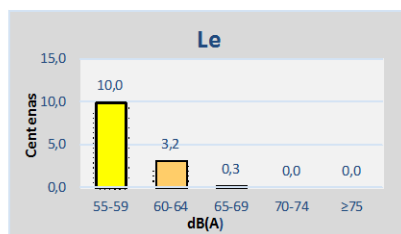
A continuación se pueden observar estos datos a modo de tablas y gráficas:

TABLAS Y GRAFICAS (total):

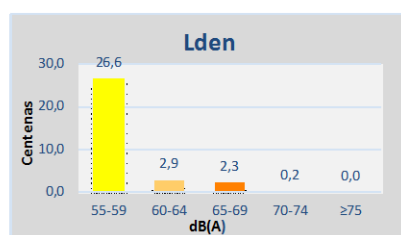
L _{día}		
dB(A)	expresado en centenas	%
<55	202,3	91,0%
55-59	16,1	7,2%
60-64	3,6	1,6%
65-69	0,1	0,0%
70-74	0,2	0,1%
≥75	0,0	0,0%
TOTAL	222,2	100,0%



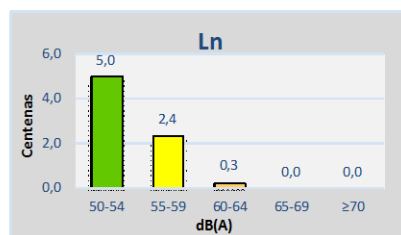
L _e		
dB(A)	expresado en centenas	%
<55	208,7	93,9%
55-59	10,0	4,5%
60-64	3,2	1,5%
65-69	0,3	0,1%
70-74	0,0	0,0%
≥75	0,0	0,0%
TOTAL	222,2	100,0%



L _{den}		
dB(A)	expresado en centenas	%
<55	190,2	85,6%
55-59	26,6	12,0%
60-64	2,9	1,3%
65-69	2,3	1,0%
70-74	0,2	0,1%
≥75	0,0	0,0%
TOTAL	222,2	100,0%



L _n		
dB(A)	expresado en centenas	%
<50	214,6	96,6%
50-54	5,0	2,3%
55-59	2,4	1,1%
60-64	0,3	0,1%
65-69	0,0	0,0%
≥70	0,0	0,0%
TOTAL	222,2	100,0%





5.- EQUIPO DE TRABAJO

Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio – Dirección General de Carreteras

Dirección del Estudio

· Isaías García Salcedo (Jefe Servicio de Explotación y Seguridad Vial)

Murcia, octubre de 2.017

Director del estudio

(Jefe Servicio de Explotación y Seguridad Vial)

Isaías García Salcedo

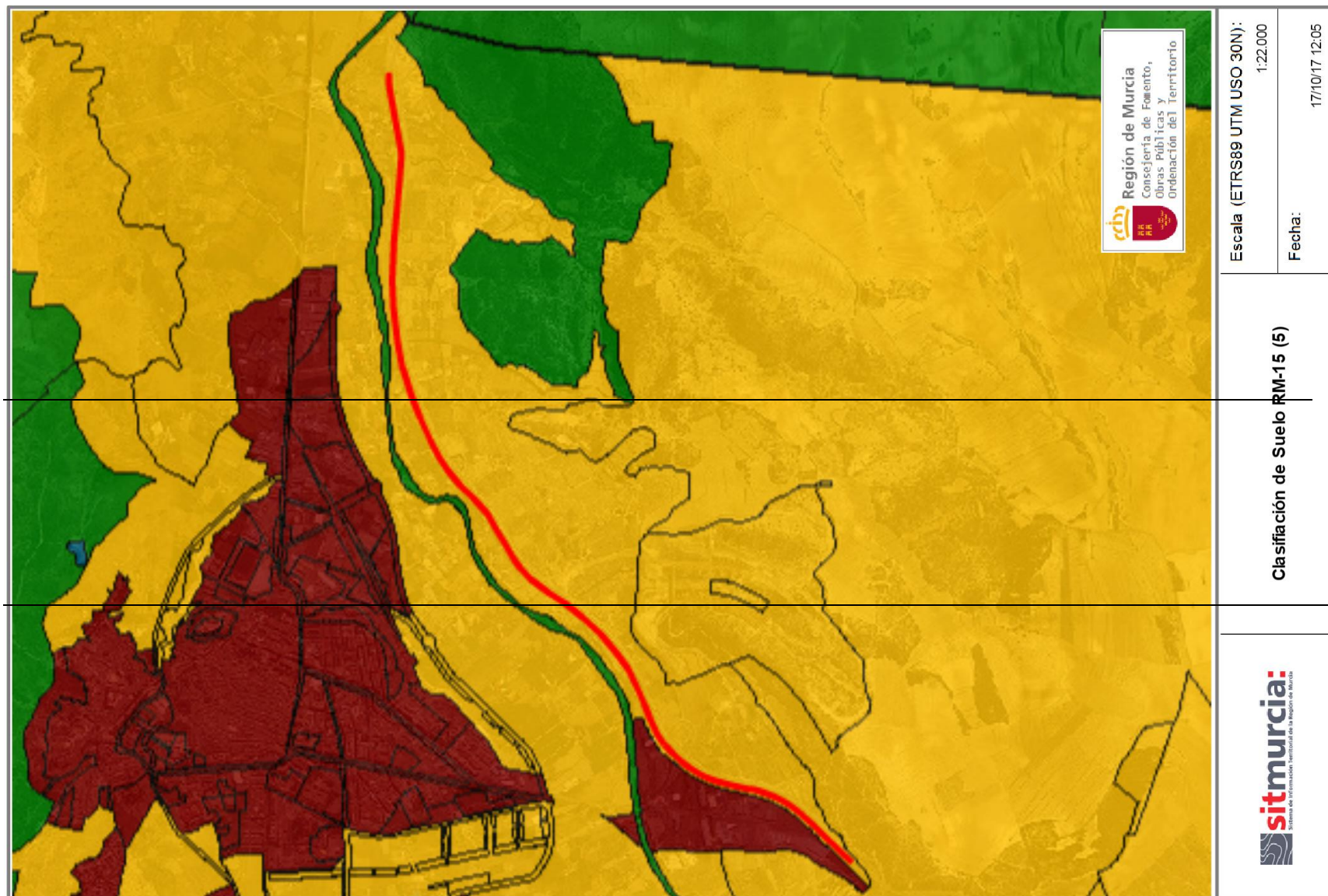


ANEXO I- Tablas de programación del software:

Nombre UME	ID	LAW'			Datos de aforo		STE	Pendiente	Flujo de Tráfico
		Día	Tarde	Noche	IMD	Tipo carretera	Dist.	(%)	
		(dBA)	(dBA)	(dBA)					
RM-15-3	Eje carretera	88.7	87.0	81.2	10031	Carretera Principal	0.0	0.0	Flujo continuo fluido



ANEXO II- Usos del Suelo:



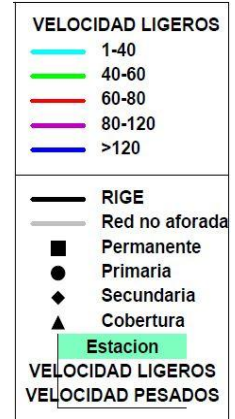
**ANEXO III- Datos de tráfico por estación Año 2015:**

En la siguiente tabla se muestran los datos de tráfico por estación Año 2015 y a continuación el plano de localización de estaciones donde se pueden observar los datos de IMD para cada una de las estaciones de conteo y la ubicación de ellas.

Id	Nombre Carretera	Carretera	PK ini	PK fin	Velocidades medias (Km/h)	Nº Estación	PK	Tipo	IMD	IMD lig	IMD pes
1	RM-1	AUTOVIA SAN JAVIER A ZENETA	0+000	0+800	67,5	600	0+640	Primaria	13137	12214	923
2	RM-2	AUTOVIA A-7 A CAMPO DE CARTAGENA	0+000	4+000	113,8	517	2+650	Permanente	12377	10474	1903
3	RM-2		30+100	35+600	111,9	532	30+300	Secunadaria	5748	4695	1053
4	RM-3	AUTOVIA A-7 A MAZARRON	12+100	26+000	107	434	21+100	Permanente	12.216	11.268	948
5	RM-11	LORCA A AGUILAS	0+000	21+500	84,95	423	17+100	Primaria	8101	7536	565
6	RM-12	AP-7 A LA MANGA	0+000	18+700	87,93	540	2+000	Secuandaria	3176	2831	345
7	RM-15	AUTOVIA DEL NOROESTE- RIO MULA	0+000	31+900	113,03	241	17+500	Permanente	15473	14119	1355
8	RM-15		43+000	53+100	109,55	286	55+700	Secuandaria	6716	6160	555
9	RM-15		58+000	62+300	101,25	287	60+700	Primaria	10031	8932	1100
10	RM-19	PUERTO DE LA CADENA A SAN JAVIER	0+000	25+000	102,95	625	13+000	Primaria	19099	17668	1431
11	RM-36	RONDA TRANSVERSAL DE CARTAGENA	0+000	3+300	76,25	506	2+200	Primaria	15727	15215	512
12	RM-300	ESTACION DE ALQUERIAS A MURCIA	3+800	6+000	44,2	602	3+900	Primaria	13855	13162	693
13	RM-303	SANTOMERA A LOS RAMOS	0+000	5+000	54,53	608	4+100	Permanente	9083	8076	1007
14	RM-332	CARTAGENA A CTRA. LORCA-AGUILAS	1+900	3+700	51,9	501	1+100	Primaria	10531	10158	374
15	RM-332		30+000	35+000	55,95	404	32+800	Primaria	13585	13233	351
16	RM-414	SANTOMERA A ABANILLA	0+000	3+800	56,7	114	3+600	Primaria	10393	9323	1070
17	RM-425	YECLA A L. REGIÓN DIR. VILLENA	0+000	6+300	49,7	133	0+400	Primaria	10978	10001	977
18	RM-533	ARCHENA A ALGUAZAS	6+500	11+000	63,5	214	7+700	Primaria	9090	8613	477
19	RM-554	A-30 A ARCHENA	0+000	2+000	57,5	218	1+500	Primaria	14721	13993	728
20	RM-730	CARAVACA A L. REGIÓN DIR.PUEBLA DE DON FADRIQUE	0+000	4+100	84,6	238	2+800	Primaria	10182	9136	1047
21	RM-A4	RAMBLA DE CHURRA A N-340	0+000	5+000	53,8	142	4+900	Primaria	18106	16768	1338
22	RM-A5	FORTUNA A MOLINA	3+800	11+300	56,95	144	11+100	Permanente	13137	12765	372
23	RM-B33	A-30 A CEUTÍ	0+000	3+300	47,35	278	2+600	Primaria	10886	10446	439
24	RM-F1	BARRIO DEL PROGRESO A ALGEZARES	0+000	2+800	36,2	631	0+500	Primaria	14931	14017	914
25	RM-F30	TORRE PACHECO A LOS ALCÁZARES	0+000	7+300	45,2	668	6+400	Primaria	8406	7850	556
26	RM-F36	TORRE PACHECO A CARTAGENA	10+600	13+600	41,2	682	11+500	Permanente	17034	14682	2352



Elaboración de los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras
de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia





ANEXO IV- Planos de resultados:

C_MUR_30_RM-15_3_PS	Plano de Situación. Situación Actual. Vista en planta del modelo	
C_MUR_30_RM-15_3_3D	Escenario 3D. Vista en 3D del modelo. Situación Actual.	
C_MUR_30_RM-15_3_Ld	Hoja 1 de 3	Mapa General. Delimitación de Zonas
	Hoja 2 de 3	Mapa de nivel sonoro Ld. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 1
	Hoja 3 de 3	Mapa de nivel sonoro Ld. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 2
C_MUR_30_RM-15_3_Le	Hoja 1 de 3	Mapa General. Delimitación de Zonas
	Hoja 2 de 3	Mapa de nivel sonoro Le. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 1
	Hoja 3 de 3	Mapa de nivel sonoro Le. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 2
C_MUR_30_RM-15_3_Ln	Hoja 1 de 3	Mapa General. Delimitación de Zonas
	Hoja 2 de 3	Mapa de nivel sonoro Ln. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 1
	Hoja 3 de 3	Mapa de nivel sonoro Ln. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 2
C_MUR_30_RM-15_3_Lden	Hoja 1 de 3	Mapa General. Delimitación de Zonas
	Hoja 2 de 3	Mapa de nivel sonoro Lden. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 1

	Hoja 3 de 3	Mapa de nivel sonoro Lden. Altura del mapa 4 m. Situación Actual. ZONA 2
C_MUR_30_RM-15_3_AF	Hoja 1 de 1	Mapa de afección Lden con isófona correspondiente a 55 ,65 y 75 dB con datos de superficies, viviendas y personas expuestas a valores Lden superiores a 55, 65 y 75 dB. TOTALES.
C_MUR_30_RM-15_3_EX	Hoja 1 de 4	Mapa de exposición al ruido Ldía. Altura del mapa 4.m. Situación Actual. TOTALES.
	Hoja 2 de 4	Mapa de exposición al ruido Le. Altura del mapa 4.m. Situación Actual. TOTALES.
	Hoja 3 de 4	Mapa de exposición al ruido Ln. Altura del mapa 4.m. Situación Actual. TOTALES
	Hoja 4 de 4	Mapa de exposición al ruido Lden. Altura del mapa 4.m. Situación Actual. TOTALES.