

UE G10.1 - COLLADO VILLALBA (MADRID)

Estudio acústico

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. OBJETIVOS	6
3. NORMATIVA AMBIENTAL.....	7
4. METODOLOGÍA.....	8
5. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	9
6. URBANISMO	10
6.1. DESARROLLO URBANÍSTICO PROPUESTO	10
7. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA.....	10
7.1. LÍMITES LEGALES.....	10
7.2. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA	12
8. DATOS DE PARTIDA.....	12
8.1. PLANEAMIENTO.....	12
8.2. FUENTES SONORAS CONSIDERADAS	13
8.2.1 CARRETERAS	13
8.2.1.1.1. IMDs y velocidades en los viarios actuales: autovía A-6.....	13
8.2.1.1.2. IMDs y velocidades en los viarios actuales: accesos a la autovía	15
8.2.1.1.3. Viarios futuros	17
8.2.2. FERROCARRIL	18
9. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CÁLCULO.....	19
9.1. ENTORNO.....	19
9.2. FUENTES EMISORAS.....	19
9.3. PERÍODOS DE CÁLCULO	19
9.4. RECEPTORES	19

9.5. PROPAGACIÓN	20
9.6. ABSORCIÓN.....	20
9.7. SITUACIÓN Y ALTURA DE LOS EDIFICIOS	20
9.8. MEDICIONES.....	21
<u>10. SITUACIÓN ACTUAL. ESCENARIO 2009.....</u>	<u>21</u>
10.1. COMENTARIOS	21
10.1.1. PERÍODO DIURNO	22
10.1.2. PERÍODO NOCTURNO.....	22
<u>11. SITUACIÓN FUTURA. ESCENARIO 2011</u>	<u>22</u>
11.1. COMENTARIOS	23
11.1.1. SITUACIÓN A 1,5 M	23
11.1.1.1. Período diurno	23
11.1.1.2. Período nocturno	23
11.1.2. SITUACIÓN A 4 M	23
11.1.2.1. Período diurno	23
11.1.2.2. Período nocturno	23
11.1.3. SITUACIÓN A 7 M	24
11.1.3.1. Período diurno	24
11.1.3.2. Período nocturno	24
11.1.4. SITUACIÓN A 10 M	24
11.1.4.1. Período diurno	24
<u>12. COMENTARIOS A LA SITUACIÓN FUTURA.....</u>	<u>24</u>
<u>13. MEDIDAS OPCIONALES DE REDUCCIÓN DE RUIDO.....</u>	<u>25</u>
13.1. VIALES INTERIORES Y EXTERIORES AL SECTOR.....	25
<u>14. CONCLUSIONES FINALES.....</u>	<u>25</u>
<u>15. REFERENCIAS</u>	<u>26</u>
<u>16. ANEXOS</u>	<u>27</u>
16.1. CD-ROM	27

16.2. MEDIDAS GENÉRICAS DE CONTROL DEL RUIDO	28
16.3. DATOS DE IMD DEL MINISTERIO DE FOMENTO	30
16.4. PREVISIONES OFICIALES DE INCREMENTO DE TRÁFICO	31
16.5. MAPAS	33

1. Introducción

En los países desarrollados cada vez es más grande la necesidad del control de las emisiones contaminantes atmosféricas. Aunque tradicionalmente se han englobado en esta denominación los productos químicos que se arrojan al aire como consecuencia de actividades industriales, agropecuarias o de transporte, en la actualidad se tiende a incluir también como contaminantes atmosféricos los ruidos y vibraciones. Atendiendo a esta evolución del concepto, la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) promulgó en 1999 el Decreto 78/1999 que regula diversos aspectos relacionados con el ruido. Entre otras cosas, establece los límites máximos permisibles que cada zona, de acuerdo con el uso al que se destine, puede soportar. Se obliga también a que las distintas actuaciones que se lleven a cabo sobre el territorio cuenten con un estudio que prevea el impacto acústico y establezca, en su caso, las medidas correctoras a tomar para que éste nunca sobrepase los límites permitidos.

2. Objetivos

El presente trabajo es un estudio acústico que se centrará en la llamada “UE G10.1”, zona enclavada en el término municipal de Collado Villalba (Madrid). Se trata de un área en la que actualmente encontramos vegetación natural que alterna con diversas construcciones. Para ella, el Plan General de Collado Villalba prevé que, en el futuro, se destine fundamentalmente al uso residencial.

Hay dos objetivos principales:

1. Conocer la situación acústica de dicha zona a fecha actual, marzo de 2009.
2. Predecir la situación acústica para una fecha futura de referencia, en la cual el ámbito se encuentre con sus construcciones finalizadas y en estado de ocupación. Se establece el año 2011 como dicha fecha.

El objetivo final es asegurar en la medida de lo posible que los futuros usuarios de la zona no experimenten niveles de ruido superiores a los establecidos en el Decreto arriba mencionado, con el fin de asegurar al máximo su calidad de vida.

Para cumplir con estos objetivos se darán los siguientes pasos:

1. Se presentarán **mapas de zonificación acústica**, en los que se establecen las *áreas de sensibilidad acústica* tal como quedan definidas en el Decreto anteriormente mencionado. Es decir, cada parte de la zona de estudio se califica de acuerdo a los límites legales de inmisión acústica que le son aplicables según el uso mayoritario al que se destine, siguiendo los criterios que establece el Decreto.
2. Se describirá la situación acústica de la zona en la actualidad (marzo de 2009, en adelante **situación actual** o **escenario 2009**). Los resultados se presentarán en forma de mapa, en el que los niveles de presión sonora se representarán como isófonas o **isófonas**, es decir, líneas que unen puntos del mismo nivel de presión sonora, dentro de unos intervalos definidos. Los resultados serán comentados en un epígrafe de esta memoria.
3. Se realizará una previsión de la situación acústica para el año 2011, teniendo en cuenta los cambios previsibles en las fuentes de ruido para esa fecha (**situación futura** o **escenario 2011**).

La valoración de la situación acústica prevista para el futuro nos permitirá detectar posibles problemas de contaminación por ruido. De esa forma, en un paso posterior, podrá estudiarse la zonificación pormenorizada de usos del suelo para que tenga en cuenta como una variable más el nivel de ruido que cada zona habrá de soportar, o bien, en su caso, prever medidas correctoras.

Todos los resultados obtenidos que se refieran a la situación futura serán también representados como mapas de isófonas.

3. Normativa ambiental

La normativa ambiental de aplicación en este estudio es, como ya se ha comentado, el Decreto 78/1999 (1) de Regulación del Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid.

Para el estudio que nos ocupa se han seguido los criterios normalizados según las prescripciones del documento: ‘Características a exigir a los estudios acústicos (...) a raíz de la entrada en vigor del Decreto 78/99 de la Comunidad de Madrid’(2) publicado por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

El Decreto establece desde su entrada en vigor (9 de marzo de 1999), que los Planes Generales de Ordenación Urbana, las Normas Subsidiarias de Planeamiento y cualquier otra Figura de Planeamiento Urbanístico tendrán en cuenta los criterios establecidos en él en materia de protección contra la contaminación acústica (artículo 24.1).

Asimismo establece que la asignación de usos generales y usos pormenorizados del suelo en las figuras del planeamiento tendrán en cuenta el principio de prevención de los efectos de la contaminación acústica y velará para que en lo posible no se superen los límites de emisión e inmisión establecidos en el Decreto (artículo 24.3).

En este Decreto se recomienda que las áreas de sensibilidad acústica sean diseñadas en función de los usos mayoritarios del suelo, que las zonas no sean excesivamente pequeñas o que una misma manzana no sea dividida en dos o más zonas. Asimismo, prevé la existencia de los derechos adquiridos en las zonas consolidadas y la entidad jurídica de las áreas de sensibilidad acústica.

4. Metodología

Para llevar a cabo este estudio se ha seguido el procedimiento de modelizar informáticamente el ruido en la zona. Para ello se ha utilizado el programa *IMMI 5.3.*, que simula el grado de inmisión acústica del área considerada frente a las fuentes de ruido principales.

En este caso hay que hablar de dos tipos de fuente principal, que son el tráfico de automóviles y el tráfico ferroviario. No existen ni están previstas otras fuentes de ruido.

Las carreteras cuyo tráfico se ha considerado como relevante en cuanto a su influencia sonora son de muy distinta naturaleza. Por un lado está la autovía A-6, que pasa a unos 200 metros del área. Por el otro, tenemos dos vías de acceso a dicha A-6 que pasan, la primera, al sur y oeste del sector, cerca de sus límites, y que prácticamente constituye una prolongación de la calle Rafael Alberti de Collado Villalba. Denominaremos a este vial “acceso A-6a”. El otro vial que también sirve de acceso a la autovía, pero por la parte este, lo llamaremos “acceso A-6b”.

Por otro lado, para la situación futura (2011) se valorará en el estudio la inclusión de posibles nuevos viales creados como consecuencia del propio desarrollo urbanístico.

En cuanto al ferrocarril, se trata de las vías utilizadas por las líneas 8 y 10 de Cercanías de Madrid (con estación en Collado Villalba), además de soportar el tráfico de otras líneas de viajeros y de mercancías.

Se han considerado las fuentes de ruido como funcionando en la intensidad medida para la fecha de la situación actual y en la prevista para la de la situación futura. La propagación del sonido en lo que se refiere al tráfico rodado se ha evaluado de acuerdo con la normativa NMPB.

En el caso del ferrocarril, se ha utilizado la normativa SRM-II.

Se tomaron también mediciones en campo, a fin de que sirvieran de ayuda para ajustar los parámetros del modelo.

Todos los pasos se han dado de acuerdo con lo establecido en el Decreto 78/1999 sobre el Régimen de Protección Acústica de la CAM.

5. Descripción de la zona

El área objeto de este estudio se encuentra enclavada en el término municipal de Collado Villalba.

Dicho término se encuentra al noroeste de la provincia de Madrid, entre los de Alpedrete, al norte; Moralarzal, al norte y este; Galapagar, al sur; y Guadarrama, al oeste. Madrid capital se halla a unos 35 km en línea recta. El área del término municipal es de aproximadamente 2.520 Has.

La población a fecha de enero de 2008 es de 54.658 habitantes.

Por su parte, la UE G10.1 se localiza al sureste del actual casco urbano. Se encuentra entre la autovía A-6 y la vía férrea de la línea Madrid - Collado Villalba. Al sur aparece la EDAR “El Endrinal”. Al norte aparecen distintas urbanizaciones y casas particulares.

El relieve del terreno en esta zona muestra una pendiente no muy acusada de suroeste a nordeste. La altitud varía entre los 870 m al sur y los 887 al norte.

En el territorio de la UE G10.1 se encuentran actualmente diversas construcciones, con la mayor parte del terreno cubierta por vegetación natural (encinas) y afloramientos rocosos graníticos.

6. Urbanismo

6.1. Desarrollo urbanístico propuesto

Como ya hemos comentado, se prevé que el área de la UE G10.1 se desarrolle para un uso fundamentalmente residencial, aunque se permitirán otras actividades.

Los usos pormenorizados de la UE G10.1 se presentan en la tabla siguiente:

Uso	Superficie (m ²)
Residencial	33.758,94
Servicios	4.491,50
Zonas verdes	1.501,59
Viarío	7.924,06

Tabla 1: usos del UE G10.1

La situación de estas zonas puede verse en el *mapa 2* (“Usos del suelo”).

La superficie total es de 47.676,09 m² y el número de viviendas previsto, 66.

7. Zonificación acústica

7.1. Límites legales

Como ya se ha expuesto en el apartado de Objetivos, es necesaria la categorización de las zonas problema desde el punto de vista acústico.

Cada uso del suelo tiene, según el Decreto, unos límites máximos de inmisión acústica, tanto en el período diurno como en el nocturno.

Para **zonas de nueva urbanización** (nuevos desarrollos) estos límites son:

	Usos principales	LAeq día (en dB(A))	LAeq noche (en dB(A))
Tipo I (área de silencio)	Sanitario Docente Cultural	50	40
Tipo II (área levemente ruidosa)	Residencial Zona verde	55	45
Tipo III (área tolerablemente ruidosa)	Hospedaje Oficinas, servicios	65	55
Tipo IV (área ruidosa)	Industrial	70	60
Tipo V (área especialmente ruidosa)	Infraestructuras de transporte Espectáculos	75	65

Tabla 2: límites para nuevos desarrollos

Para **zonas urbanísticamente consolidadas**, los límites que impone el Decreto son:

	Usos principales	LAeq día (en dB(A))	LAeq noche (en dB(A))
Tipo I (área de silencio)	Sanitario Docente Cultural	60	50
Tipo II (área levemente ruidosa)	Residencial Zona verde	65	50
Tipo III (área tolerablemente ruidosa)	Hospedaje Oficinas, servicios	70	60
Tipo IV (área ruidosa)	Industrial	75	70
Tipo V (área especialmente ruidosa)	Infraestructuras de transporte Espectáculos	80	75

Tabla 3: límites para zonas consolidadas

En lo referente al presente estudio acústico consideraremos la zona objeto de estudio como **suelo urbanísticamente consolidado**. El motivo es la presencia actual de construcciones que cuentan con los servicios necesarios (agua, electricidad, etc.) así como con los viales limítrofes pavimentados y con aceras. Esto es suficiente para, según la vigente ley del Suelo de la Comunidad de Madrid, poder considerar la zona como suelo urbano, clasificación que ya poseen estos suelos desde la aprobación del vigente Plan General.

Por tanto, los límites de inmisión acústica a aplicar en este trabajo serán los detallados en la tabla número 3.

7.2. Zonificación acústica

En lo referente a la UE G10.1, la zonificación acústica ha sido llevada a cabo con el planteamiento que inspira el Decreto 78/99, es decir, utilizar como criterios, por un lado, el uso mayoritario del área en cuestión; y, por otro, procurando no producir áreas excesivamente pequeñas ni dividir manzanas.

Como se aprecia en la tabla 1 en la UE se incluye una zona de equipamientos que constituye una cesión de red local. En consecuencia, no se conoce en realidad el uso al que se destinará. En este trabajo hemos optado por clasificarla inicialmente como tipo III, que es el uso que incluye la mayor parte de los usos probables.

En el *mapa 3* (“Zonificación acústica”) mostramos la zonificación acústica adoptada para este sector.

8. Datos de partida

8.1. Planeamiento

Los datos geográficos de partida son:

- Planimetría del término municipal de Collado Villalba, escala 1:5.000, en formato digital dwg.
- Altimetría del término municipal de Collado Villalba, escala 1:5.000, en formato digital dwg y con una equidistancia de curvas de nivel de 5 m.
- Zonificación y altimetrías pormenorizadas de la UE G10.1.

Todos estos datos fueron facilitados por el estudio de arquitectura *Grupo Braud S.L.* Fueron georreferenciados al mismo sistema de coordenadas UTM Huso 30N, elipsoide de

Hayford, con el fin de que encajaran con la cartografía oficial de la Comunidad de Madrid, tal como establece el Decreto.

8.2. Fuentes sonoras consideradas

Como ya se ha indicado, las fuentes de ruido principales consideradas para esta zona son las carreteras que rodean la zona y el ferrocarril. Se estudiarán, para la situación futura, ciertos viales creados juntamente con los nuevos desarrollos (“viales interiores”).

8.2.1 Carreteras

El tráfico de vehículos automóviles por las carreteras es, *a priori*, la fuente de ruido principal a tener en cuenta en este trabajo. En la situación actual la autovía A-6 tiene una intensidad circulatoria muy alta, mientras que para los accesos a la misma es bastante baja. Para la situación futura, relativamente cercana, es previsible que la situación no cambie demasiado, si bien la propia urbanización de la UE G10.1 puede aumentar en algo el tráfico.

8.2.1.1. IMDs

El parámetro que mide la intensidad de tráfico automovilístico es el IMD, es decir, el Índice Medio Diario (vehículos totales / día). Dicho IMD puede ser obtenido, para carreteras existentes, a través de fuentes oficiales. En concreto, para las carreteras de la red nacional, como las autovías, pueden utilizarse los datos del Ministerio de Fomento. Para las carreteras de nivel autonómico hay datos de la Comunidad de Madrid. Desgraciadamente, los viales de acceso a la A-6 que nos interesan no figuran en ellos, por lo que fue necesario estimar los IMDs mediante observaciones sobre el terreno.

Los datos del Ministerio de Fomento han sido extraídos de las estaciones de medición más cercanas. Los datos corresponden al año 2007, y han sido convenientemente actualizados a las fechas de interés. Se han extraído también de la misma fuente el porcentaje de vehículos pesados sobre los totales.

En cuanto a los viales interiores y la influencia de la UE sobre el tráfico general se han utilizado datos estimados mediante cálculos.

8.2.1.1.1. IMDs y velocidades en los viarios actuales: autovía A-6

El tráfico, fuente principal de ruido, se ve incrementado en el tiempo a partir de una fecha dada por dos factores. Para la situación actual (2009), por el incremento vegetativo del tráfico en las carreteras actuales; para la situación futura (2011), también por ese crecimiento vegetativo, pero además por el tráfico inducido por la puesta en marcha de nuevos viales. En este apartado estudiaremos el primero de esos factores.

Incremento vegetativo del tráfico

Definimos “incremento vegetativo” como el crecimiento del tráfico debido al normal aumento del parque automovilístico, producido por factores económicos y de infraestructuras de carácter general.

Este incremento ha sido estimado aplicando porcentajes sobre los datos recogidos de las fuentes oficiales de la siguiente forma:

Los IMDs en los viarios actuales han sido actualizados a fecha de 2009 y a la fecha establecida para la situación futura (año 2011), utilizándose para ello las previsiones de crecimiento de tráfico oficiales (4). En concreto, para el período 2007-2009 se ha utilizado un valor de incremento del 1,9 % y para el período 2009-2011 un valor del 1,7 %.

Los datos de IMD utilizados han sido, pues, los siguientes:

Carretera	Año	Fuente	Estación	p.k.	Tipo
A-6	2007	Fomento	M-9002-2	37,5	Secundaria

Tabla 4: identificación de la estación de referencia

Carretera	Estación	Totales	% pesados
A-6	M-9002-2	86.848,00	17,12

Tabla 5: IMDs y % de vehículos pesados (2007)

Aplicando el coeficiente de incremento mencionado anteriormente podemos estimar el número de vehículos previstos para 2009 y 2011.

Carretera	Totales	Total ligeros	Total pesados
A-6	90.148,22	74.713,16	15.435,06

Tabla 6: IMDs previstos por crecimiento vegetativo (2009)

Carretera	Totales	Total ligeros	Total pesados
A-6	93213.26	77253.41	15959.85

Tabla 7: IMDs previstos por crecimiento vegetativo (2011)

Los modelos de ruido empleados distinguen entre ruido diurno y nocturno. Por otro lado, requieren que los datos introducidos se den en vehículos por hora.

Para desglosar el tráfico en diurno y nocturno puede emplearse un coeficiente llamado N, que se define (según las publicaciones técnicas del Ministerio de Fomento) como la relación vehículos totales / vehículos en período diurno. El Ministerio da ese valor para las carreteras de su competencia, desglosado mensualmente. En este trabajo se ha utilizado la media aritmética de los doce valores, lo que arroja un N=1,125. Ese valor se utilizará también en los viales para los que no se cuenta con datos, y en todas las situaciones, tanto actual como futura.

Por último, sólo es necesario recordar que la CAM define, en lo que se refiere a acústica, el período diurno como el comprendido entre 8:00 y 22:00, y el nocturno como el comprendido entre las 22:00 y las 8:00.

Teniendo en cuenta lo anterior, los datos introducidos en el modelo fueron:

Carretera	Año	Total ligeros/hora (período día)	Total ligeros/hora (período noche)	Total pesados/hora (período día)	Total pesados/hora (período noche)
A-6	2009	4.150,73	1.037,68	857,50	214,38
A-6	2011	4.291,86	1.072,96	886,66	221,66

Tabla 8: datos definitivos introducidos en el modelo

8.2.1.1.2. IMDs y velocidades en los viarios actuales: accesos a la autovía

Como ya se ha indicado, para los accesos A-6 a y b no hay datos oficiales, por lo que se ha optado por un recuento de vehículos sobre el terreno.

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Período horario	10:00-10:30		13:30-14:00		15:30-16:00		Promedio horario	
	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados	Ligeros	Pesados
Acceso A-6a	114	11	148	21	106	9	245,33	27,33
Acceso A-6b	18	4	22	8	12	2	34,66	9,33

Tabla 9: recuento de vehículos de los accesos a la A-6

Las fechas de los recuentos fueron el 3 y 4 de marzo de 2009.

Los datos anteriores muestran un promedio horario durante el día mucho mayor en el Acceso A-6a que en el b. De hecho, en este último no se llega siquiera al vehículo por minuto (0,7). Estos valores son muy bajos, y podemos considerar que el tráfico por el Acceso A-6b puede despreciarse. En realidad, introducir este vial en el modelo con semejantes datos distorsionaría la realidad sonora del área, ya que dicho modelo tiende a sobrevalorar el ruido producido por viales con poco tráfico.

Por otro lado, la conveniencia de no introducir este vial se ha visto confirmada por las mediciones sonométricas.

Por lo tanto, trabajaremos en adelante únicamente con el Acceso A-6a.

Dado que ya contamos con un valor para el tráfico diurno de este vial, sólo necesitamos calcular los valores nocturnos. Para ello aplicamos simplemente el mismo coeficiente N que para la A-6. También aplicamos los mismos coeficientes de incremento de tráfico para la situación futura. El resumen final de los datos introducidos en el modelo para este acceso es:

Carretera	Año	Total ligeros/hora (período día)	Total ligeros/hora (período noche)	Total pesados/hora (período día)	Total pesados/hora (período noche)
Acceso A-6a	2009	243,33	30,42	27,33	3,42
Acceso A-6a	2011	251,60	31,45	28,26	3,5

Tabla 10: datos del Acceso A-6a introducidos en el modelo

8.2.1.1.3. Velocidades

La velocidad de un vehículo es una variable que influye mucho en la cantidad de ruido que puede emitir, por lo que los modelos la incorporan a la hora de realizar sus cálculos.

En nuestro caso hemos constatado que en los viales considerados las circunstancias de tráfico son bastante uniformes, por lo que no se han dividido en tramos según su velocidad.

Para la A-6 (vehículos ligeros) hay datos de velocidad oficiales del Ministerio de Fomento. La de los pesados la estimamos en 10 km/h menos. En cuanto al Acceso, su velocidad ha sido estimada a partir de nuestras observaciones sobre el terreno. Los resultados los mostramos en la tabla siguiente:

Velocidades (km/h)	Ligeros	Pesados
Carreteras	Tramo a	Tramo a
A-6	117	97
Acceso A-6a	50	45

Tabla 11: velocidades de las carreteras a la altura de la UE G10.1

Dadas las circunstancias urbanísticas de esta UE, consideraremos invariables estas velocidades para la situación futura.

8.2.1.1.3. Viarios futuros

En la situación futura está prevista una serie de nuevos viales que den servicio a las construcciones de la UE. Para valorar si estos viales constituirán una fuente de ruido apreciable es necesario estimar el número de vehículos que discurrirán por ellos.

Para ello utilizaremos un ratio establecido para cada uso del suelo del sector. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Uso	Viviendas	Superficie	Edificabilidad máxima	Ratio	Viajes generados/día
Residencial	66	-	-	4 viajes vivienda /día	264
Servicios	-	4.491,50	1 m ² /m ²	8 viajes/100 m ² construidos	359,32
TOTAL					623,32

Tabla 12: viajes en vehículo privado generados por la UE G10.1

Como podemos apreciar en la tabla anterior, el número total de desplazamientos generados por la UE es muy bajo, sin llegar tampoco al nivel del vehículo por minuto. Por lo tanto, siguiendo el criterio ya establecido, no los tendremos en cuenta en este estudio.

8.2.2. Ferrocarril

Para valorar el ruido producido por los trenes tomamos los siguientes datos del tráfico ferroviario del municipio de Collado Villalba.

MEDIDAS RENFE. POBLACIONES						
POBLACIÓN	TRÁFICO FERROVIARIO					
	CERCANÍAS		LARGO RECORRIDO		MERCANCIAS	
	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE	DÍA	NOCHE
1. Villalba (1-6 y 8)	234	69	40	16	34	22
Villalba (7)	41	10	-	-	-	-

Tabla 13: tráfico ferroviario de la población de Collado Villalba

La regla SRM II está basada en los tipos de trenes que circulan en los Países Bajos. La equivalencia que se ha considerado ha sido:

TIPOS DE TREN	
España	Países Bajos
Cercanías	1
Largo recorrido	2
Mercancías	4

Tabla 14: equivalencias entre los tipos de tren de España y los Países Bajos

Se ha elegido la velocidad de 70 km/h para todos los tipos de tren.

9. Descripción de los elementos de cálculo

9.1. Entorno

El entorno de la zona de estudio se ha simulado matemáticamente en los programas informáticos utilizados y en función de la información planimétrica y topográfica aportada. Se han tenido en cuenta los relieves del terreno, con una precisión de 5 m. Asimismo se han considerado los efectos de absorción y reflexión del sonido de las construcciones existentes y previstas.

9.2. Fuentes emisoras

Las carreteras y viario en general se han modelizado como fuentes lineales de radiación cilíndrica.

Las fuentes se encuentran situadas a una altura relativa estándar sobre el terreno de 0,5 m para los automóviles y 0,75 para los trenes.

Los niveles de potencia sonora para la carretera considerada y a nivel de banda de octava son los siguientes (valores en dB(A), para el período diurno)

L_{WA}/m (año 2009, día)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A-6	114	118	121	124	121	116
Acc. A-6a	92	96	99	102	99	94
Ferrocarril	93	102	100	98	96	90

Tabla 15: niveles de potencia sonora calculados

9.3. Períodos de cálculo

Se considera *período día* al que va de 8:00 h a 22:00, y *período noche* al que va de 22:00 h a 8:00 h.

9.4. Receptores

El cálculo del modelo se efectúa de tal forma que los resultados se obtienen en forma de una malla ráster con celdas cuadradas de 10 m de lado, cada una de las cuales puede considerarse un receptor. Esta malla cubre toda el área de estudio, pudiendo elegirse su altura. En este trabajo usaremos un plano de 1,5 m de altura relativa por encima de la cota del terreno para la situación actual. Para la situación futura usaremos cuatro planos,

uno a 1,5 m, otro a 4, otro a 7 y otro a 10, para estimar mejor el sonido a nivel de los edificios.

A partir de esta malla se interpolan las líneas isófonas que aparecen en los mapas.

9.5. Propagación

Las condiciones atmosféricas adoptadas 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 han tenido 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.

9.6. Absorción

El coeficiente de atenuación por absorción del terreno (G) se ha fijado en 1.0 para las zonas destinadas a zonas verdes o terrenos agrícolas. En el resto del área se ha utilizado un factor de 0.5 para dar cuenta tanto de las superficies reflectantes duras (asfalto, etc.) como de las zonas ajardinadas que queden entre las edificaciones.

Estos coeficientes se han escogido y han sido validados mediante mediciones acústicas reales (ver más abajo).

9.7. Situación y altura de los edificios

Es importante tener en cuenta estos factores, al menos por dos motivos: en primer lugar, los edificios son los receptores de ruido que más nos interesan. En segundo lugar, influyen de forma muy notable en la propagación del ruido, al ser tanto obstáculos como superficies reflectantes.

En cuanto a la UE G10.1, están definidas la situación de parcelas, viales, zonas verdes, lo que ha permitido simular informáticamente las construcciones futuras. Respecto a su altura, se ha considerado la que figura en las ordenanzas municipales del Plan General vigente de Collado Villalba: 7 m para los edificios residenciales y 12,5 para los de terciario.

9.8. Mediciones

A fin de comprobar la validez del modelo y, en su caso, realizar los oportunos ajustes en el mismo, se tomaron medidas directas sobre el terreno con un sonómetro integrador.

La función principal de las mediciones es ayudar a la calibración de los modelos.

Los resultados de las mediciones fueron los siguientes:

Punto	X (m)	Y (m)	Z (m)	LAeq (dB(A))
1	416.173,12	4.497.377,39	882,46	45,2
2	416.040,55	4.497.325,24	876,32	56,4
3	416.054,69	4.497.461,22	881,75	49,1
4	415.960,62	4.497.380,81	878,31	55,5

Tabla 16: puntos de medición y resultados

- Fecha de las mediciones: 5 de marzo de 2009.
- Tiempo: despejado. Viento moderado.
- Altura sobre el suelo: 1,5 m.
- Hora: entre 9:30 A.M. y 11:30 A.M.
- Protocolo: tres mediciones consecutivas en cada punto con una duración de dos minutos cada una.

Las coordenadas X e Y se encuentran referenciadas en el sistema de coordenadas UTM huso 30 N. La situación de los puntos aparece en el *mapa 3*.

10. Situación actual. Escenario 2009

En los *mapas 4 y 5* presentamos los siguientes resultados:

- Plano de curvas isófonas a 1,5 m sobre el suelo. Período diurno (2009).
- Plano de curvas isófonas a 1,5 m sobre el suelo. Período nocturno (2009).

10.1. Comentarios

La distribución del ruido en la zona de estudio sigue las directrices, por un lado, de la situación de las fuentes sonoras y, por otro, de las barreras que la topografía o los

edificios ponen al avance de las ondas de sonido. Cuando no encuentran obstáculos, las ondas tienden a desplazarse en la horizontal, a menos que haya influencias meteorológicas que varíen esta trayectoria. En una zona como la que nos ocupa, con un relieve bastante plano, se observa cómo las zonas más silenciosas son las más alejadas de las fuentes.

Sorprendentemente, se comprueba que la fuente principal del ruido es el acceso a la A-6, mientras que ésta no tiene un efecto tan marcado. A pesar de la relativa cercanía de la autovía, la topografía reduce mucho la transmisión de sonido desde ella.

Ocurre prácticamente lo mismo con el ferrocarril. Al discurrir por una trinchera su efecto en la inmisión total de sonido en el área no es tan relevante como podría parecer a simple vista.

10.1.1. Período diurno

La isófona referencia para las zonas de tipo II es la de 65 dB(A), mientras que para el tipo III es la de 70 dB(A). Vemos que la situación acústica actual de UE G10.1 es muy buena en lo que se refiere a ambos usos, ya que en la zona apenas sí se superan los 60 dB(A).

10.1.2. Período nocturno

Las isófonas de referencia en este caso son las de 50 y 60 dB(A). Como puede observarse en el *mapa 5*, la situación es, igualmente, muy buena. Sólo se supera el primer límite en una estrecha franja junto al Acceso.

11. Situación futura. Escenario 2011

En los *mapas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13* presentamos:

- Plano de curvas isófonas a 1,5 m sobre el suelo. Período diurno (2011).
- Plano de curvas isófonas a 1,5 m sobre el suelo. Período nocturno (2011).
- Plano de curvas isófonas a 4 m sobre el suelo. Período diurno (2011).
- Plano de curvas isófonas a 4 m sobre el suelo. Período nocturno (2011).
- Plano de curvas isófonas a 7 m sobre el suelo. Período diurno (2011).
- Plano de curvas isófonas a 7 m sobre el suelo. Período nocturno (2011).

- Plano de curvas isófonas a 10 m sobre el suelo. Período diurno (2011).
- Plano de curvas isófonas a 10 m sobre el suelo. Período nocturno (2011).

11.1. Comentarios

Para el escenario 2011 se han introducido en el modelo los siguientes cambios:

- Se incrementan los niveles de tráfico de los viales existentes en la actualidad según las previsiones ya detalladas en apartados anteriores.
- Se introducen las **nuevas construcciones** previstas.

11.1.1. Situación a 1,5 m

11.1.1.1. Período diurno

Como puede observarse en el *mapa 6*, la situación en este período sigue siendo buena. No se incumplen los límites para ninguna de las zonas consideradas.

11.1.1.2. Período nocturno

En el período nocturno vemos que se superan algo los 50 dB(A) de las zonas de tipo II en la zona verde y en una pequeña esquina de la zona residencial adyacente. No hay problemas para las zonas tipo III.

11.1.2. Situación a 4 m

11.1.2.1. Período diurno

La situación es muy similar a la de los 1,5 m.

11.1.2.2. Período nocturno

La situación es también muy similar a la del plano anterior, si acaso mejora muy levemente.

11.1.3. Situación a 7 m

11.1.3.1. Período diurno

No hay diferencias significativas respecto a los 4 m.

11.1.3.2. Período nocturno

Como en el período diurno, si bien se mantiene una ligerísima tendencia a mejorar.

11.1.4. Situación a 10 m

11.1.4.1. Período diurno

La situación es muy semejante a la del plano anterior.

11.1.4.2. Período nocturno

No hay demasiados cambios, aunque parece que ya no hay ninguna zona residencial que supere los límites.

12. Comentarios a la situación futura

Como se observa en los mapas precedentes, el ruido en el UE G10.1 varía poco en la situación futura respecto a la actual. Esto se debe a que los incrementos de tráfico se centran en vías como la A-6, que, debido a la topografía, tienen una incidencia muy escasa en la inmisión acústica de la zona.

El resultado es que la fuente principal de ruido para la UE es el vial de acceso a la A-6, un vial que no soporta excesivo tráfico y que además se encuentra acondicionado (presencia de badenes, pasos de cebra, etc.) para proporcionar una circulación a la vez lenta y fluida.

Como consecuencia de lo anterior, no se producen grandes problemas por ruido en el área. La excepción está constituida por las zonas verdes y residenciales al oeste de la UE, que superan levemente los 50 dB(A) estipulados. Respecto a esto hemos de hacer los siguientes comentarios:

- La afección sobre las zonas verdes se produce únicamente en horario nocturno, cuando no es previsible la presencia en ellas de público alguno.

Por lo tanto, no es una afección que impida o dificulte grandemente el disfrute de esta zona (en caso de que sea concebida como zona estancial).

- La afección sobre las parcelas residenciales es ínfima en superficie y en cuantía. Sólo afecta a una pequeña esquina de la parcela de como máximo 4 metros de anchura. Dado que el retranqueo obligatorio de las edificaciones de esta tipología, según ordenanzas, es de 3 m, tenemos que la zona residencial superada va a quedar prácticamente en nada. Por otro lado, se supera el límite de 50 dB(A) por muy escaso margen, con seguridad inferior a cinco decibelios y muy probablemente en el entorno de 1 ó 2.

Por todo lo anterior, concluimos que la situación acústica prevista para la UE G 10.1 es buena, y no es necesario tomar ninguna medida correctora acústica adicional.

13. Medidas opcionales de reducción de ruido

En los siguientes párrafos determinaremos qué medidas pueden tomarse para reducir los niveles de ruido en la UE G10.1 de Collado Villalba. Se trataría de medidas no obligatorias, desde el momento en que hemos visto que los niveles de ruido de la zona son aceptables, pero que pueden contribuir a mejorar aún más la situación.

13.1. Viales interiores y exteriores al sector

Para reducir el ruido proveniente de los viales que rodean o quedan interiores a la UE definimos las siguientes medidas:

- a. Instalación en dichos viales de *firμες absorbentes de ruido*, del tipo del asfalto poroso drenante. Dicho firme reduce en una cuantía notable (unos 3 dB(A)) la emisión sonora de los vehículos.
- b. Reducción del límite de velocidad a 40 km/h. Puede conseguirse mediante badenes situados en los pasos de peatones, pero deberán ser de pendientes muy suaves para evitar golpes o frenazos bruscos.
- c. Preferencia de las rotondas a otros tipos de cruces que impliquen la parada total de los vehículos.

14. Conclusiones finales

Como hemos visto, los niveles de ruido previstos para la UE G10.1 se mantendrán en niveles aceptables. La posición de la zona respecto a las fuentes de ruido potencialmente más importantes reduce mucho su exposición al ruido, con lo que no será necesaria la

adopción de medidas correctoras específicas. Sin embargo, la contaminación acústica es un factor que siempre hay que tener en cuenta a la hora de un desarrollo urbanístico sano, por lo que toda actuación que se lleve a cabo debe ponderar este hecho y tratar de mejorar, y no empeorar, la situación en cuanto al ruido del área. En este caso es de especial relevancia el tratamiento que se le dé a los viales en un futuro, ya que resultan ser los elementos acústicamente más importantes.

15. Referencias

- (1) “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”. BOC. martes, 8 de marzo de 1999.
- (2) ‘Características a exigir a los Estudios Acústicos (...) a raíz de la entrada en vigor del Decreto 78/99 de la Comunidad de Madrid’ - Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.
- (3) “Mapa de Tráfico. Año 2007.” Ministerio de Fomento.
- (4) “Previsión de crecimiento del tráfico total interurbano en la red de carreteras del estado.” Ministerio de Fomento - Dirección General de Carreteras. Servicio de Planificación.
- (5) “Manual de medidas acústicas y control del ruido.” Cyril M. Harris – McGraw-Hill, 1998.

16. Anexos

16.1. CD-ROM

El CD-ROM que acompaña a este trabajo contiene los siguientes archivos:

- Carpeta **imagenes**: mapas de este trabajo en fomato JPEG y PDF.
- Carpeta **mapas**: archivos utilizados para la confección de los mapas.
 - Carpeta **dxf**: archivos en formato de intercambio de AutoCAD.
 - Carpeta **isófonas**
 - 2009día.dxf: isófonas de la situación actual/día.
 - 2009noc.dxf: isófonas de la situación actual/noche.
 - 2011día1_5.dxf: isófonas de la situación futura/día a 1,5 m.
 - 2011noc1_5.dxf: isófonas de la situación futura/noche a 1,5 m.
 - 2011día4.dxf: isófonas de la situación futura/día a 4 m.
 - 2011noc4.dxf: isófonas de la situación futura/noche a 4 m.
 - 2011día7.dxf: isófonas de la situación futura/día a 7 m.
 - 2011noc7.dxf: isófonas de la situación futura/noche a 7 m.
 - 2011día7.dxf: isófonas de la situación futura/día a 7 m.
 - 2011noc7.dxf: isófonas de la situación futura/noche a 7 m.
 - UE_G10_1.dxf: planimetría detallada del UE G10.1.
 - Mediciones.dxf: puntos de medición.
 - Carpeta **shp**: los archivos anteriores en formato *shapefile* de ArcView GIS (un único *shapefile* puede incluir la información de más de un *dxf*)
- Carpeta **memorias**: informes.
 - UE_G10_1.pdf: informe en formato PDF.

16.2. Medidas genéricas de control del ruido

En este apartado presentaremos unas recomendaciones y consideraciones generales sobre el ruido. Su utilización concreta dependerá de las distintas situaciones que puedan presentarse.

- Cambios en los usos: para cada zona pueden definirse los usos pormenorizados más adecuados teniendo en cuenta las inmisiones acústicas que van a soportar. En el caso del UE G10.1 no es necesario ningún cambio, al ser los usos ya compatibles con los niveles de inmisión acústica.
- Topografía: los cambios en la topografía influyen decisivamente en la distribución del sonido, por lo que hay que planificarlos teniendo este factor en cuenta. En el caso del UE G10.1 la topografía está correctamente planteada.
- Ubicación y tipología de los edificios: los edificios constituyen barreras de sonido muy efectivas y son también los receptores sensibles del mismo. Por eso es posible definir medidas desde estos dos puntos de vista.
 - Desde el punto de vista de los edificios como barrera: una ubicación inteligente de los mismos permite reducir de manera importante la inmisión en el lado contrario a la fuente sonora. Por lo tanto, pueden conseguirse buenos resultados interponiendo las edificaciones menos sensibles entre las fuentes (carreteras en este caso) y los receptores sensibles (residencias, colegios, etc.)
 - Desde el punto de vista de los edificios como receptores: pueden observarse las siguientes medidas:
 - En general, cuanto más elevados son los edificios, más difícil es llevar a cabo medidas correctoras eficaces para las plantas altas.
 - Es útil que el edificio en cuestión presente la menor superficie posible hacia el lugar del que procede el ruido. Una buena medida es, por lo tanto, dirigir el lado menor de un edificio de planta rectangular hacia la carretera o fuente de ruido de que se trate.
 - También es conveniente reducir en lo posible las aperturas hacia el lado del que proviene el ruido. Ejemplos de esto pueden ser el no abrir balcones en las fachadas más expuestas, o eliminar o reducir el tamaño de las ventanas de las mismas.

- La distribución interior de las viviendas puede optimizarse desde el punto de vista acústico haciendo que las habitaciones más sensibles (dormitorios, salas de estar) se sitúen lo más alejadas posible de los focos de ruido.
 - Preinstalaciones de aire acondicionado: pueden reducir la necesidad de abrir las ventanas, dificultando así la propagación del ruido.
 - Aislamientos acústicos: los edificios pueden ser aislados muy eficazmente del sonido exterior mediante un tratamiento de las fachadas apropiado.
- Barreras acústicas: incluyendo en este epígrafe tanto las barreras propiamente dichas como los taludes con o sin vegetación. Con ellas pueden reducirse también de manera notable las inmisiones y los taludes pueden ser incluso apropiados desde un punto de vista paisajístico. Sin embargo, también pueden ser costosas y molestas por su impacto visual.
 - Tratamiento de las fuentes: se puede intentar reducir el nivel de potencia sonora de las fuentes de distintas formas. En nuestro caso, proponemos algunas medidas referidas a las vías de tráfico rodado y que pueden aplicarse también al **viario interior** de las nuevas zonas residenciales:
 - Reducir en lo posible la velocidad de circulación de los vehículos.
 - Evitar irregularidades en el firme, tales como badenes, baches, etc.
 - Evitar en lo posible los semáforos en los cruces (sustituirlos por rotondas).
 - Reducir en lo posible las pendientes.
 - Utilizar firmes absorbentes del sonido.
 - Control de elementos ruidosos puntuales (vehículos con música alta, motocicletas con escapes libres, bocinas).

Es también posible, en un marco mucho más general, intentar hacer lo posible para que la circulación de vehículos se reduzca a un mínimo. Serían medidas tales como una buena vertebración urbanística que permita que la necesidad de desplazamientos en vehículo disminuya; el estímulo a un uso mayor del transporte público o de medios alternativos, tales como bicicletas, etc.

16.3. Datos de IMD del Ministerio de Fomento

Detalle y Coeficientes de Estación
X

1. Estación

2. Provincia

3. Poblado más próx.

4. Titularidad

Denominación antigua Denominación nueva

5. Carretera

PK

6. Calzada 1

7. Calzada 2

INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS

	TOTAL	Extranjeros	Peligrosas
Total (IMD)	86848	1143	463
Motos	399	7	0
Ligeros	71579	796	12
Pesados	14870	340	451
% pesados	17.12	29.74	97.41

Mes	Llig	Lpes	L	N
Enero	1.34	1.31	1.34	1.13
Febrero	1.22	1.17	1.21	1.12
Marzo	1.11	1.03	1.09	1.11
Abril	.89	.96	.90	1.12
Mayo	.88	.88	.88	1.13
Junio	.86	.80	.85	1.13
Julio	.43	.40	.86	1.13
Agosto	.64	.67	.87	1.13
Septiembre	.86	.95	.87	1.12
Octubre	.98	1.02	.99	1.12
Noviembre	1.11	1.10	1.11	1.13
Diciembre	1.22	1.21	1.22	1.13

DISTRIBUCION

TOTALES DIARIOS

Motos	399
Turismos	64669
Coches con caravana	379
Camionetas	6531
Tractores Agrícolas	0
Camiones sin Remolque	4554
Camiones Articulado	9178
Trenes de carretera	571
Vehículos Especiales	78
Autobuses	489

	Ligeros	Pesados	Total
Coef. S	0.988	0.949	0.986

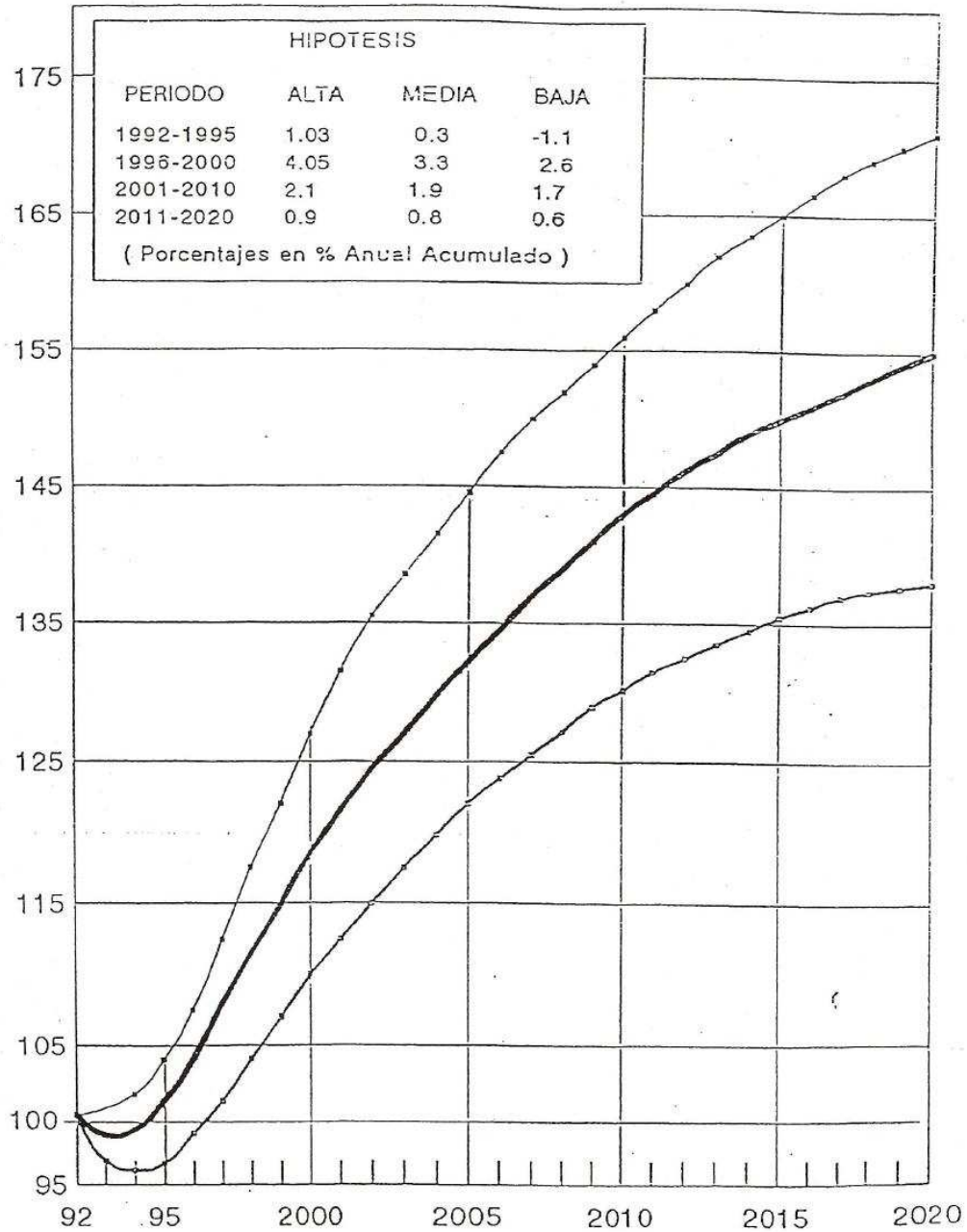
H 30	7061	%P 30	1.95
H 100	6687	%P 100	3.24

Días Aforados

Nivel de Fiabilidad

16.4. Previsiones oficiales de incremento de tráfico

PRÉVISION DE CRECIMIENTO DE TRAFICO TOTAL INTERURBANO EN LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO



Servicio de Planificación - Julio 93

CRECIMIENTOS PREVISIBLES EN ZONA INTERURBANA DE LA R.C.E.

	HIPOTESIS ALTA	HIPOTESIS MEDIA	HIPOTESIS BAJA
1990/97	3.4	3.0	2.6
1997/99	4.7	3.1	2.0
1998/97	4.4	3.2	3.0
1999/99	3.8	3.1	2.9
2000/99	4.1	3.0	2.8
2004/00	3.5	2.5	2.3
2002/01	3.0	2.5	2.3
2003/02	2.2	2.0	2.2
2004/03	2.2	2.0	1.7
2005/04	4.3	1.5	2.1
2006/05	2.1	1.9	1.6
2007/06	1.7	1.9	1.2
2008/07	1.3	1.5	1.2
2009/08	1.3	1.4	1.6
2010/09	1.3	1.4	0.8
2011/10	1.3	1.0	1.2
2012/11	1.3	1.0	0.8
2013/12	1.3	0.7	0.6
2014/13	0.9	1.4	0.7
2015/14	0.9	0.7	0.7
2016/15	0.9	0.7	0.4
2017/16	0.9	0.7	0.7
2018/17	0.6	0.7	0.2
2019/18	0.6	0.7	0.3
2020/19	0.6	0.6	0.2

AREA DE PLANIFICACIÓN, JULIO 1.993

16.5. Mapas

A continuación se presentan los siguientes mapas:

- Mapa 1: Mapa de situación de la UE G10.1.
- Mapa 2: Usos del suelo.
- Mapa 3: Zonificación acústica/mediciones.
- Mapa 4: Situación 2009/día.
- Mapa 5: Situación 2009/noche.
- Mapa 6: Situación 2011/día a 1,5 metros.
- Mapa 7: Situación 2011/noche a 1,5 metros.
- Mapa 8: Situación 2011/día a 4 metros.
- Mapa 9: Situación 2011/noche a 4 metros.
- Mapa 10: Situación 2011/día a 7 metros.
- Mapa 11: Situación 2011/noche a 7 metros.
- Mapa 12: Situación 2011/día a 1,5 metros con barreras.
- Mapa 13: Situación 2011/noche a 1,5 metros con barreras.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ramón Menchén Ongil', with a long, sweeping underline.

Realizado por: Ramón Menchén Ongil

Madrid, 18 de marzo de 2009