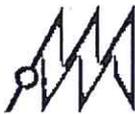


JUNTA DE COMPENSACIÓN SECTOR PP-8

Estudio Acústico del PP-8 El Lucero en Alcorcón. (Madrid)

Septiembre, 2002



PROYMASA

PROYECTOS MEDIO AMBIENTALES, S.A.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ASPECTOS NORMATIVOS SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE SONORO.....	2
3. METODOLOGÍA.....	5
3.1. MODELO PREDICTOR.....	5
4. EL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
5. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	10
5.1. SITUACIÓN PREOPERACIONAL. AÑO 2.002.....	10
5.2. SITUACIÓN POSOPERACIONAL. AÑO HORIZONTE 2.007.....	16
5.2.1. CARRETERAS ALEDAÑAS.....	16
5.2.2. VIARIO INTERIOR.....	16
6. DATOS DE ENTRADA DEL MODELO.....	20
6.1. TOPOGRAFÍA.....	20
6.2. FUENTES DE EMISIÓN. CARRETERAS.....	20
6.3. RECEPTORES VIRTUALES. MAPAS DE ISÓFONAS.....	23
6.4. PARÁMETROS GENERALES DE CÁLCULO.....	24
6.5. MODELADO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	25
7. SITUACIÓN PREOPERACIONAL. AÑO 2.002.....	30
8. SITUACIÓN POSOPERACIONAL. AÑO HORIZONTE 2.007.....	31
9. CONCLUSIONES. MEDIDAS CORRECTORAS.....	32

1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente no existe una legislación estatal que regule el medio ambiente sonoro, fueron las comunidades autónomas las primeras entidades territoriales que legislaron al respecto.

La Ley 10/1.991, de 4 de abril, para la Protección del Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Madrid establece en su artículo 31.2 que constituirá infracción ambiental la descarga en el medio ambiente, bien sea en las aguas, la atmósfera o suelo, de productos o sustancias, tanto en estado sólido, líquido o gaseoso, o de formas de energía, incluso sonora, que pongan en peligro la salud humana y los recursos naturales, supongan un deterioro de las condiciones ambientales o afecten al equilibrio ecológico en general.

El 8 de julio de 1.999 la Comunidad Autónoma de Madrid aprobó el Decreto 78/1.999 *Régimen de Protección contra la contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid*, BOCM Num. 134. Su espíritu para los nuevos desarrollos urbanísticos es el de utilizar la protección contra la contaminación acústica como un agente más en las tareas de planificación urbana.

El presente estudio tiene por objeto predecir, clasificar y proteger el medio ambiente sonoro de los suelos que desarrollará el Programa de Actuación Urbanística PP-8 Parque de Actividades "El Lucero" del Plan General de Ordenación de Alcorcón (Madrid).

2. ASPECTOS NORMATIVOS SOBRE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE SONORO.

El medio ambiente sonoro en los suelos pertenecientes al PP-8 El Lucero del Plan General de Ordenación de Alcorcón se ordena según el Decreto 78/99 *Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid*.

A continuación se adjunta un resumen de los artículos más significativos de dicho Decreto para el desarrollo del estudio acústico que nos ocupa, la determinación del ruido ambiental en el área de estudio, clasificación de las Áreas de Sensibilidad Acústica, etc.

En el artículo 10 se definen las siguientes Áreas de Sensibilidad Acústica.

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

El artículo 12 limita los valores de emisión de ruido al ambiente exterior para nuevos desarrollos urbanísticos.

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

En el artículo 16 del citado Decreto se consideran los siguientes periodos de referencia para la evaluación del ruido.

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

El artículo 24 define cuáles son las actuaciones a realizar en la prevención de la contaminación acústica cuando se desarrollan tareas de planificación urbanística:

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 pomenorizados de suelo en las figuras de planeamiento tendrá en cuenta el principio de prevención de los efectos de la contaminación acústica y velarán para que, en lo posible, no se superen los valores límites de emisión e inmisión establecidos en este Decreto.
3. La ubicación, orientación y distribución interior de los edificios destinados a los usos más sensibles desde el punto de vista acústico se planificarán con vistas a minimizar los niveles de inmisión en los mismos, adoptando diseños preventivos y suficientes

distancias de separación respecto a las fuentes de ruido más significativas, y en particular, el tráfico rodado.

4. Las figuras de planeamiento urbanístico general incorporarán en sus determinaciones, al menos, los siguientes aspectos:
 - a. Planos que reflejen con suficiente detalle los niveles de ruido en ambiente exterior, tanto en la situación actual como en la previsible una vez acometida la urbanización.
 - b. Criterios de zonificación de usos adoptados a fin de prevenir el impacto acústico.
 - c. Propuesta de calificación de áreas de sensibilidad acústica en el ámbito espacial de ordenación, de acuerdo con los usos previstos y las prescripciones de este Decreto.
 - d. Medidas generales previstas en la ordenación para minimizar el impacto acústico.
 - e. Limitaciones en la edificación y en la ubicación de actividades contaminante por ruido y vibraciones a incorporar en las ordenanzas urbanísticas.

Requisitos generales de aislamiento acústico de los edificios en función de los usos previstos para los mismos y de los niveles estimados en ambiente exterior.

3. METODOLOGÍA.

El presente estudio acústico se ha realizado aplicando la siguiente metodología:

1. Estudio de tráfico.
2. Estudio de otras fuentes de ruido ambiental.
3. Modelización de la situación preoperacional.
4. Modelización de la situación posoperacional.
5. Clasificación en Áreas de Sensibilidad Acústica y toma de medidas correctoras.

A continuación se describen los aspectos fundamentales del modelo de cálculo utilizado para el desarrollo del estudio.

3.1. MODELO PREDICTOR.

La modelización del ruido en el área de estudio se realizó con el programa informático Predictor Type 8710 versión 3.0 de la empresa Brüel & Kjær.

Se establece la siguiente metodología:

1. Cálculo del nivel de potencia sonora por metro lineal (L_w/m) en dB(A) por octavas de las carreteras que pertenecen al área de estudio. Se utiliza la norma holandesa RMV-SRM2 (ISBN 90-12-03579-1).
2. Cálculo de los niveles de ruido, mapas de isófonas, etc, utilizando la norma ISO 9613 Parte 2. Las atenuaciones se calculan por bandas de octava estableciendo un factor de corrección diferente para cada una de ellas.

A continuación se van a resumir los aspectos más importantes de las normas que el programa Predictor aplica para la modelización del ruido debido al tráfico rodado en carreteras.

- **Cálculo del nivel de potencia sonora por metro lineal producido por el tráfico rodado.**

En el método holandés RMV-SRM2 (ISBN 90-12-03579-1) se distinguen las siguientes categorías de vehículos:

1. Motocicletas.
2. Vehículos ligeros: automóviles, camioneras, furgonetas, etc, con un eje trasero simple de dos ruedas.
3. Vehículos pesados: autobuses, autocares, camiones no articulados, etc, con un eje trasero simple.
4. Vehículos muy pesados: vehículos articulados con más de un eje trasero excluyendo los autobuses y autocares.

Para cada categoría el nivel equivalente de ruido (relativo al nivel de potencia sonora por metro) es el obtenido aplicando la siguiente formulación:

$$L = 10 * \log\left(\frac{Q}{V}\right) + a + b * V + C_{wh}$$

Donde:

1. C_{wh} : Si $C_h \neq 0 \rightarrow \text{Max}(C_w, C_h)$. Si $C_h = 0 \rightarrow C_w$.
2. $C_h = 5 * \log(ph) - 1,5$
3. Q: Intensidad de tráfico en veh/h.
4. V: Velocidad media en km/h.
5. a: Parte de la potencia sonora emitida por un vehículo no dependiente de la velocidad en dB(A).
6. b: Parte de la potencia sonora emitida por un vehículo dependiente de la velocidad en dB(A)*h/km.
7. C_{wh} : Factor de corrección combinación del tipo de superficie y pendiente en dB(A).
8. C_w : Factor de corrección por superficie en dB(A).
9. C_h : Factor de corrección por pendiente en dB(A).
10. ph: Pendiente en %.

La normal holandesa calcula el nivel equivalente de ruido sumando los obtenidos en cada una de las categorías anteriores.

> **Cálculo de los niveles de ruido en las áreas de estudio.**

Predictor utiliza la norma ISO 9613 Parte 2: *Método general de cálculo*. La norma calcula las atenuaciones utilizando un coeficiente corrector por cada banda de octava.

El nivel medio de presión sonora por banda de octava durante el periodo de medición se obtiene aplicando:

$$L_{lt,per} = L_{dw} - C_m - C_{t,per}$$

$$L_{dw} = L_w - R - A$$

donde:

1. C_m : Corrección meteorológica en dB(A).

$$C_m = C_o * \left(1 - \frac{10(h_s - h_r)}{d_p} \right)$$

siendo:

- i. C_o : Factor seleccionado por el usuario, 0 indica que no se va a realizar corrección por factores meteorológicos.
 - ii. h_s : Altura de la fuente. Calculada por el programa.
 - iii. h_r : Altura del receptor. Calculada por el programa.
 - iv. d_p : Distancia proyectada en el suelo entre la fuente y el receptor. Calculada por el programa.
2. $C_{t,per}$: Corrección por el tiempo activo de la fuente durante el periodo de la medición en dB(A).
 3. L_{dw} : Nivel de presión sonora continuo equivalente por banda de octava en dB(A).
 4. L_w : Nivel de potencia sonora por banda de octava en dB(A).
 5. R: Reducción definida para la fuente seleccionada por el usuario. Medida por banda de octava en dB(A).
 6. A: Atenuación por banda de octava en dB(A).

La atenuación A es calculada aplicando:

$$A = D_c + A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{fol} + A_{site} + A_{hous}$$

donde:

1. D_c : Corrección por directividad en dB(A).
2. A_{div} : Corrección por divergencia geométrica en dB(A).
3. A_{atm} : Corrección por absorción atmosférica. Medido por banda de octava en dB(A).
4. A_{gr} : Corrección por efecto suelo. Medido por banda de octava en dB(A).
5. A_{bar} : Corrección por efecto pantalla. Medido por banda de octava en dB(A).
6. A_{fol} : Corrección por el efecto pantalla producido por la vegetación. Medido por banda de octava en dB(A).
7. A_{site} : Corrección debida a la existencia de instalaciones industriales entre la fuente y el receptor. Medido por banda de octava en dB(A).
8. A_{hous} : Corrección debida a la existencia de zonas urbanas entre la fuente y el receptor. Medido por banda de octava en dB(A).

Antes de comenzar los cálculos se pueden seleccionar los siguientes parámetros:

1. Corrección meteorológica C_m .
2. Atenuación por efecto suelo. Calculado como un coeficiente comprendido ente 0 (duro) y 1 (blando) o por un método alternativo.
3. Absorción del aire. Calculado a partir de la temperatura, presión atmosférica y humedad relativa.
4. Ángulo de la visual para discretizar la carretera. La norma ISO 9613 Parte 2 únicamente trabaja con fuentes de ruido puntuales. La forma habitual de trabajar con fuentes lineales es discretizándolas en fuentes puntuales.

El orden en el que los cálculos se realizan es el siguiente:

1. Atenuaciones por banda de octava de cada punto receptor.
2. Corrección meteorológica C_m .
3. Reducción de fuente R.
4. Corrección por tiempo activo $C_{t,per}$.
5. Obtención de los $L_{i,per}$ y suma de las bandas de octava.

4. EL ÁREA DE ESTUDIO.

Los suelos del PP-8 El Lucero pertenecen al Municipio de Alcorcón (Madrid), entre las poblaciones de Alcorcón, Villaviciosa de Odón y Móstoles. Limita al norte con la carretera M-501, al sur con la N-V y al este con la M-506 y la futura M-50.

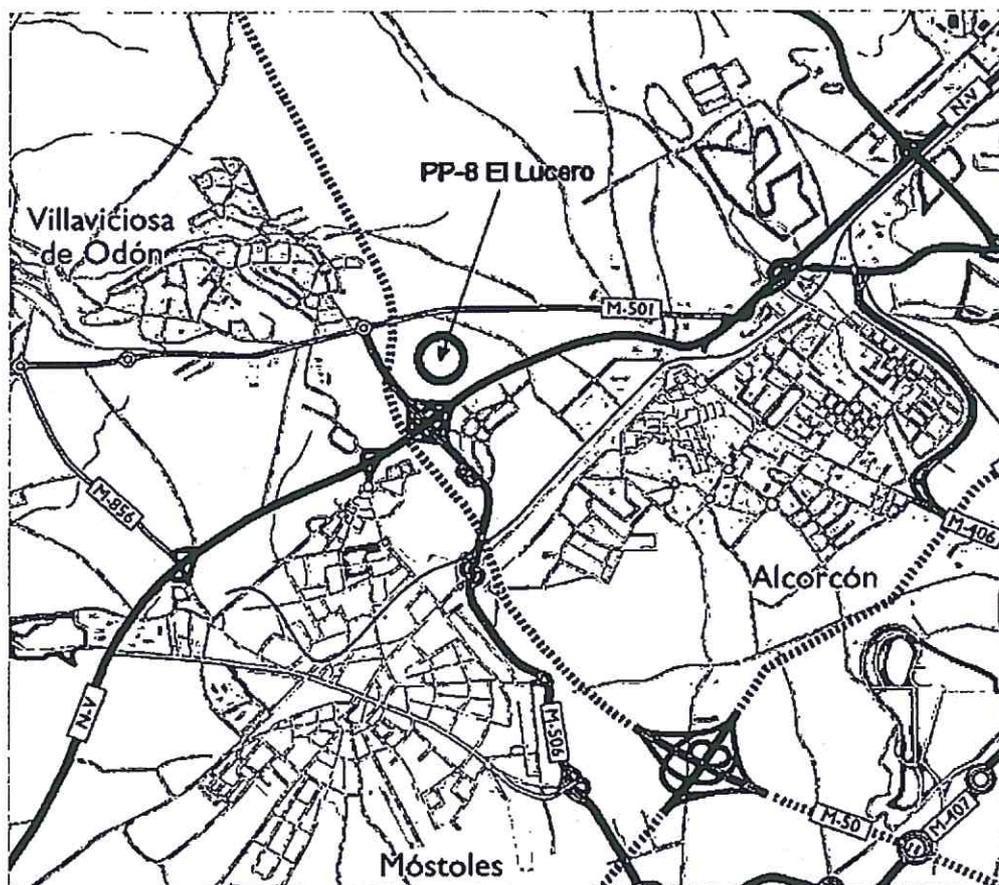


Ilustración 1. Plano de situación del PP-8 EL Lucero.

5. ESTUDIO DE TRÁFICO.

Actualmente en la zona de estudio la única fuente de ruido específico es el tráfico rodado por las carreteras aledañas: M-501, N-V y la M-506. No se encontraron otras fuentes de ruido ambiental que contribuyeran al medio ambiente sonoro.

5.1. SITUACIÓN PREOPERACIONAL. AÑO 2.002.

El escenario de la situación preoperacional lo forman los suelos del PP-8 El Lucero y las carreteras aledañas en la situación actual. Estrictamente la carretera M-50 no forma parte de esta aunque se decidió incluirla por dos motivos:

1. Se están desarrollando las obras de construcción.
2. Incluir la M-50 en la situación preoperacional permite establecer la comparación con la situación posoperacional en igualdad de fuentes de emisión.

A continuación se adjuntan los datos de tráfico de las carreteras aledañas a la zona de estudio correspondientes a la situación preoperacional.

✓ M-501

Es competencia de la Dirección General de Carreteras de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Se dispuso de la estación de control primaria M-441 en la que se realizaron campañas de aforo los años 1.998, 1.999, 2.000 y 2.001.



Ilustración 2. M-501. Estación de aforo M-441.

Los resultados obtenidos en las campañas de aforo fueron los siguientes.

CARRETERA M-501. ESTACIÓN M-441			
IMD			
1.998	1.999	2.000	2.001
12.596	11.539	13.390	12.276

La tasa de crecimiento anual acumulativo entre las campañas de aforo fue muy desigual pasando de forma alternada desde el -8% al 16%.

La Dirección General tiene previsto un crecimiento comprendido entre un 4 y 5%. Se ha tomado el valor promedio para extrapolar la intensidad de tráfico al año 2.002.

$$IMD_{2.002} = 12.276(1 + 0,045) = 12.828 \text{ veh./d.}$$

Se asignó la velocidad máxima permitida en el Reglamento General de Circulación para este tipo de carreteras y un porcentaje de vehículos pesados del 10%.

$$V_{\text{ligeros}} = 100 \text{ km/h}$$

$$V_{\text{pesados}} = 80 \text{ km/h}$$

✓ N-V

La Dirección General de Carreteras de la Secretaría de Estado Infraestructuras del Ministerio de Fomento dispone de la estación de cobertura M-111 en el P.K. 13 de la carretera N-V.

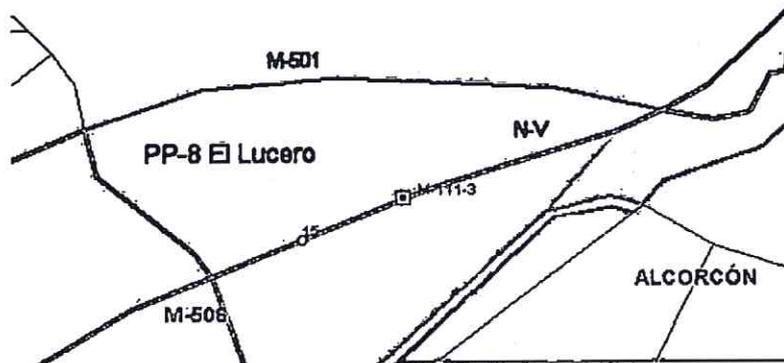


Ilustración 3. Carretera N-V. Estación de aforo M-111.

Los resultados de las campañas de aforo de los años 1.998 y 2.000 fueron los siguientes:

CARRETERA N-V. ESTACIÓN M-111					
AÑO	IMD				% PESADOS
	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	TOTAL	
1.998	307	79.463	6.228	85.998	7,3
2.000	278	80.369	11.841	92.488	12,8

El reparto de tráfico por sentidos fue del 50%.

La velocidad media de recorrido de vehículos ligeros durante la última campaña fue de $V_{media} = 115$ km/h.

La tasa de crecimiento anual acumulativo entre ambas campañas fue del 3,7%. Se obtuvo la IMD del año 2.002 utilizando dicha tasa de crecimiento:

$$IMD_{2.002} = 92.488(1+0,037)^2 = 99.459 \text{ veh./d.}$$

Se asignó la velocidad máxima permitida en el Reglamento General de Circulación para este tipo de carreteras y el porcentaje de vehículos pesados de la última campaña de aforos, el 12,8%.

$$V_{ligeros} = 120 \text{ km/h}$$

$$V_{pesados} = 90 \text{ km/h}$$

✓ M-50

Inicialmente la carretera M-50 era competencia de la Comunidad Autónoma de Madrid, actualmente pertenece al Ministerio de Fomento.

No se disponen de datos de tráfico de la carretera M-50 por no haber sido construida. La mejor aproximación posible se obtiene extrapolando los resultados obtenidos en los tramos ya existentes. Se ha seleccionado el más próximo a la zona de estudio, comprendido entre las carreteras M-409 y N-IV, al sur de la población de Getafe.

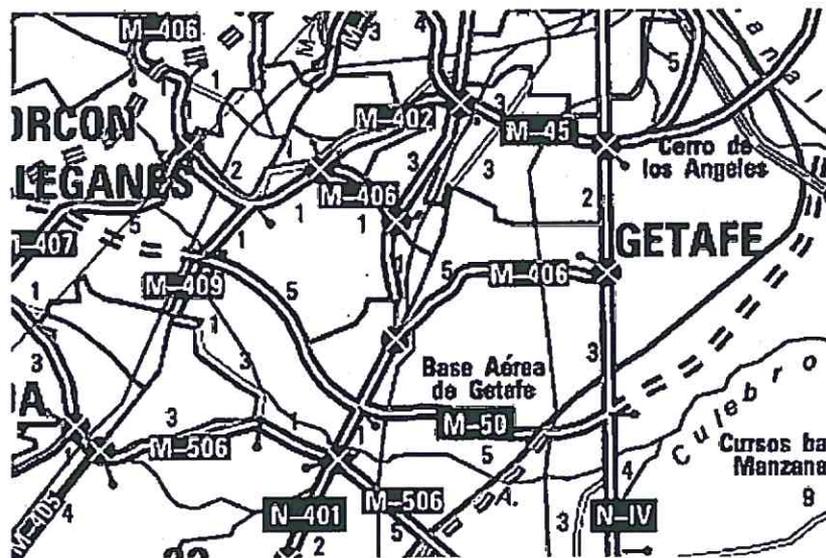


Ilustración 4. M-50. Extrapolación, tramo entre M-409 y N-IV.

La Dirección General de Carreteras de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la CAM realizó dos campañas de aforo, 1.999 y 1.998, en las estaciones de control primaria M-450 y M-451.



Ilustración 5. M-50. Estaciones de aforo M-450 y M-451.

Los resultados de dichas campañas de aforo fueron los siguientes:

CARRETERA M-50. EXTRAPOLACIÓN		
ESTACIÓN	IMD 1.999	IMD 1.998
M-450	22.885	21.055
M-451	23.990	21.722

La Dirección General de Carreteras tiene previsto un crecimiento anual acumulativo comprendido entre un 4 y 5%.

Se decidió tomar una tasa de crecimiento del 4,5 %, obteniéndose la siguiente IMD del 2.002:

$$IMD_{2002} = 23.990(1+0,045)^3 = 27.377 \text{ veh./d.}$$

Se asignó la velocidad máxima permitida en el Reglamento General de Circulación para este tipo de carreteras y un porcentaje de vehículos pesados del 5%.

$$V_{\text{ligeros}} = 120 \text{ km/h}$$

$$V_{\text{pesados}} = 90 \text{ km/h}$$



✓ M-506

Es competencia de la Dirección General de Carreteras de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad Autónoma de Madrid. Se dispuso de los resultados de las campañas de aforo 1.998, 1.999, 2.000 y 2.001 realizadas en la estación de control primaria M-447.

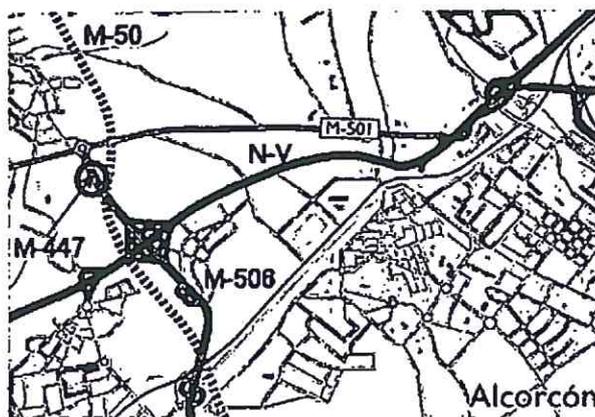


Ilustración 6. M-506. Estación de aforo M-447.

Los resultados obtenidos en las campañas de aforo fueron los siguientes.

CARRETERA M-506. ESTACIÓN M-447			
IMD			
1.998	1.999	2.000	2.001
32.381	39.396	44.635	49.237

La tasa de crecimiento anual acumulativo fue disminuyendo desde el 23 al 10%. Para extrapolar los resultados del 2.002 se ha tomado una tasa del 4,5%, valor promedio del intervalo estimado por la Dirección General de Carreteras.

$$IMD_{2002} = 49.237(1+0,045) = 51.453 \text{ veh./d.}$$

Se asignó la velocidad máxima permitida en el Reglamento General de Circulación para este tipo de carreteras y un porcentaje de vehículos pesados del 10%.

$$V_{\text{ligeros}} = 100 \text{ km/h}$$

$$V_{\text{pesados}} = 80 \text{ km/h}$$

5.2. SITUACIÓN POSOPERACIONAL. AÑO HORIZONTE 2.007.

El escenario de la situación posoperacional está formado por las carreteras aledañas a la zona de estudio y los suelos del PP-8 El Lucero una vez realizada la actuación y establecida la actividad. Se suman a las carreteras aledañas el viario interior propuesto en el programa de actuación urbana.

5.2.1. CARRETERAS ALEDAÑAS.

El cálculo de las intensidades de tráfico en la situación posoperacional se realizó a partir de la situación preoperacional manteniendo las tasas de crecimiento anual acumulativo, las velocidades del tráfico y el porcentaje de vehículos pesados.

Se extrapolaron los datos de la situación preoperacional a la posoperacional aplicando el modelo geométrico de crecimiento anual acumulativo.

$$IMD_n = IMD_o (1+i)^n$$

A continuación se adjunta los resultados obtenidos.

SITUACIÓN POSOPERACIONAL. AÑO HORIZONTE 2.007				
CARRETERA	IMD [veh/d]	% PESADOS	V _{LIGEROS} [km/h]	V _{PESADOS} [km/h]
M-501	15.612	10	100	80
N-V	119.272	12,8	120	90
M-50	34.117	5	120	90
M-506	64.120	10	100	80

5.2.2. VIARIO INTERIOR.

Principalmente el tráfico será producido por los aquellos usos del suelo que generen mayor número de viajes y puntas más altas. En el PP-8 El Lucero se tiene previsto destinar 226.634 m² de suelo a uso comercial y terciario, y 259.776 m² a parque empresarial y tecnológico. Estos representan aproximadamente el 69 % del suelo.

USOS DEL SUELO	%
Comercial y terciario	32
Parque empresarial y tecnológico	37
Equipamiento	5
Resto (zonas verdes, viario, etc.)	26

Extrapolar cual va a ser el tráfico generado por la nueva actuación es realmente difícil. En el ámbito europeo se ha estudiado el transporte urbano desde diferentes ópticas: transporte público intermodal, transporte privado, factor de ocupación del automóvil, medidas de descongestión del tráfico, etc. La Unión Europea ha desarrollado varios programas al respecto: AUITO, CARISMA, GUIDE, ICARO, TREMOVE, RTD. Se han dado recomendaciones para las tareas de planificación relacionadas con la generación de viajes en medio urbano, pero se desconoce la relación entre estos y el uso del suelo.

Por otra parte algunas organizaciones privadas realizan estudios que pudieran servir de base a la solución del problema. La Asociación Española de Centros Comerciales (AECC) edita los resultados anuales de las actividades de sus afiliados. En el año 2.001 se produjeron 1.050 millones de visitas a los 7.232.560 m² de superficie bruta alquilable (SBA) que suman los 416 centros comerciales de dicha asociación. El número de visitas diarias por 100 m² de SBA fue de 39,77. El uso de este índice para extrapolar el tráfico producido a consecuencia del desarrollo del PP-8 El Lucero sería incorrecto por las siguientes razones:

1. El uso de centro comercial es solo una posibilidad de las que engloba un uso comercial y terciario.
2. Los suelos de El Lucero se desarrollan de uso comercial y terciario sólo en un 32%.

Dentro de los países de nuestro entorno es en EEUU donde más y mejores estudios se han realizado. El *Institute of Transportation Engineers (ITE)* en su publicación *Trip Generation 6th, ed, 1997* recomienda los siguientes coeficientes de generación de viajes en función del uso.

USO	GENERACIÓN DE VIAJES DÍA [Nº viajes / 100m ²]	FACTOR HORA PUNTA A.M. ¹ [Nº viajes / 100m ²]	FACTOR HORA PUNTA P.M. ² [Nº viajes / 100m ²]
Comercial	46,20	1,11	4,03
Oficinas	11,85	1,68	1,60

El índice de generación de viajes en suelo comercial propuesto por la ITE es de 46.20, algo mayor (16%) que el obtenido por la Asociación Española de Centros Comerciales, 39.77.

La distribución modal de transporte se obtuvo extrapolando los datos a partir de del estudio de los centros comerciales: Centro Oeste, Parque Alcorcón y Parquesur³.

MODO DE TRANSPORTE	CENTRO OESTE [%]	PARQUE ALCORCÓN [%]	PARQUESUR [%]
Coche	95,3	96,1	63,4
Resto	4,7	3,9	36,6

Se decidió asignar el 90% de los viajes al transporte en coche.

El Plan General de Ordenación de Alcorcón asigna un coeficiente de edificabilidad de 0,419 m_v/m_s.

A partir de los datos expuestos anteriormente se obtuvo la intensidad de hora punta en el periodo mañana y tarde.

Intensidad de Hora Punta A.M. = 1.294 veh./h.

¹ Periodo mañana.

² Periodo tarde.

³ *El perfil de los consumidores en los grandes centros comerciales y de ocio de la periferia de Madrid.* Javier Gutiérrez Puebla (Universidad Complutense de Madrid), M^a. del Camen Carrera Sánchez (Universidad Complutense de Madrid), Elena Chicharro Fernández (Universidad de Alcalá), Axel Kleinfenn (Universidad de Kiel) y Rainer Wehrhahn (Universidad de Kiel). Proyecto de investigación financiado por la Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid (Proyecto nº 06/118/1997).

Intensidad de Hora Punta P.M. = 2.489 veh./h.

Se tomó la intensidad de hora punta mayor con objeto de modelizar el periodo día y se asignó el 30% al periodo noche.

Al tratarse de un tráfico asociado a usos no industriales en zona urbanizada se estableció un 2 % de vehículos pesados.

La velocidad asignada al viario interior del PP-8 fue la siguiente.

$$V_{\text{ligeros}} = 50 \text{ km/h}$$

$$V_{\text{pesados}} = 40 \text{ km/h}$$

A continuación se adjunta un esquema del viario interior donde se marcan las calles colectoras que llevan el tráfico a las carreteras M-501 y N-V.

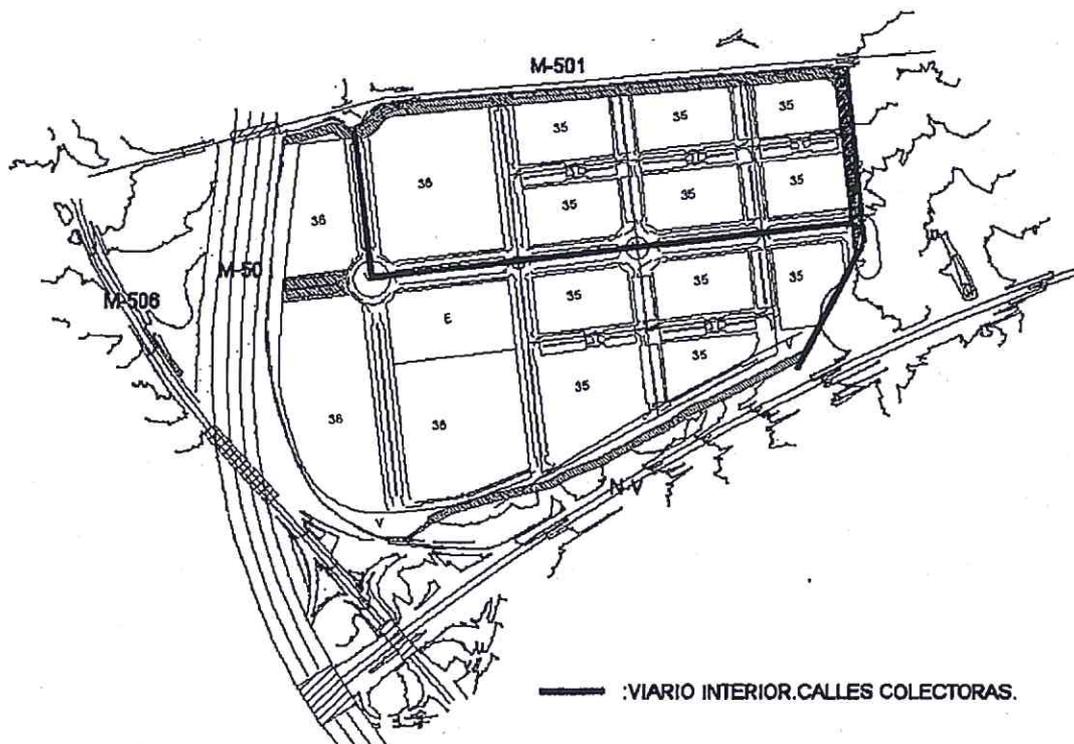


Ilustración 7. Situación posoperacional. Modelo Predictor.

6. DATOS DE ENTRADA DEL MODELO.

6.1. TOPOGRAFÍA.

La representación del terreno se realizó alimentando al programa con las líneas de nivel que lo definen.

Se han introducido aproximadamente 2.300 segmentos leídos de la cartografía digital suministrada por la Propiedad.

En el *Anexo I: Datos topográficos* (en formato digital) del presente estudio se adjuntan dichos datos ordenados según se indica a continuación:

1. ElementId: identificador del elemento.
2. GroupId: identificador del grupo.
3. Groupname: Nombre del grupo.
4. Id: Identificación.
5. Desc: Descripción.
6. X1: Abcisa del primer punto en metros.
7. Y1: Ordenada del primer punto en metros.
8. M1: Cota del primer punto en metros.
9. X2: Abcisa del segundo punto en metros.
10. Y2: Ordenada del segundo punto en metros.
11. M2: Cota del segundo punto en metros.
12. ...
13. Mmean: Cota media del elemento en metros.

6.2. FUENTES DE EMISIÓN. CARRETERAS.

El programa Predictor utiliza el modelo RMV-SRM2 holandés para transformar los datos de tráfico a niveles de potencia sonora por metro lineal (L_w/m). A su vez los datos de tráfico necesarios para alimentar al programa son referidos a la intensidad horaria (veh/h), velocidad del tráfico por categorías, pavimento tipo, etc.



La intensidad horaria día y noche ($Ih_{DÍA}$, Ih_{NOCHE}) de las carreteras aledañas se calculan como porcentaje de la IMD. La elección de dicho porcentaje es en extremo difícil por ser dependiente de muchos factores. Después de años de experiencia, el Centro de investigación de la Carretera alemán (Bundesanstalt für Straßenwesen) ha establecido las siguientes relaciones:

$$Ih_{DÍA} = 0,06 * IMD$$

$$Ih_{NOCHE} = 0,014 * IMD$$

Estos coeficientes son similares a los medidos en las estaciones de aforo españolas. Baste recordar que el factor F es igual a la relación entre la IMD y la intensidad durante 16 horas de un día laborable cualquiera y que este es próximo a 1 en las carreteras que estamos estudiando.

La altura de la fuente emisora fue de 0,75 m y el tipo de pavimento "*Fine. Flat surface with fine texture*".

En el *Anexo II: Datos de fuentes de emisión. Carreteras* (en formato digital) del presente estudio se adjuntan dichos datos ordenados según se indica a continuación:

1. ElementId: Identificador del elemento.
2. GroupId: Identificador del grupo.
3. GroupName: Nombre del grupo.
4. Id: Identificador.
5. Desc: Descripción.
6. Type: Tipo de entrada.
7. Gg: Corrección por gradiente en dBA.
8. Surface: Tipo de superficie.
9. VMC: Velocidad de la categoría motocicletas en km/h.
10. VLV: Velocidad de la categoría vehículos ligeros en km/h.
11. VLT: Velocidad de la categoría pesados en km/h.
12. VHT: Velocidad de la categoría muy pesados en km/h.
13. Qtotal: Intensidad de tráfico en 24h.
14. Ptotal-p1: % de distribución horaria para el 1º periodo.

15. PMC-p1: % de distribución horaria para el 1º periodo y la categoría motocicletas.
16. PLV-p1: % de distribución horaria para el 1º periodo y la categoría vehículos ligeros.
17. PLT-p1: % de distribución horaria para el 1º periodo y la categoría vehículos pesados.
18. PHT-p1: % de distribución horaria para el 1º periodo y la categoría vehículos muy pesados.
19. ...
20. Ptota1-p4: % de distribución horaria para el 4º periodo.
21. PMC-p4: % de distribución horaria para el 4º periodo y la categoría motocicletas.
22. PLV-p4: % de distribución horaria para el 4º periodo y la categoría vehículos ligeros.
23. PLT-p4: % de distribución horaria para el 4º periodo y la categoría vehículos pesados.
24. PHT-p4: % de distribución horaria para el 4º periodo y la categoría vehículos muy pesados.
25. QMC-p1: Intensidad horaria para el 1º periodo y la categoría motocicletas en veh/h.
26. QLV-p1: Intensidad horaria para el 1º periodo y la categoría vehículos ligeros en veh/h.
27. QLT-p1: Intensidad horaria para el 1º periodo y la categoría vehículos pesados en veh/h.
28. QHT-p1: Intensidad horaria para el 1º periodo y la categoría vehículos muy pesados en veh/h.
29. ...
30. QMC-p4: Intensidad horaria para el 4º periodo y la categoría motocicletas en veh/h.
31. QLV-p4: Intensidad horaria para el 4º periodo y la categoría vehículos ligeros en veh/h.
32. QLT-p4: Intensidad horaria para el 4º periodo y la categoría vehículos pesados en veh/h.
33. QHT-p4: Intensidad horaria para el 4º periodo y la categoría vehículos muy pesados en veh/h.
34. E63-p1: Emisión en la banda de octava 63 Hz para el 1º periodo en dBA.
35. E125-p1: Emisión en la banda de octava 125 Hz para el 1º periodo en dBA.
36. E250-p1: Emisión en la banda de octava 250 Hz para el 1º periodo en dBA.
37. E500-p1: Emisión en la banda de octava 500 Hz para el 1º periodo en dBA.
38. E1000-p1: Emisión en la banda de octava 1000 Hz para el 1º periodo en dBA.

39. E2000-p1: Emisión en la banda de octava 2000 Hz para el 1º periodo en dBA.
40. E4000-p1: Emisión en la banda de octava 4000 Hz para el 1º periodo en dBA.
41. E8000-p1: Emisión en la banda de octava 8000 Hz para el 1º periodo en dBA.
42. E-p1: Emisión para el 1º periodo en dBA.
43. ...
44. E63-p4: Emisión en la banda de octava 63 Hz para el 4º periodo en dBA.
45. E125-p4: Emisión en la banda de octava 125 Hz para el 4º periodo en dBA.
46. E250-p4: Emisión en la banda de octava 250 Hz para el 4º periodo en dBA.
47. E500-p4: Emisión en la banda de octava 500 Hz para el 4º periodo en dBA.
48. E1000-p4: Emisión en la banda de octava 1000 Hz para el 4º periodo en dBA.
49. E2000-p4: Emisión en la banda de octava 2000 Hz para el 4º periodo en dBA.
50. E4000-p4: Emisión en la banda de octava 4000 Hz para el 4º periodo en dBA.
51. E8000-p4: Emisión en la banda de octava 8000 Hz para el 4º periodo en dBA.
52. E-p4: Emisión para el 1º periodo en dBA.
53. Hsrc: Altura de la fuente de emisión en metros.
54. X1: Abcisa del 1º punto en metros.
55. Y1: Ordenada del 1º punto en metros.
56. M1: Cota del 1º punto en metros.
57. ...
58. Xn: Abcisa del nº punto en metros.
59. Yn: Ordenada del nº punto en metros.
60. Mn: Cota del nº punto en metros.
61. Mmean: Cota media del elemento en metros.

6.3. RECEPTORES VIRTUALES. MAPAS DE ISÓFONAS.

Son aquellos que el modelo coloca equidistantes en las zonas donde se van a realizar los mapas de isófonas.

Cuanto menor sea la distancia entre estos mayor será la precisión del cálculo y más tiempo se consumirá en su realización. Se ha optado por seleccionar siempre la equidistancia menor posible dentro de las limitaciones del programa, máximo 10.000 receptores.



En el *Anexo III: Datos de receptores virtuales* (en formato digital) se adjuntan dichos datos ordenados según se indica a continuación:

1. ElementId: Identificador del elemento.
2. GroupId: Identificador del grupo.
3. Groupname: Nombre del grupo.
4. Id: Identificador.
5. Desc: Descripción.
6. XLeft: Abcisa de la esquina inferior izquierda del área de receptores virtuales en metros.
7. YBottom: Ordenada de la esquina inferior izquierda del área de receptores virtuales en metros.
8. XRight: Abcisa de la esquina superior derecha del área de receptores virtuales en metros.
9. YTop: Ordenada de la esquina superior derecha del área de receptores virtuales en metros.
10. X: Equidistancia en abcisas medida en metros.
11. Y: Equidistancia en ordenadas medida en metros.
12. M: Cota en metros.
13. H: Altura sobre el suelo en metros.
14. Xdistance: Equidistancia en abcisas medida en metros.
15. Ydistance: Equidistancia en ordenadas medida en metros.
16. Xcount: Número de receptores virtuales en abcisas.
17. Ycount: Número de receptores virtuales en ordenadas.
18. Total: Número total de receptores virtuales.
19. ConstH: Si $\neq 0$ (true) \rightarrow receptores virtuales colocados a cota constante.

6.4. PARÁMETROS GENERALES DE CÁLCULO.

Parámetros generales de cálculo:

1. Corrección meteorológica: $C_0 = 5$.
2. Atenuación por suelo: 0,5
3. Ángulo de rastreo: 2° .
4. Absorción del aire
 - a. Temperatura: $273,5 \text{ }^\circ\text{K}$



- b. Presión atmosférica: 101,33 Kpa.
- c. % de humedad: 60%.
- d. Absorción del aire por frecuencias:

Frecuencia Hz	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dBA/Km	0,05	0,16	0,4	0,78	1,78	5,50	19,3	63,28	157,49

6.5. MODELADO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Es fundamental que el técnico encargado de alimentar al modelo compruebe que la introducción de datos ha sido realizada correctamente representando fielmente la realidad que deseamos reproducir.

Los modelos informáticos de ruido no son auténticos sistemas CAD y además al tratarse de un modelo acústico no tiene especial importancia que la representación de los datos y resultados sea excepcionalmente artística.

A continuación se adjuntan diferentes representaciones del área de estudio modelada con el programa informático Predictor.

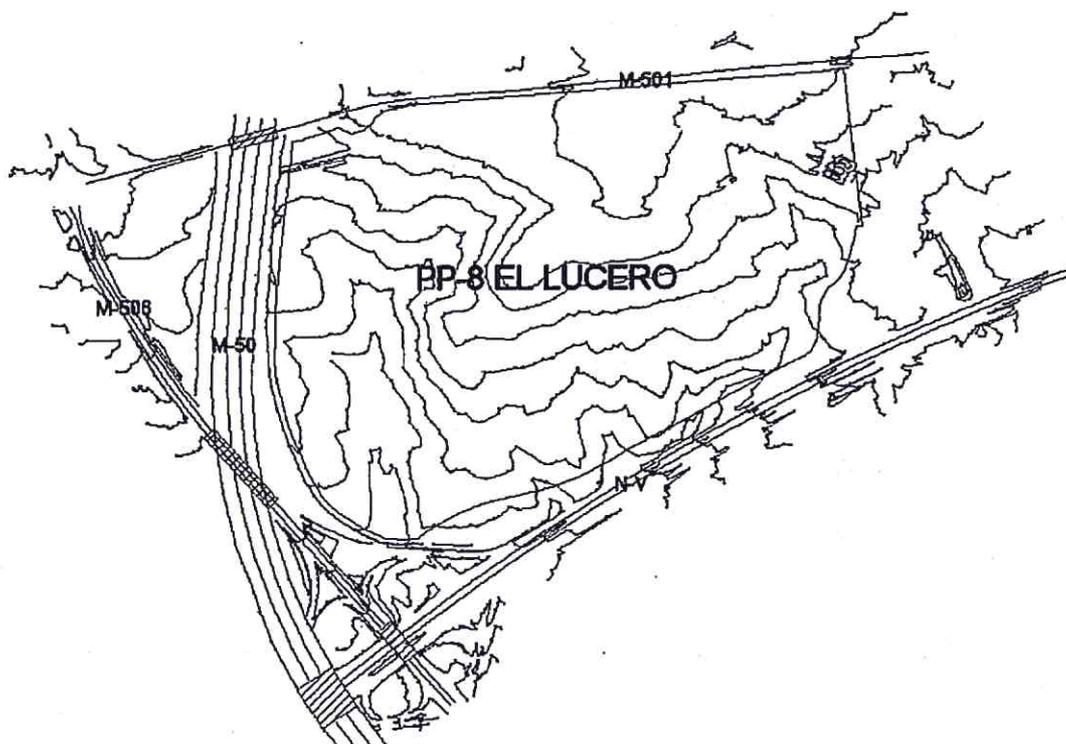


Ilustración 8. Situación preoperacional.

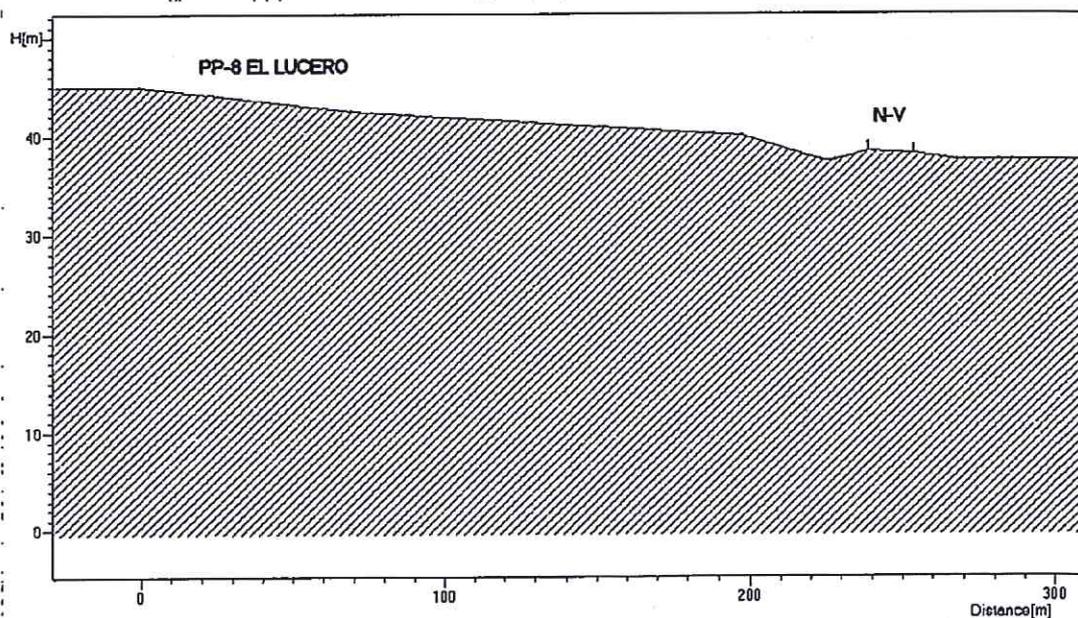


Ilustración 9. Perfil tipo N-V.

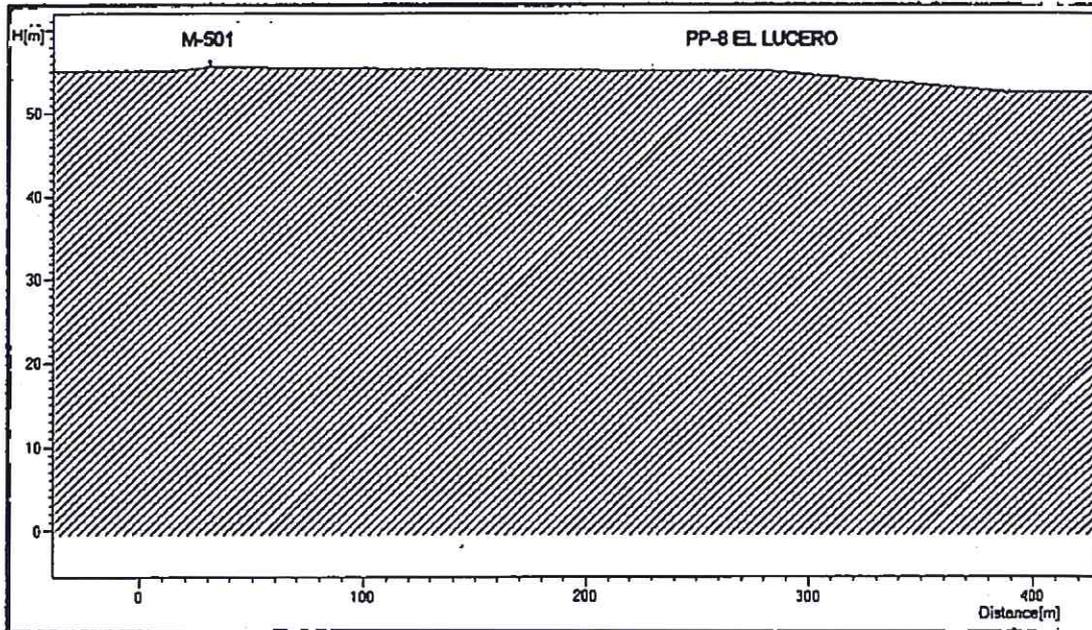


Ilustración 10. Perfil tipo M-501.

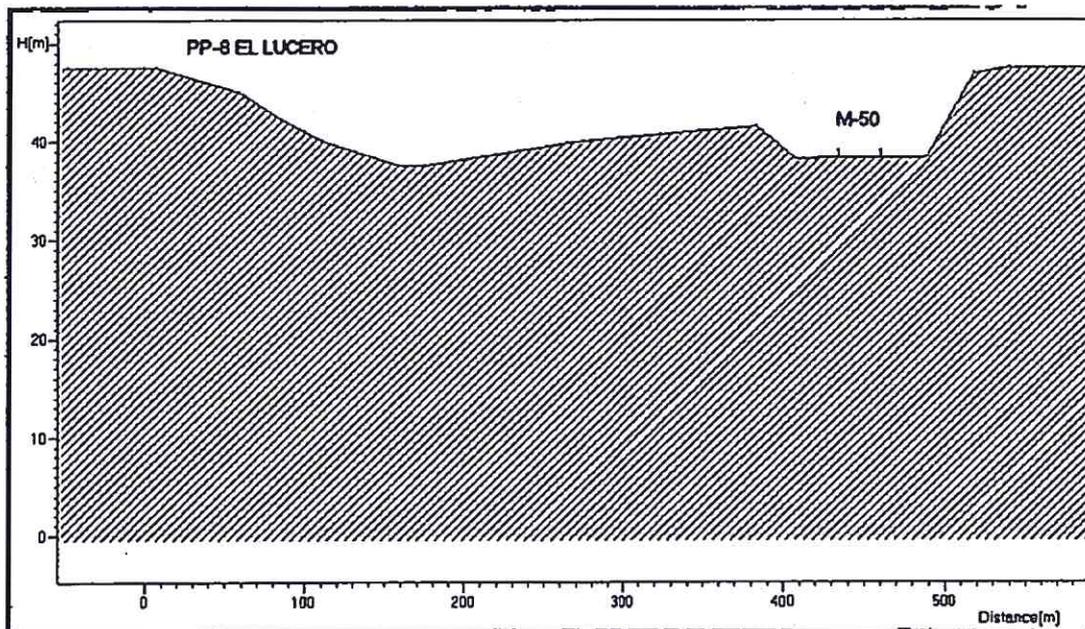


Ilustración 11. Perfil tipo M-50.

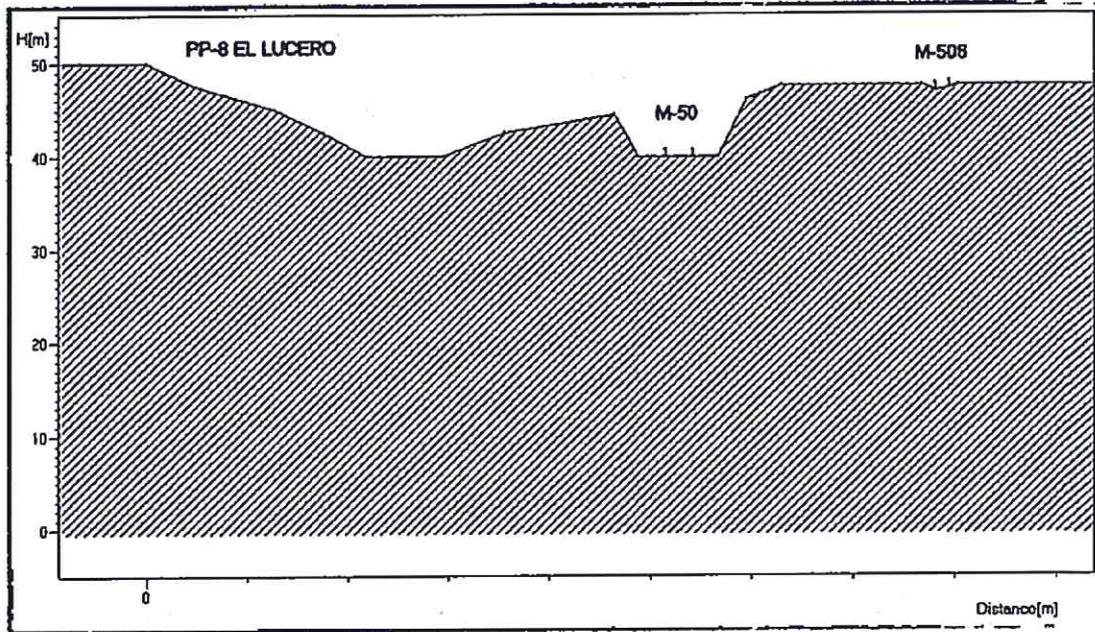


Ilustración 12. Perfil tipo M-506.



Ilustración 13. Situación preoperacional. Vista 3D.

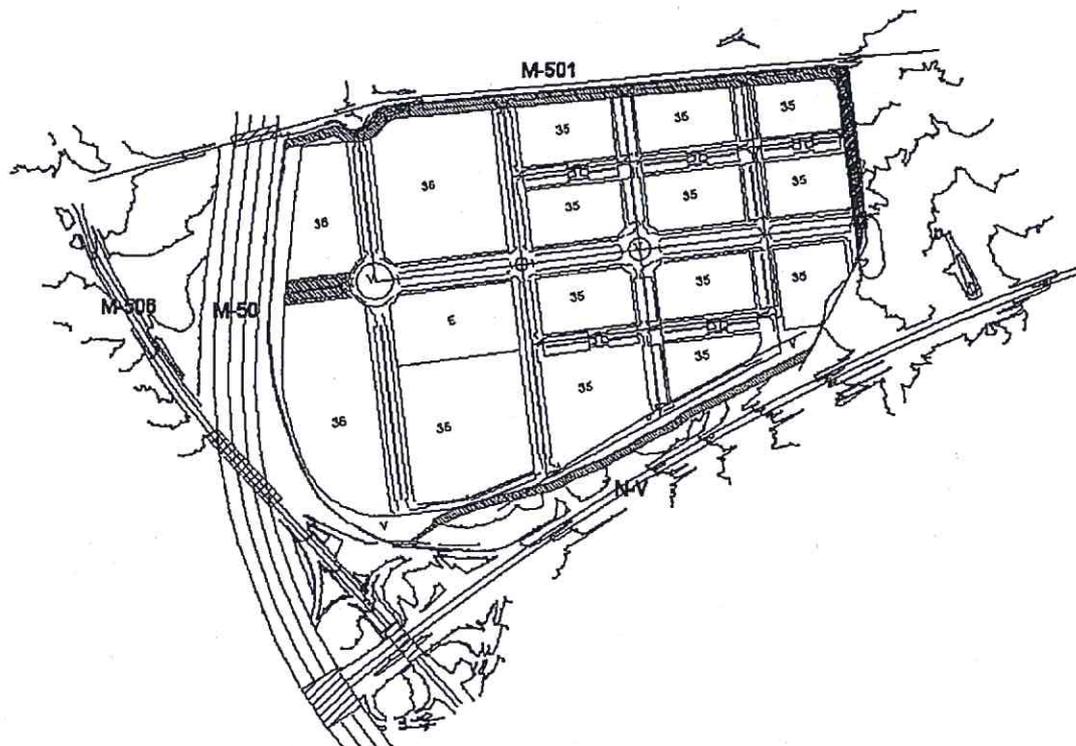


Ilustración 14. Situación posoperacional.

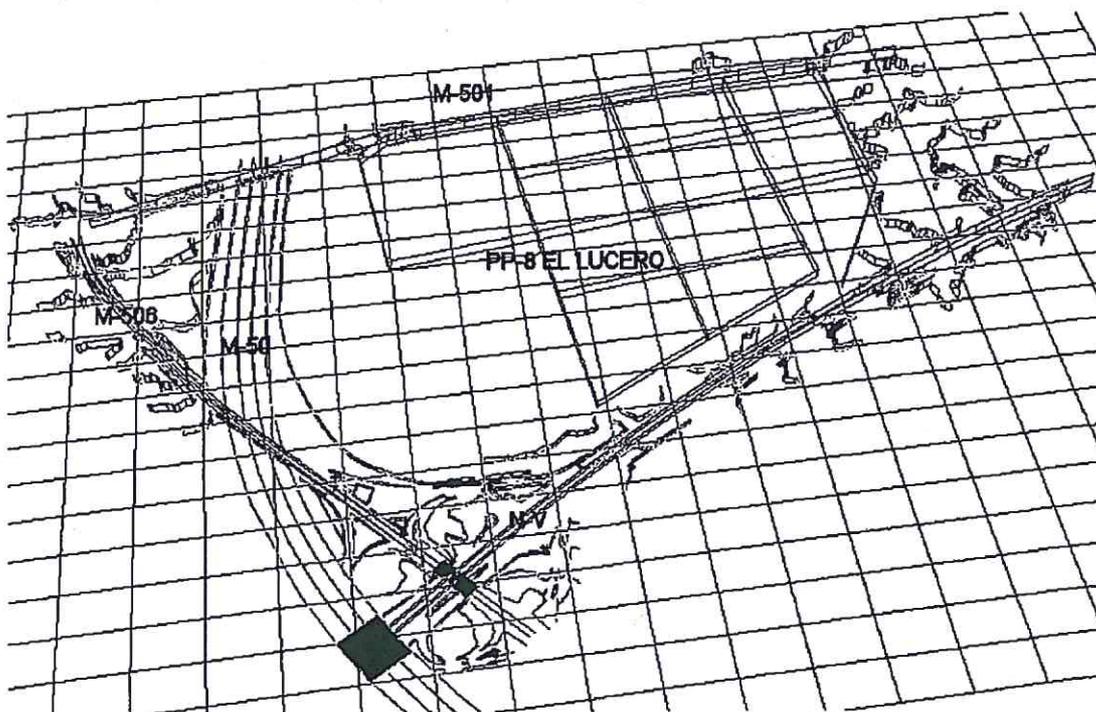


Ilustración 15. Situación posoperacional. Vista 3D.

7. SITUACIÓN PREOPERACIONAL. AÑO 2.002.

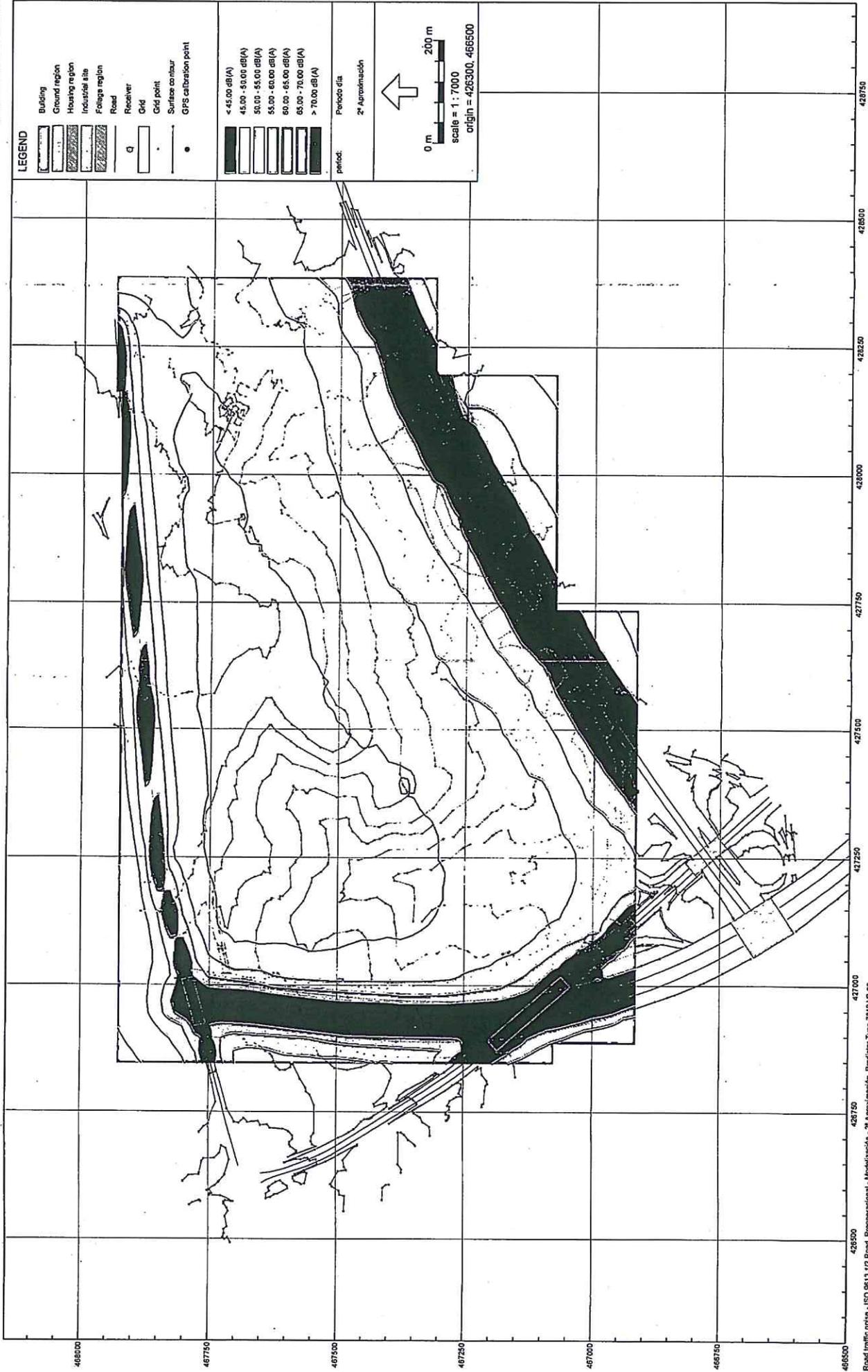
Se modelizó la situación preoperacional alimentando al programa Predictor con la topografía de la zona de actuación, carreteras aledañas y el tráfico circulante.

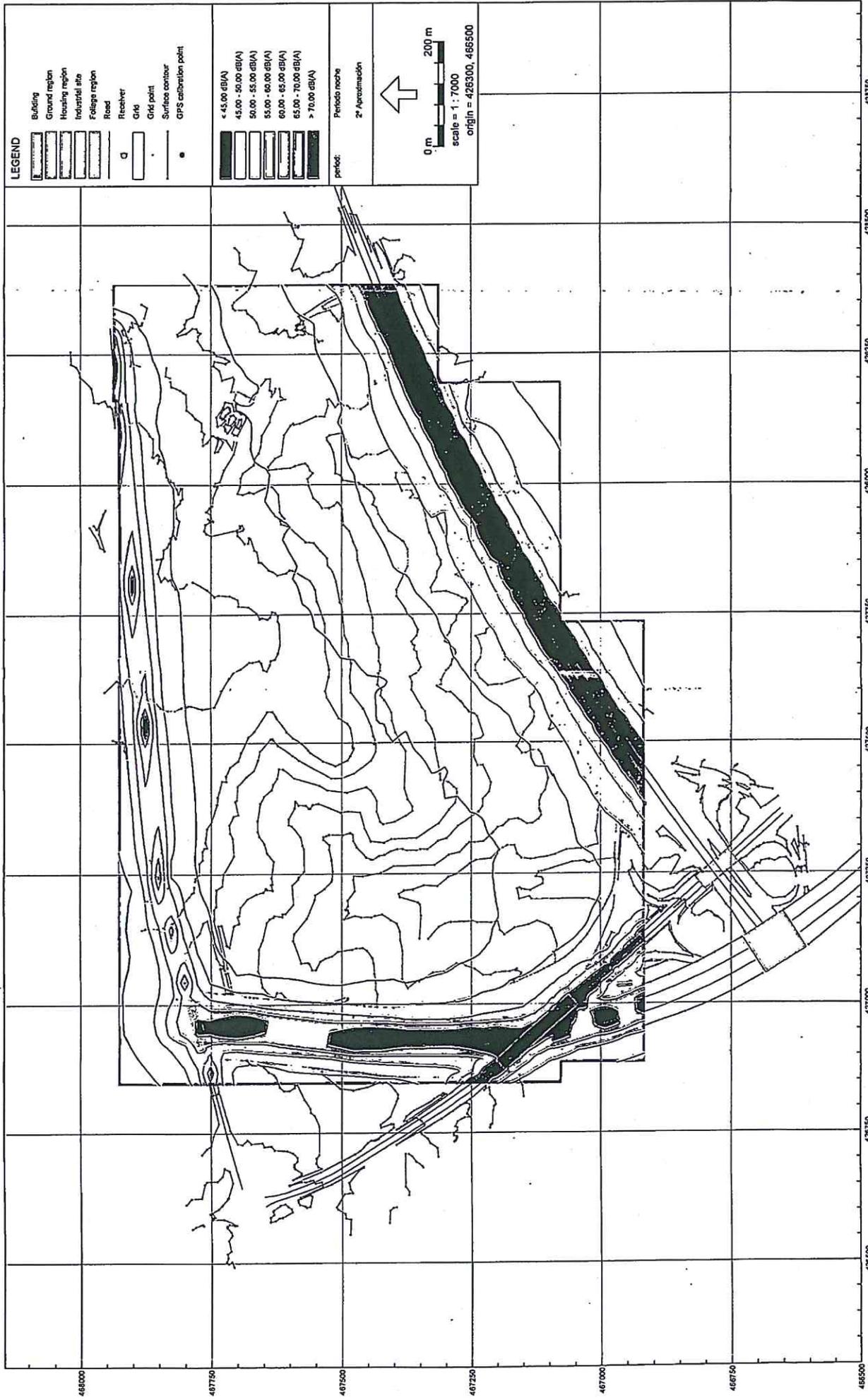
En la modelización se incluyó el tramo de la M-50 limítrofe con el programa de actuación urbana por estar en proceso de construcción y con objeto de facilitar la comparación entre esta situación y la posoperacional.

Los datos de tráfico en la situación preoperacional fueron los siguientes:

SITUACIÓN PREOPERACIONAL. AÑO HORIZONTE 2.002				
CARRETERA	IMD [veh/d]	% PESADOS	V _{LIGEROS} [km/h]	V _{PESADOS} [km/h]
M-501	12.828	10	100	80
N-V	99.459	12,8	120	90
M-50	27.377	5	120	90
M-506	51.453	10	100	80

A continuación se adjuntan los mapas de isófonas de la situación preoperacional realizados a 1,5 m. de distancia sobre el suelo para el periodo día y noche.





8. SITUACIÓN POSOPERACIONAL. AÑO HORIZONTE 2.007.

Obtenidos los datos de tráfico extrapolados a la situación posoperacional y modificada la topografía en los terrenos del programa de actuación urbana se modeló el área de estudio.

Los datos de tráfico fueron los siguientes:

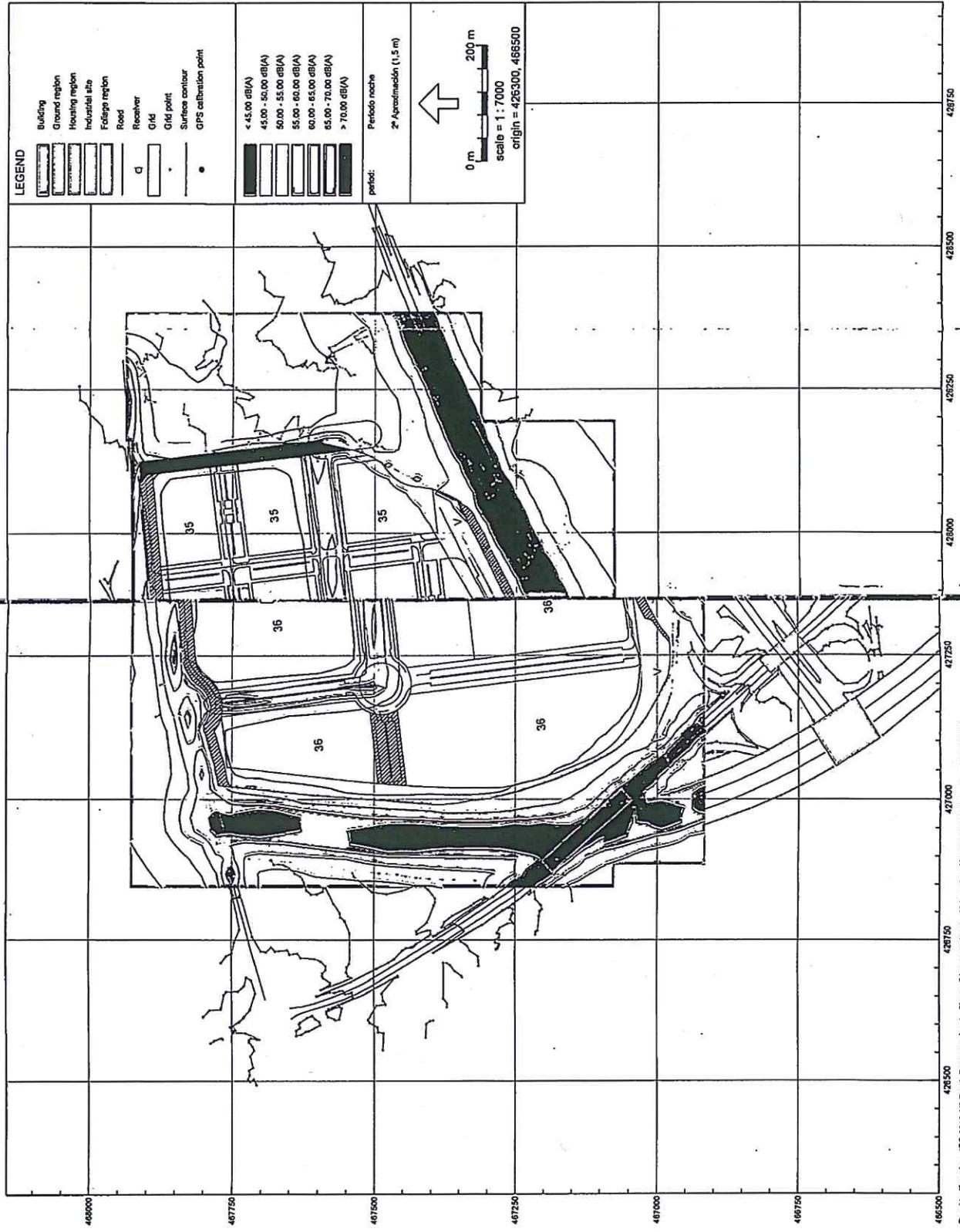
SITUACIÓN POSOPERACIONAL. AÑO HORIZONTE 2.007				
CARRETERAS ALEDAÑAS				
CARRETERA	IMD [veh/d]	% PESADOS	V _{LIGEROS} [km/h]	V _{PESADOS} [km/h]
M-501	15.612	10	100	80
N-V	119.272	12,8	120	90
M-50	34.117	5	120	90
M-506	64.120	10	100	80
VIARIO INTERIOR. CALLES COLECTORAS				
PERIODO	IHP ⁴ [veh/h]	% PESADOS	V _{LIGEROS} [km/h]	V _{PESADOS} [km/h]
DÍA	2.489	2	50	40
NOCHE	747	0	50	40

A continuación se adjuntan los mapas de isófonas de la situación posoperacional para el periodo día y noche realizados a 1,5 m. de altura sobre el suelo.

⁴ Intensidad de Hora Punta.

PROYMASA
SITUACIÓN POSOPERACIONAL

PERIODO NOCHE
1,5 M SOBRE EL SUELO

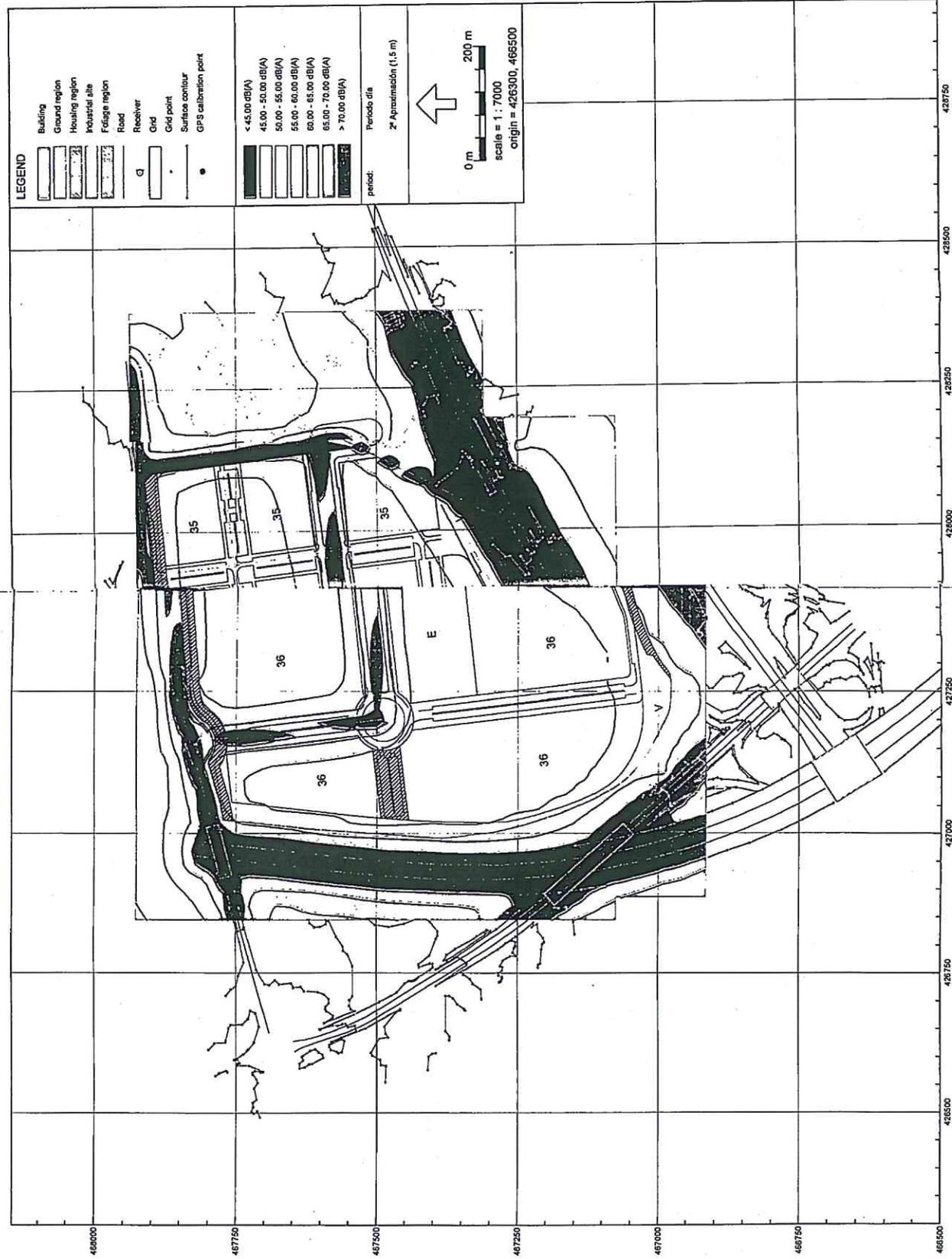


466500 467000 467500 468000 468500
426300 426500 426750 427000 427250 427500 427750 428000 428250 428500 428750 429000

Road traffic noise - ISO 9613.1/2. Road, Propagación - Sin medidas correctoras - 2º Aproximación (1,5 m), Predictor Type 7510 V3.00
ESTUDIO ACÚSTICO DEL PP-8 EL LUCERO. ALCORCÓN (MADRID)

PROYMASA
SITUACIÓN POSOPERACIONAL

PERIODO DÍA
1.5 M SOBRE EL SUELO



426500 426750 427000 427250 427500 427750 428000 428250 428500 428750

466500 466750 467000 467250 467500

Road traffic noise - ISO 9613-1/2 Road, Posoperacional - Sin medidas correctoras - 2º Aproximación (1,5 m), Predictor Type 7810 V3.00
ESTUDIO ACÚSTICO DEL PP-8 EL LUCERO, ALCORCÓN (MADRID)

9. CONCLUSIONES. MEDIDAS CORRECTORAS.

El programa de actuación urbana PP-8 El Lucero desarrolla el Plan General de Ordenación Urbana de Alcorcón, que fue aprobado por el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid el día 25 de marzo de 1.999. Esta aprobación es previa a la publicación de la Ley de Régimen de Protección Contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid, Decreto 78/1.999, y por tanto, dicha ordenación no fue redactada considerando la nueva normativa. Nos encontramos ante un nuevo desarrollo en el marco de una ordenación anterior a la Ley de Régimen de Protección contra la Contaminación Acústica. Por consiguiente se han aplicado los valores límites de emisión de ruido al ambiente exterior de las zonas que a la entrada en vigor de este Decreto estaban consolidadas urbanísticamente⁵.

Los suelos del PP-8 El Lucero tienen un uso predominantemente terciario.

USOS DEL SUELO	%
Comercial y terciario	32
Parque empresarial y tecnológico	37
Equipamiento	5
Resto (zonas verdes, viario, etc.)	26

La Ley de Régimen de Protección Contra la Contaminación Acústica de la Comunidad de Madrid exige la clasificación de Área de Sensibilidad Acústica Tipo III: Área tolerablemente ruidosa, para que en dichos suelos se puedan desarrollar las actividades *Comercial y terciario*, y de *Parque empresarial y tecnológico*. Los *Equipamientos* previstos también exigen que los suelos sean clasificados Área de Sensibilidad Acústica Tipo III y el resto de los usos requieren una clasificación de Área de Sensibilidad Acústica Tipo V: Área especialmente ruidosa, sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor de infraestructuras de transporte, etc.

A continuación se adjunta una tabla resumen de la clasificación en Áreas de Sensibilidad Acústica que se requieren para desarrollar los usos previstos.

⁵ Artículo 12, punto 2.

USO	ÁREA DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA	VALORES LÍMITE [LAeq]	
		PERIODO DIURNO	PERIODO NOCTURNO
Comercial y terciario	Tipo III. Área Tolerablemente Ruidosa <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de hospedaje. ▪ Uso de oficinas o servicios. ▪ Uso comercial. ▪ Uso deportivo. ▪ Uso recreativo. 	70	60
Parque empresarial y tecnológico			
Equipamiento			
Resto (zonas verdes, viario, etc.)	Tipo V. Área Especialmente Ruidosa <ul style="list-style-type: none"> ▪ Servidumbres sonoras a favor de infraestructuras de transporte. ▪ Áreas de espectáculos al aire libre. 	80	75

En los mapas de isófonas de la situación posoperacional⁶ se puede observar que durante el periodo día todos los suelos dedicados a los usos *Comercial y terciario* y *Parque empresarial y tecnológico* cumplen las condiciones sonoras necesarias para desarrollar las actividades previstas. En el periodo noche algunas porciones del suelo de uso *Comercial y terciario* aledañas a la N-V presentan niveles de ruido algo superiores a los exigidos, alcanzando 61,5 dB(A). En el resto de los suelos el uso proyectado es compatible con la clasificación en áreas de sensibilidad acústica exigida.

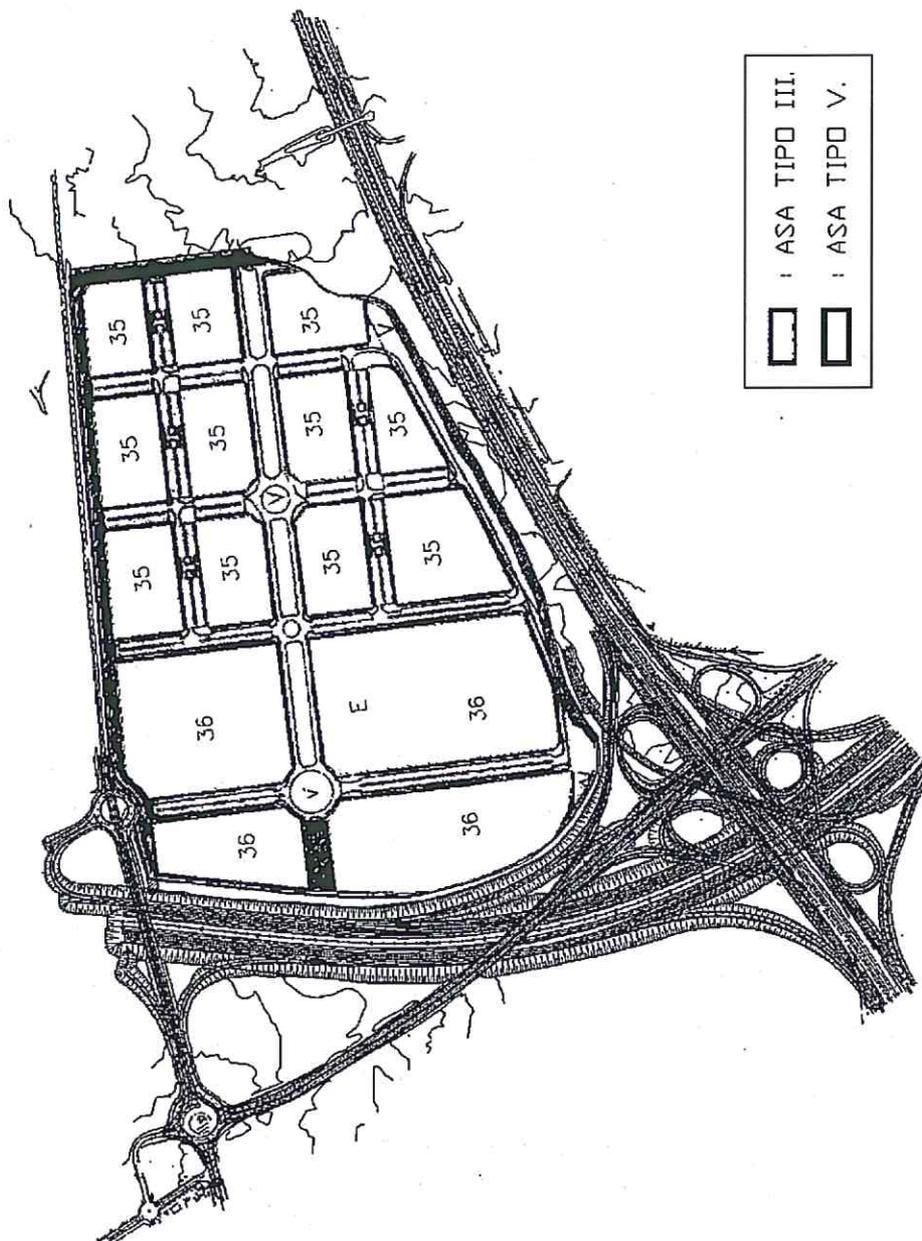
A continuación se adjuntan las medidas correctoras propuestas para asegurar un medio ambiente sonoro adecuado a las actividades previstas en el programa de actuación urbana.

MEDIDAS CORRECTORAS	
TIPO	MEDIDA
Edificación	1. Ubicar las edificaciones alejadas de las zonas donde se registren mayores niveles de ruido.
	2. Orientar las edificaciones de forma que los usos más sensibles ocupen zonas de menor nivel de ruido.
	3. Distribuir los usos en el interior de las edificaciones destinando las zonas de menor nivel de ruido a los usos más sensibles.

⁶ Ver capítulo 8: Situación posoperacional. Año horizonte 2.007.

MEDIDAS CORRECTORAS	
TIPO	MEDIDA
Tráfico	4. En el viario interior propiciar una circulación fluida y continua sin exceder la velocidad de 50 km/h.
	5. Adoptar las medidas de tráfico que fueran necesarias evitando un aumento de los niveles de inmisión en la zona.
	6. En lo posible utilizar pavimentos porosos y drenantes.

A continuación se adjunta un Mapa de Clasificación por Áreas de Sensibilidad Acústica de la zona en estudio.



Mapa de Clasificación por Áreas de Sensibilidad Acústica del PP-8 El Lucero.

