

MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO

LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
**CONSEJERÍA DE FOMENTO, INFRAESTRUCTURAS
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO**

ayesa  Engineering.
Information.
Imagination.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA

I. MEMORIA

ÍNDICE

0	OBJETO Y CONTENIDO	1
1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.	2
1.1	UNIDADES DE MAPAS ESTRATÉGICOS	2
1.2	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
1.2.1	UME L1 SEV-1.....	4
1.2.2	UME L1 SEV-2.....	5
1.2.3	UME L1 SEV-3.....	5
1.2.4	UME L1 SEV-4.....	6
1.2.5	UME L1 SEV-5.....	8
2	MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO	9
2.1	NORMATIVA APLICABLE	9
2.1.1	Europea	9
2.1.2	Estatal	9
2.1.3	Autonómica.....	12
2.2	DEFINICIÓN DEL ESCENARIO DE MODELIZACIÓN	17
2.2.1	Cartografía	17
2.2.1.1	Tratamiento para la obtención del MDT	19
2.2.2	Definición del eje de la infraestructura	20
2.2.2.1	Tratamiento para la obtención del eje	20
2.2.2.2	Definición de las plataformas.	22
2.2.3	Edificios	23
2.2.3.1	Datos de partida	23
2.2.3.2	Obtención de la capa edificios.....	24
2.2.3.3	Metodología para la asignación del número de viviendas y población a la capa de edificios.....	29
2.2.4	Túneles y Viaductos.....	32
2.2.4.1	Viaductos.....	32
2.2.4.2	Túneles	32
2.2.5	Obstáculos.....	32
2.3	CONFIGURACIÓN DE LOS CÁLCULOS ACÚSTICOS	33
2.3.1	Modelo de cálculo	33
2.3.2	Caracterización de la fuente de estudio	35
2.3.3	Parámetros del cálculo acústico.....	37
2.4	VALIDACIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO	38
2.5	PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE LOS MAPAS	42
2.5.1	Mapas de niveles sonoros	42
2.5.2	Mapas de zonas de afección	43
2.5.3	Mapas de Zonificación acústica	43
2.5.4	Mapas de zonas de conflicto.....	47
2.5.5	Tablas de exposición	47
3	RESULTADOS POR UME.....	48
3.1	UME L1 SEV-1	48
3.1.1	Niveles sonoros y población expuesta.....	48
3.1.2	Zonas de afección.....	48
3.1.3	Zonas de conflicto	49

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA

3.2	UME L1 SEV-2	49
3.2.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	49
3.2.2	<i>Zonas de afección</i>	50
3.2.3	<i>Zonas de conflicto</i>	50
3.2.3.1	L1 SEV-2_ZC_1	51
3.2.3.2	L1 SEV-2_ZC_2	52
3.2.3.3	L1 SEV-2_ZC_3	53
3.2.3.4	L1 SEV-2_ZC_4	54
3.3	UME L1 SEV-3	54
3.3.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	54
3.3.2	<i>Zonas de afección</i>	55
3.3.3	<i>Zonas de conflicto</i>	56
3.3.3.1	L1 SEV-3_ZC_1	56
3.3.3.2	L1 SEV-3_ZC_2	57
3.4	UME L1 SEV-4	57
3.4.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	57
3.4.2	<i>Zonas de afección</i>	58
3.4.3	<i>Zonas de conflicto</i>	59
3.4.3.1	L1 SEV-4_ZC_1	59
3.4.3.2	L1 SEV-4_ZC_2	60
3.4.3.3	L1 SEV-4_ZC_3	61
3.4.3.4	L1 SEV-4_ZC_4	61
3.4.3.5	L1 SEV-4_ZC_5	62
3.5	UME L1 SEV-5	63
3.5.1	<i>Niveles sonoros y población expuesta</i>	63
3.5.2	<i>Zonas de afección</i>	64
3.5.3	<i>Zonas de conflicto</i>	64
3.5.3.1	L1 SEV-5_ZC_1	65

Anexo 1. Fichas de UME

Anexo 2. Obstáculos

0 Objeto y contenido

El presente documento recoge el Mapa Estratégico de Ruido (en adelante, MER) de la Línea 1 de Metro de Sevilla, el cual se enmarca en los trabajos a realizar dentro del contrato "Realización de los mapas estratégicos de ruido y planes de acción de los sistemas ferroviarios metropolitanos de Sevilla, Granada y Málaga".

El objetivo es cumplir con la segunda fase de la Directiva 49/2002/CE sobre evaluación y gestión ambiental y con la Ley de Ruido 37/2003, que establece que los responsables de las infraestructuras ferroviarias con más de 30.000 circulaciones anuales deben realizar los Mapas estratégicos de ruido.

En concreto se persigue un triple objetivo; cumplir con la legislación europea, nacional y autonómica al respecto; ayudar a la gestión de los problemas de ruido que las líneas ferroviarias metropolitanas generan a los colindantes y aportar datos que permitan definir la zona de servidumbre acústica.

El Estudio no se limita a la determinación de los niveles acústicos producidos por los ejes ferroviarios estudiados, sino que analiza el ruido originado por dichas infraestructuras, obtiene los datos sobre la población expuesta a las distintas intensidades sonoras y realiza una propuesta inicial de zonas de conflicto.

Los tipos de mapas que componen el Mapa Estratégico de Ruido son los siguientes:

- Mapas de niveles sonoros: De cada zona geográfica se reproducen los mapas de nivel Lden, Ln, Ld y Le. Los mapas de niveles sonoros se obtienen mediante la representación gráfica de las curvas isófonas y el coloreado de las áreas ocupadas por los niveles correspondidos entre 55-60 dB(A), 60-65 dB(A), 65-70 dB(A), 70-75 dB(A) y más de 75 dB(A), para los mapas de Lden, Ld y Le, y por los niveles correspondidos entre 45-50 dB(A), 50-55 dB(A), 55-60 dB(A), 60-65 dB(A), 65-70 dB(A) y más de 70 dB(A), para los mapas de Ln.
- Mapas de zonas de afección: La superficie total (en km²) expuesta a valores de Lden superiores a 55, 65 y 75 dB, respectivamente. Se indica también el número total estimado de viviendas, el número total estimado de personas y los edificios de carácter sensible en cada una de esas zonas. En esas cifras se incluyen las aglomeraciones.
- Mapas de Zonificación acústica: Recoge las zonificaciones acústicas aprobadas por los municipios afectados y en el caso de aquellos municipios que no la tengan aprobada se realiza un plano equivalente de zonificación siguiendo los criterios establecidos en la Ley del Ruido y sus Reglamentos.
- Mapas de conflicto: se recogen aquellas zonas acústicas en las que se superan alguno de los Objetivos de Calidad Acústica (en adelante OCA).

1 Descripción general del estudio.

El ámbito de estudio son los tramos en superficie de la Línea 1 de Metro de Sevilla:

Actuación	Longitud km/% superficie	Estaciones /paradas	Población servida nº habitantes	Demanda
Metro de Sevilla L1	18 km/40%	21	230.000	16,03 millones de viajeros (2017)
Metro de Málaga L1 y L2	14,8 km/28%	23	216000	5,74 millones de viajeros (21,7 millones de viajeros con red completa)
Metropolitano de Granada	15,9 km/83%	26	133636	11/14 millones de viajeros (1er ejercicio/3er ejercicio)

Tabla 1. Ámbito de estudio del MER de los sistemas ferroviarios metropolitanos de Sevilla, Granada y Málaga. Fuente: Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT).

1.1 Unidades de mapas estratégicos

Los mapas estratégicos se organizan por Unidades de Mapa Estratégico (UME).

Según se establece desde la Administración del Estado en el caso ferrocarriles es preciso definir el tramo de línea de ferrocarril que compone una UME. Cada autoridad responsable de la elaboración de los mapas estratégicos de ruido debe, por lo tanto, según sus necesidades y criterios, definir estas UMEs teniendo en cuenta que el único criterio legal establecido es que deben realizarse todos los mapas de los grandes ejes ferroviarios que soporten más de 30.000 circulaciones al año.

Como norma general se recomienda adoptar los siguientes criterios:

- Una UME está formada por tramos contiguos de una misma o línea de ferrocarril.
- Una UME está definida por una única línea con un inicio y un final, sin presentar interrupciones.

A efectos de cálculo, una UME puede contener subtramos con distintas intensidades de tráfico o características de la línea ferroviaria, pero los resultados que se obtengan, tanto los datos estadísticos, como los geoespaciales y los planos, siempre deben referirse a una UME completa.

Cada UME debe tener un nombre que permita identificarla. En general, la denominación de la UME es directamente el nombre de la línea ferroviaria y en el caso que existan varias UMEs en una misma línea de ferrocarril, se recomienda que la denominación contenga el nombre de la línea ferroviaria y un dígito que diferencie las UMEs.

Para el presente estudio se han seguido estas recomendaciones, definiéndose un total de 5 UMEs:

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

UME	Pk Inicio	Descripción	Pk Fin	Descripción	Longitud
L1 SEV-1	0+000	Desde La parada de metro de Ciudad Expo	0+207	Hasta túnel en Avenida Europa	207m
L1 SEV-2	1+222	Desde túnel en Calle Ronda Cavaleri	3+186	Hasta entrada túnel bajo el Barrio del Monumento en San Juan de Aznalfarache	1.964m
L1 SEV-3	3+540	Desde túnel junto a Plaza de Otto Engelhart	5+496	Hasta túnel en parada Blas Infante	1.956m
L1 SEV-4	12+954	Desde túnel en parada Cocheras	16+088	Hasta túnel próximo a parada Condequinto	3.134m
L1-SEV-5	17+756	Desde salida de túnel en Avenida Condes de Ibarra	18+050	Hasta la parada de metro de Olivar de Quintos	294m

Tabla 2. División en UMEs del ámbito de estudio. Fuente: Elaboración propia.

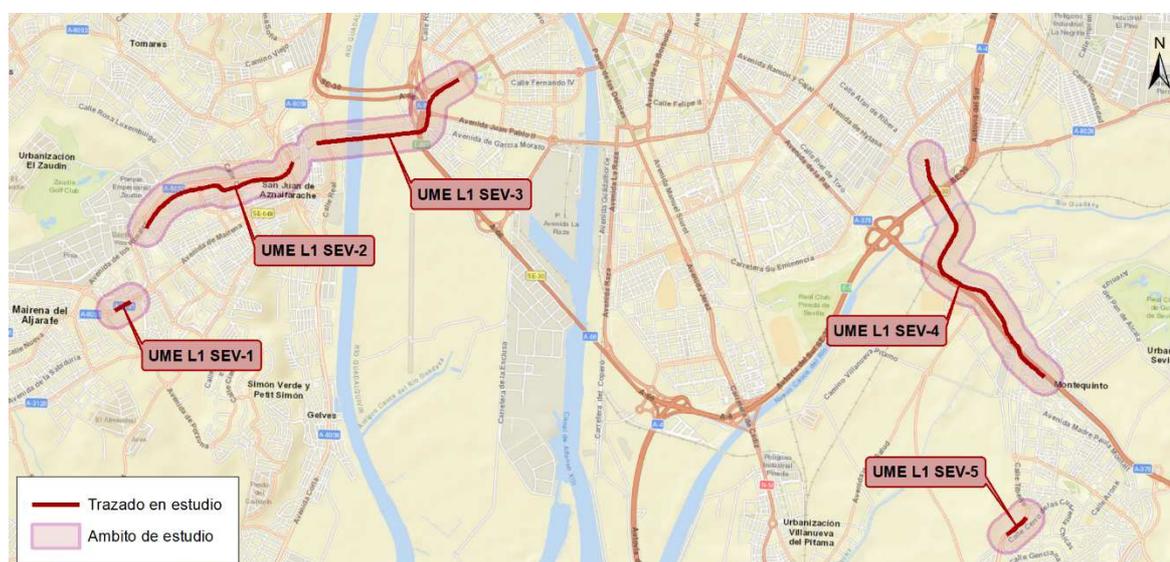


Figura 1.Ámbito de estudio del MER de la L1 del Metro de Sevilla. Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas las UMEs se ha delimitado el ámbito de estudio estableciendo una anchura de 200 m a cada lado del eje, y asegurando que en cualquier caso abarca las isófonas Lden 55 y Lnoche 45 dB. Por otra parte, se han tomado las precauciones necesarias para tener en cuenta la continuidad de emisión acústica del ferrocarril. En este sentido se ha prolongado el inicio y final de las UMEs en una longitud aproximada de 200 m.

Cabe indicar que, aunque la banda de afección establecida no supera los 200 metros en algún caso ha sido necesario tener en cuenta una anchura mayor para la correcta estimación de datos como son los datos de población.

1.2 Descripción de la zona de estudio

La línea 1 del metro de Sevilla, cuenta con 18 km de longitud, y en torno a 7.2 km discurren en superficie, constituyendo estos los tramos en estudio.

La línea atraviesa los municipios de Dos Hermanas, Sevilla, San Juan de Aznalfarache y Mairena del Aljarafe, presentando en todos ellos tramos en superficie.

Es un ferrocarril metropolitano con características de metro ligero, cuya plataforma es exclusiva para las unidades de metro es decir sin interferir con el tráfico rodado ni con el tránsito de peatones.

Es de doble vía a excepción de un tramo que transcurre en túnel, y por tanto no es objeto de este estudio. Esta está construida en placa, hormigonada y nivelada. Por tanto, a nivel de modelo se considerará dos ejes, uno para cada sentido.

La velocidad máxima es de 70 km/h, si bien se podría hablar de una velocidad media de 30 km/h.

De las 22 paradas de metro que la constituyen, 8 forman parte de los tramos en estudio.

A continuación, se realiza una breve descripción cada una de las UME:

1.2.1 UME L1 SEV-1

Con apenas 200 metros de longitud, tiene su comienzo en la parada de metro de Ciudad Expo y finaliza en el túnel de la Avenida de Europa. Discurre en su totalidad en el municipio de Mairena del Aljarafe.

A continuación, se muestra una imagen donde se puede ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.



Figura 2. Detalle de la UME L1 SEV-1. Fuente: Elaboración propia

1.2.2 UME L1 SEV-2

Se extiende desde el túnel de la calle Ronda de Cavaleri, en Mairena del Aljarafe, hasta la entrada del túnel bajo el Barrio del Monumento en San Juan de Aznalfarache, con una longitud aproximada de 1.964 m.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.



Figura 3. Detalle de la UME L1 SEV-2. Fuente: Elaboración propia

1.2.3 UME L1 SEV-3

La UME, con una longitud de 1.950 metros, discurre desde el túnel junto a la Plaza de Engelbart, en San Juan de Aznalfarache hasta el túnel de la parada de Blas Infante, en Sevilla.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

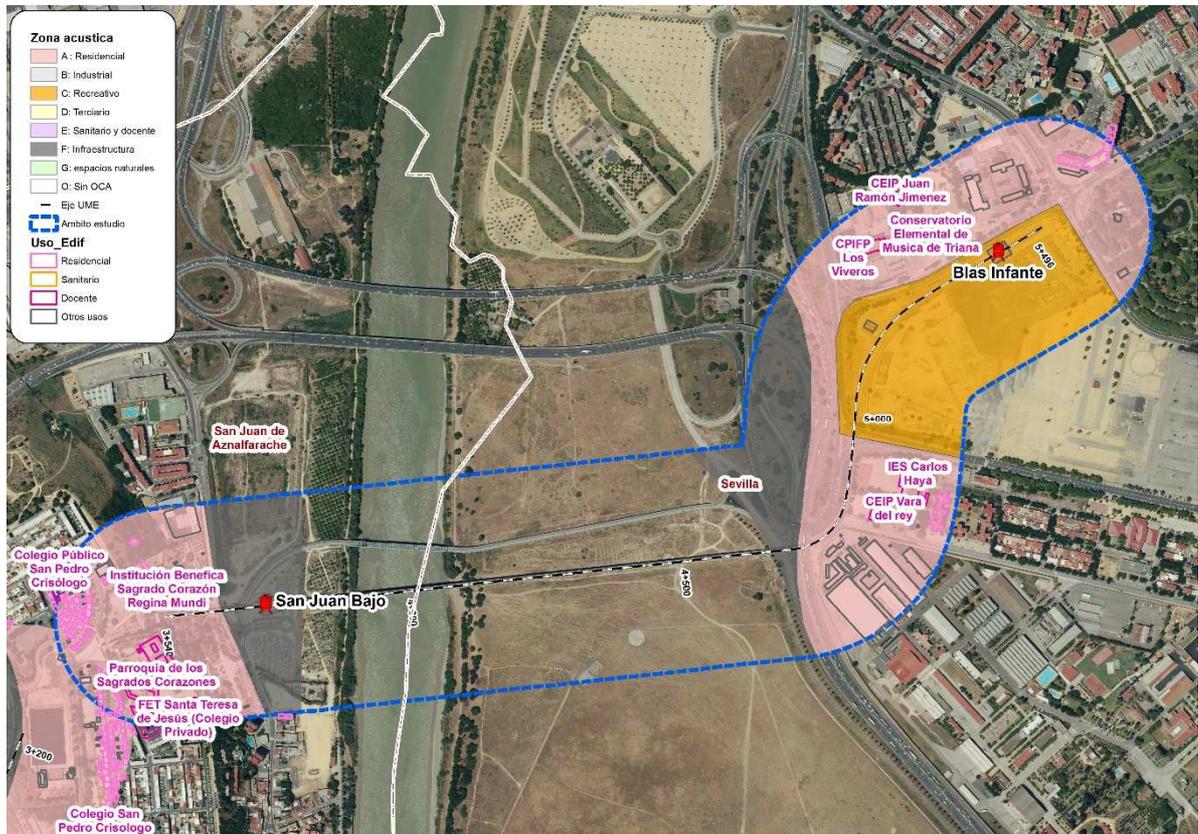


Figura 4. Detalle de la UME L1 SEV-3. Fuente: Elaboración propia

1.2.4 UME L1 SEV-4

La UME comienza en el Túnel de la parada Cocheras, en Sevilla, hasta el túnel próximo a la parada Condequinto, en Dos Hermanas, con unos 3.100 m de longitud.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 5. Detalle de la UME L1 SEV-4. Fuente: Elaboración propia

1.2.5 UME L1 SEV-5

La UME, con una longitud de 294 metros, discurre íntegramente por el municipio de Dos Hermanas, desde el túnel en la Avenida Condes de Ibarra hasta la parada de metro de Olivar de Quintos.

A continuación, se muestra una imagen donde se pueden ver los usos principales en el entorno de la línea, así como la presencia de edificaciones sensibles.



Figura 6. Detalle de la UME L1 SEV-5. Fuente: Elaboración propia

2 Mapas estratégicos de ruido

2.1 Normativa aplicable

2.1.1 Europea

La referencia legislativa básica en el marco de la Unión Europea es la **Directiva 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.**

Esta 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, procedente de diversos focos emisores como tráfico en carreteras y vías urbanas, ferrocarriles, tráfico aéreo y la actividad industrial.

Dicha Directiva requiere que las autoridades competentes de los Estados Miembro 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 de exposición sean elevados, y mantener la calidad ambiental sonora donde ésta sea adecuada.

Para evaluar la exposición al ruido ambiental, la norma establece en su anexo II los métodos de evaluación para los indicadores de ruido contemplados en el artículo 6.

Con el objetivo de complementar el Anexo II de la Directiva 2002/49/CE, la Comisión emitió una "Recomendación 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".

En ella se analiza la aplicabilidad y descripción de los modelos recomendados, así como de las adaptaciones necesarias de los mismos para verificar el cumplimiento de la Directiva 2002/49/CE.

En mayo de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea la **Directiva 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido** en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Mediante esta nueva Directiva se sustituye el anexo II de la anterior Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.

2.1.2 Estatal

El marco normativo vigente a nivel estatal en materia de ruido está constituido por la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, desarrollada reglamentariamente mediante el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas y el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007. Con ellos, se completa la transposición de la Directiva

Europea 2002/49/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, al derecho español y se establece un marco unificado para la definición y evaluación de la acústica ambiental.

El objetivo de la **Ley 37/2003** es prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar y reducir los daños que de ésta pueden derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente. Delimita el ámbito para su aplicación y contiene también disposiciones relativas a la distribución competencial en materia de contaminación acústica. Además, incorpora el concepto de calidad acústica, definida como el grado de adecuación de las características acústicas de un espacio a las actividades que se realizan en su ámbito, enunciando los instrumentos de los que las Administraciones pueden servirse para procurar el máximo cumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

La cartografía sonora prevista en la ley se completa con los denominados mapas de ruido. Los mapas de ruido son un elemento previsto por la Directiva sobre Ruido Ambiental y encaminado a disponer de información uniforme sobre los niveles de contaminación acústica en los distintos puntos del territorio, aplicando criterios homogéneos de evaluación que permitan hacer comparables entre sí las magnitudes de ruido verificadas en cada lugar.

El **Real Decreto 1513/2005** supone un desarrollo parcial de la Ley 37/2003 y tiene por objeto la evaluación y gestión del ruido ambiental, con la finalidad de evitar, prevenir o reducir con carácter prioritario los efectos nocivos, incluyendo las molestias, derivadas de la exposición al ruido ambiental, según el ámbito de aplicación de la directiva comunitaria que se incorpora.

Por ello se desarrollan los conceptos de ruido ambiental y sus efectos y molestias sobre la población, junto a una serie de medidas que permiten la consecución del objeto previsto como son los Mapas Estratégicos de Ruido, los Planes de Acción y la información a la población. Para el cumplimiento de su objetivo se regulan determinadas actuaciones como son la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido para determinar el grado de exposición de la población al ruido ambiental, la adopción de Planes de Acción para prevenir y reducir ese efecto y, en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana. Además, plantea la necesidad de poner a disposición de la población la información sobre ruido ambiental y sus efectos y aquélla de que dispongan las autoridades competentes en relación con el cartografiado acústico y Planes de Acción derivados.

En relación al cartografiado estratégico del ruido, establece los requisitos mínimos que éste debe cumplir, así como, los índices de ruido que deben considerarse en su preparación y la metodología recomendada para su determinación y evaluación. El anexo IV del Real Decreto 1513/2005 detalla el contenido mínimo a incluir en el Mapa Estratégico de Ruido.

El Real Decreto 1367/2007, tiene como principal finalidad completar el desarrollo de la Ley 37/2003. Así, se definen índices de ruido y de vibraciones, en los distintos periodos temporales de evaluación, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población y su repercusión en el

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

medio ambiente; se delimitan los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el artículo 10 de la Ley 37/2003; 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.

Este texto normativo establece los objetivos de calidad acústica a cumplir en base a la siguiente categorización del territorio en áreas acústicas de acuerdo al uso predominante del suelo:

- Área acústica tipo a: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- Área acústica/ tipo b: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- Área acústica tipo c: Sectores del territorio con predominio del suelo de uso recreativo y de espectáculos
- Área acústica tipo d: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en áreas acústicas tipo "c".
- Área acústica tipo e: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.
- Área acústica tipo f: Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.

Estos umbrales de calidad se definen sobre unos indicadores específicos cuya definición y metodología de obtención se remite al Real Decreto 1513/2005:

- L_d es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
- L_e es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
- L_n es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDO APLICABLES A ÁREAS URBANIZADAS EXISTENTES			
Tipo de área acústica	Índices de Ruido		
	L_d	L_e	L_n
e) Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural	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 del 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) Sector res del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte y otros equipamientos públicos que los reclamen (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En los 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 tecnologías disponibles, de acuerdo con el apartado a), de artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Por último, el Real Decreto 1038/2012 sólo afecta a las áreas acústicas tipo f. Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.

Este Real Decreto modifica la tabla A del Anexo II del Real Decreto 1367/2007, estableciendo que en los sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen (tipo f), no podrán superarse, en sus límites, los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de las áreas acústicas que colinden con ellos.

2.1.3 Autonómica

Andalucía cuenta con normativa sobre contaminación acústica, regulada por el **Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía**, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética, deroga el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

Una vez cumplidos los objetivos para los que se aprobó el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, fue necesaria la aprobación de un nuevo Reglamento de Protección Acústica en Andalucía que desarrollara los preceptos establecidos por la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y que incorporara, asimismo, las novedades introducidas por el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre y por el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de carácter básico.

Este Reglamento es de aplicación a cualquier infraestructura, instalación, maquinaria o proyecto de construcción, así como a las actividades de carácter público o privado, incluidas o no en el Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, que se pretendan llevar a cabo o se realicen en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía y produzcan o sean susceptibles de producir contaminación acústica por ruidos o vibraciones, con las siguientes excepciones, conforme a lo dispuesto en el artículo 67.2 de la Ley 7/2007, de 9 de julio.

En su Artículo 7. Clasificación de las áreas de sensibilidad acústica se establecen las siguientes áreas de sensibilidad acústica clasificadas de acuerdo a la siguiente tipología:

- Tipo a: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- Tipo b: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- Tipo c: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- Tipo d: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro uso terciario no contemplado en el tipo c.
- Tipo e: Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.
- Tipo f: Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que los reclamen.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

- Tipo g: Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

Por otra parte, en el Artículo 6.5. Áreas de sensibilidad acústica se establece que hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas de sensibilidad acústica vendrán limitadas por el uso característico de la zona, entendiéndose por este, el uso que correspondiéndose a uno de los establecidos en el Artículo 7, suponga un porcentaje mayor al resto de los usos considerados en dicha área.

En el Artículo 9. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas de sensibilidad acústica:

1. En las áreas urbanizadas existentes, considerando como tales las definidas en el artículo 2 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la siguiente tabla, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor

Tipo de área acústica	Índices de Ruido dBa		
	Ld	Le	Ln
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro suelo terciario no contemplado en el tipo c	70	70	65
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra contaminación acústica	60	60	50
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
Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores 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 al apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas de sensibilidad acústica están referenciados a una altura de 4 m. Donde:

Ld : índice de ruido diurno.

Le : índice de ruido vespertino.

Ln : índice de ruido nocturno.

En estas áreas de sensibilidad acústica las Administraciones competentes deberán adoptar las medidas necesarias para la mejora acústica progresiva del medio ambiente hasta alcanzar el objetivo de calidad fijado, mediante la aplicación de planes zonales específicos a los que se refiere el artículo 75.2 de la Ley 7/2007, de 9 de julio

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

b) En caso contrario, el objetivo de calidad acústica será la no superación del valor de la tabla I que le sea de aplicación.

2. Para las nuevas áreas urbanizadas, es decir, aquellas que no reúnen la condición de existentes establecidas en el artículo 2 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación de la tabla II.

Tipo de área acústica	Índices de Ruido dB(A)		
	Ld	Le	Ln
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	60	60	50
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	68	68	58
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro suelo terciario no contemplado en el tipo c	65	65	60
Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra contaminación acústica	55	55	45
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
Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

3. Los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a los espacios naturales delimitados como área acústica de tipo g) se establecerán por el Ayuntamiento para cada caso en particular, atendiendo a aquellas consideraciones específicas de los mismos que justifiquen su clasificación como área acústica, previo informe de la Consejería competente en materia de medio ambiente. Este informe tendrá carácter vinculante en lo que se refiera a cuestiones de legalidad.

4. Como objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas en las aglomeraciones, se establece el mantenimiento en dichas zonas de los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla II, tratando de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible. Los objetivos de calidad de las zonas tranquilas en campo abierto serán, en su caso, los establecidos para el área de tipo g) en que se integren.

5. A los edificios, que cumpliendo la normativa urbanística, estén situados fuera de zonas urbanizadas, considerando como tales las definidas en el artículo 2 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, les serán de aplicación los objetivos de calidad acústica establecidos en la tabla IV. Para el cumplimiento de dichos objetivos de calidad, se aplicarán medidas que resulten económicamente proporcionadas, tomando en consideración las mejores técnicas disponibles.

En cuanto a los mapas de ruido, en el Capítulo II, Mapas de ruido y planes de acción:

Artículo 13. Fines y contenidos mínimos de los mapas de ruido.

1. Conforme a lo dispuesto en el artículo 71 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, los mapas de ruido tendrán entre otros, los siguientes objetivos:

a) Permitir la evaluación global y por tipología de fuentes de la exposición a la contaminación acústica de una determinada zona.

b) Facilitar la delimitación de las zonas acústicamente conflictivas, entendiéndose por éstas las zonas en las que se rebasen los valores límite establecidos en los objetivos de calidad acústica aplicables a dicha área.

c) Permitir la realización de predicciones globales para cada zona.

d) Posibilitar la adopción fundada de planes de acción en materia de contaminación acústica y en general de las medidas correctoras adecuadas.

2. El cartografiado estratégico del ruido se ajustará a lo establecido en el Anexo IV del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental y contendrá, además, cuando proceda, conforme a lo dispuesto en el artículo 71.2 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, información sobre:

- Valor de los índices acústicos existentes o previstos en cada una de las áreas de sensibilidad acústica afectadas.
- Valores límites y objetivos de calidad acústica aplicable a las distintas áreas de sensibilidad acústica.
- Superación o no, por los valores existentes, de los índices acústicos de los valores límites aplicables y cumplimiento o no de los objetivos aplicables de calidad acústica.

Número estimado de personas, de viviendas, de centros docentes y de hospitales expuestos a la contaminación acústica en cada área acústica.

3. Además de lo establecido en el punto anterior, se podrán elaborar mapas que incorporen los siguientes aspectos:

a) Superación de valores límites.

b) Comparación de la situación existente con posibles situaciones futuras.

c) El valor de un indicador del ruido en la fachada de las viviendas a diferentes alturas.

Artículo 14. Mapas estratégicos y singulares de ruido.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

1. Los Ayuntamientos elaborarán y aprobarán los mapas estratégicos de ruido de las aglomeraciones según el calendario previsto en la Disposición adicional primera de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

2. La Administración competente por razón de la actividad, elaborará los mapas estratégicos de ruido para los grandes ejes viarios, ferroviarios e infraestructuras aeroportuarias según el calendario previsto en la citada disposición adicional primera de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

3. Los Ayuntamientos o la Administración competente por razón de la actividad, elaborarán los mapas singulares de ruido en el plazo de un año desde la detección del incumplimiento de los correspondientes objetivos de calidad acústica. En particular, deberá realizarse mapa singular de ruido cuando se detecte incumplimiento de los objetivos de calidad acústica con ocasión de la elaboración de un mapa de ruido de los tipos definidos en los párrafos a) y c) del artículo 12.

4. Los mapas estratégicos y singulares de ruido deberán revisarse y, en su caso, modificarse cada cinco años a partir de la fecha de su aprobación y, en todo caso, cuando por aplicación de un plan de acción se vean sensiblemente modificados los niveles sonoros de la zona afectada. Artículo 15. Requisitos mínimos que se deben cumplir en la elaboración de los mapas de ruido.

1. De conformidad con lo dispuesto en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, los mapas estratégicos de ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, deberán utilizar los siguientes índices y procedimientos de medidas de la contaminación acústica:

a) Se utilizarán como índices de valoración:

- 1. Lden. Indicador de ruido día-tarde-noche.
- 2. Ld . Indicador de ruido diurno.
- 3. Le . Indicador de ruido en periodo vespertino.
- 4. Ln . Indicador de ruido en periodo nocturno.

b) En el caso de realizar el mapa estratégico mediante mediciones, el procedimiento de ensayo para realizar las mediciones acústicas se llevará a cabo con arreglo a lo establecido en el Anexo IV del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, así como con lo establecido en el Capítulo V del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

c) Las representaciones gráficas de los indicadores de ruidos ambientales se realizarán a una cota relativa de 4 metros.

d) Para simplificar el sistema de medidas, podrán medirse los niveles sonoros a otros niveles, siempre por encima de 1,5 metros del suelo, realizando las correspondientes correcciones mediante procedimientos internos que establezcan las correlaciones entre ambas mediciones.

e) La aplicación informática para el cartografiado acústico en la realización de mapas de ruido se basará en los métodos de cálculo establecidos en el apartado 2, del Anexo II, del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

f) La simulación, en su caso, indicará el modelo de emisión y de propagación acústica empleado, y deberá ser compatible con el sistema básico de información sobre contaminación establecido en la disposición adicional única del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre

2.2 Definición del escenario de modelización

A continuación, se exponen las fuentes de información y tratamiento de los elementos que componen el escenario de modelización:

2.2.1 Cartografía

Para la definición geométrica de los elementos de modelización se ha utilizado el **Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m del Instituto Cartográfico Nacional**, la cual presenta una cobertura continua para todo el ámbito de estudio, teniendo una mejor definición y/o grado de actualización que las analizadas. Además, esta cartografía ha sido empleada exitosamente en gran parte de los Mapas estratégicos de ruido realizados en España.

Dicho modelo digital del terreno se ha obtenido por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos LIDAR de la primera cobertura del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), a excepción de las hojas de Ceuta, Melilla e Isla de Alborán (1110, 1111, 1078B) obtenidas por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos PNOA con resolución de 25 a 50 cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura donde fuera viable

La unidad de distribución y descarga es la hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000). Siendo necesarias para el estudio las hojas 0984 y 1002.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

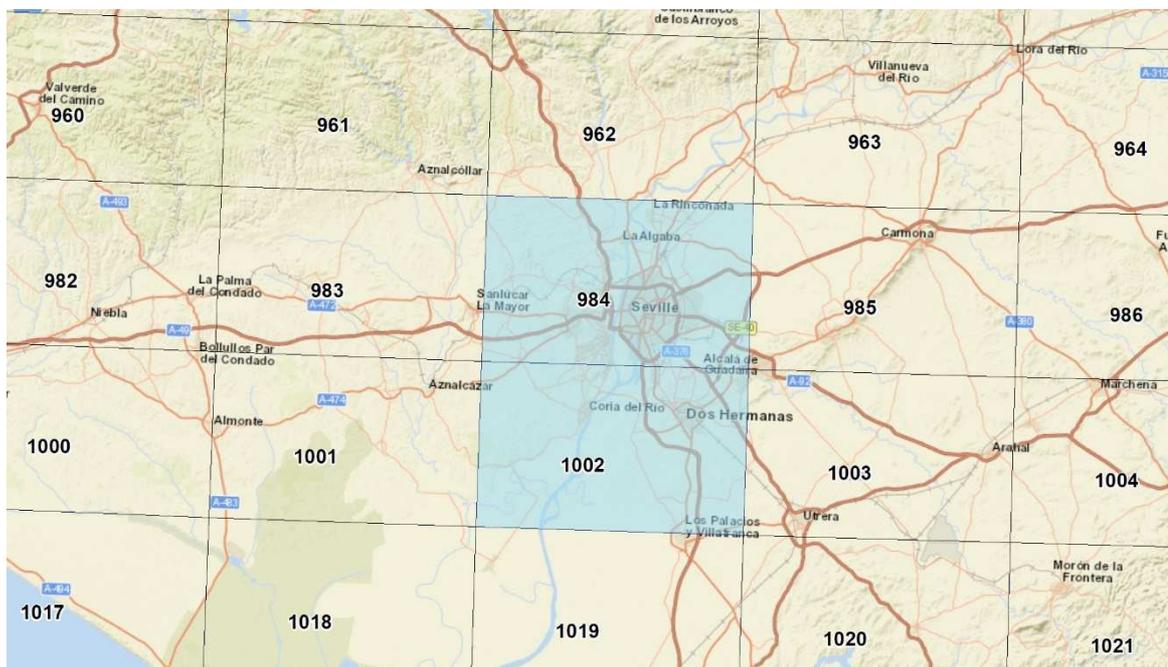


Figura 7. Hojas del MDT05 empleada en el ámbito de estudio. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las hojas utilizadas provienen de la interpolación a partir de la clase terreno de vuelos LIDAR de la primera cobertura del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). La fecha de realización de los MDT para la zona de estudio es de 2014.

Como apoyo a esta cartografía se han utilizado las **Ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)**, en su versión de máxima actualidad.

El grado de actualización tanto de las ortofotos como del MDT05 ha permitido que no sea necesario utilizar ninguna otra fuente cartográfica.

No obstante, cabe resaltar que se han barajado otras alternativas a estas cartografías, las cuales se enumeran a continuación:

Modelo digital del terreno con paso de malla de 2 m del Instituto Cartográfico, aún no tiene cobertura para toda la península, y la zona de estudio se encuentra fuera de las zonas hasta el momento cartografiadas con esta resolución.

Modelo Digital de Andalucía, del Instituto Cartográfico de Andalucía, generado a partir de vuelos fotogramétricos llevados a cabo en los años 2008 y 2009 y con una resolución de 10metros/píxel, pero se descartó su uso por tener menor resolución y estar menos actualizado que el MDT del PNOA disponible en el Instituto Cartográfico Nacional.

Cartografía Urbana Vectorial a escala 1:1000 y 1:2000 del Instituto Cartográfico de Andalucía, información de cotas de terreno detalladas, pero con lagunas de información en las zonas edificadas por cortar en ellas las curvas y representar los edificios o arboledas. Además, sólo está disponible para la zona de San Juan de Aznalfarache, y la unión con otro tipo de

cartografía en el resto del área de estudio puede suponer un problema por no encajar bien los límites entre ambas. Se trata de una cartografía de 2010, lo cual es otro motivo para descartarla ya que la cartografía del PNOA disponible en el IGN es más actual.

Planta general del trazado, facilitada por la concesionaria de la Línea 1 del Metro, que si bien no ha sido utilizada para el modelo ya que no se disponía en formato vectorial ha sido útil para tramificar el eje para la asignación de velocidades.

2.2.1.1 *Tratamiento para la obtención del MDT*

Para la obtención del MDT que se importará al programa de cálculo se ha realizado las siguientes operaciones mediante herramientas GIS:

- Extracción de las curvas de nivel de MDT

Mediante la herramienta contour de ArcGIS se realiza la extracción en una banda de 100 m a ambos lados del eje de estudio de un curvado de 1 m.

Con esta banda quedan definidos taludes, desmontes, entradas a túneles y obstáculos significativos en el entorno de las vías.

Para el resto de modelo se extraen las curvas cada 5 metros.

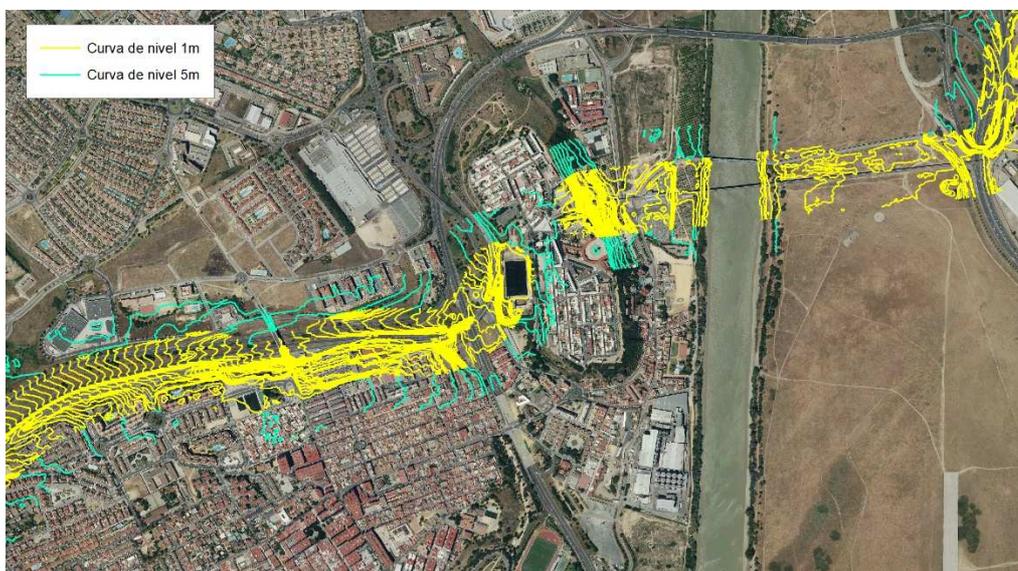


Figura 8. Ejemplo de curvas de nivel en la L1 de metro de Sevilla. Fuente: Elaboración propia.

- Revisión del MDT y corrección de errores

Una vez obtenidas las curvas para toda el área de estudio se procede a la eliminación de errores. Estos errores se producen principalmente en la zona de viaductos, pasos superiores y entrada a túneles.



Figura 9. Corrección de un enlace en el MDT. Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Definición del eje de la infraestructura

2.2.2.1 Tratamiento para la obtención del eje

Para cada línea de metro se han utilizado dos ejes, uno para cada sentido de circulación.

Para ambos ejes se ha optado, en todos las UMEs por la digitalización de estos con base en las ortofotos del PNOA.

Una vez digitalizado mediante herramientas GIS se ha obtenido un nuevo eje 3D tomando la cota del MDT05. Una vez obtenido el eje en 3D se corrigen aquellos casos donde el eje no se ajusta a la cota real del trazado.

Se trata principalmente de dos errores:

- Zonas de viaducto

En el ejemplo que figura a continuación se muestra una imagen con el resultado de la revisión, donde se aprecia que en la zona del viaducto es necesario efectuar una corrección, ya que en este caso las vías no se deben apoyar en el terreno definido por el MDT.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

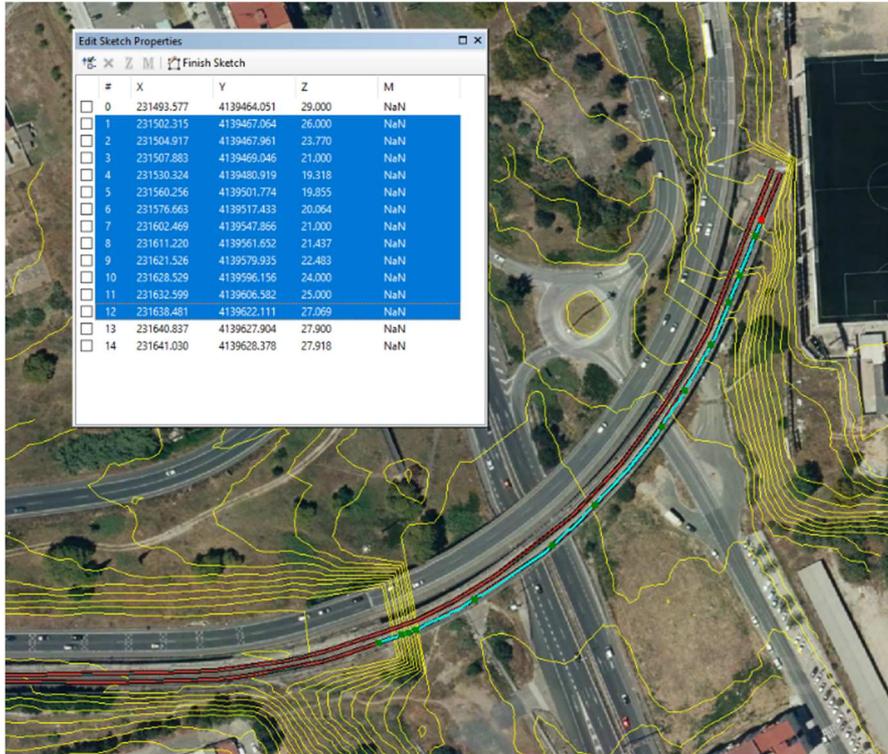


Figura 10. Error en viaducto. Fuente: Elaboración propia.

- Entrada a túneles

En el siguiente ejemplo se muestra en la imagen un error a la entrada del túnel en el que las cotas deberían ser ascendentes y se aprecia una cota mayor al inicio del eje que baja para después seguir la tendencia ascendente correcta.

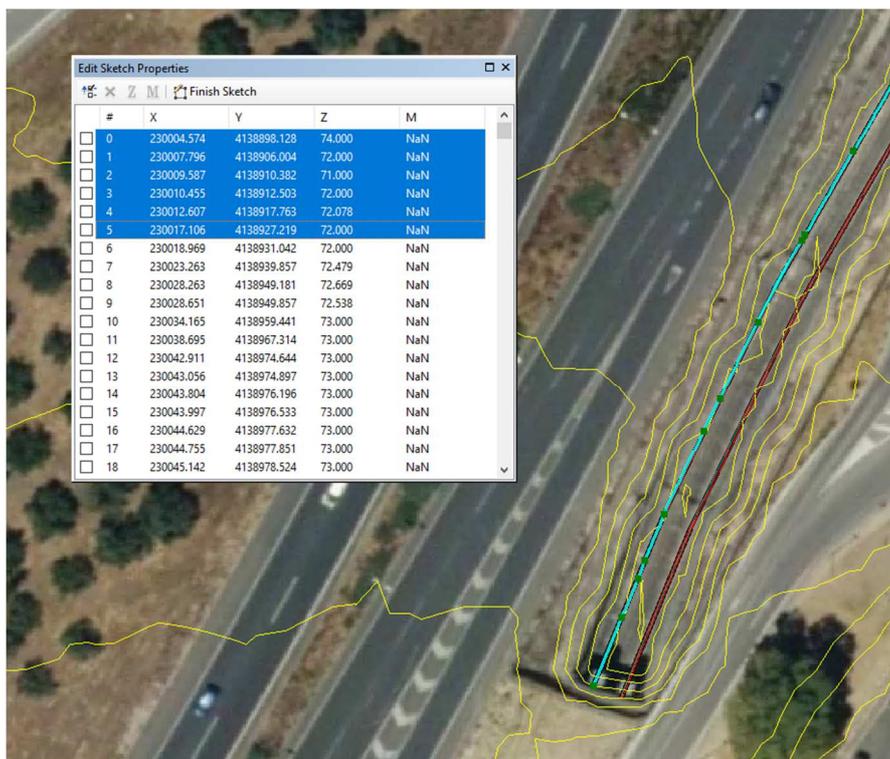


Figura 11. Error en zona de túnel. Fuente: Elaboración propia

Por último, hay que indicar que será en la capa de los ejes de modelización donde se definen los parámetros correspondientes a tráfico, velocidades máximas, tipo de vía, conexiones...

2.2.2.2 Definición de las plataformas.

Para efectuar la definición de las plataformas, se ha partido de los ejes previamente tratados, según la metodología anterior. A estos ejes se les traza unas paralelas en 3D a una distancia de 0.9 metros.

Estas paralelas se obtienen para todo el ferrocarril a excepción de los tramos que discurren en viaducto.

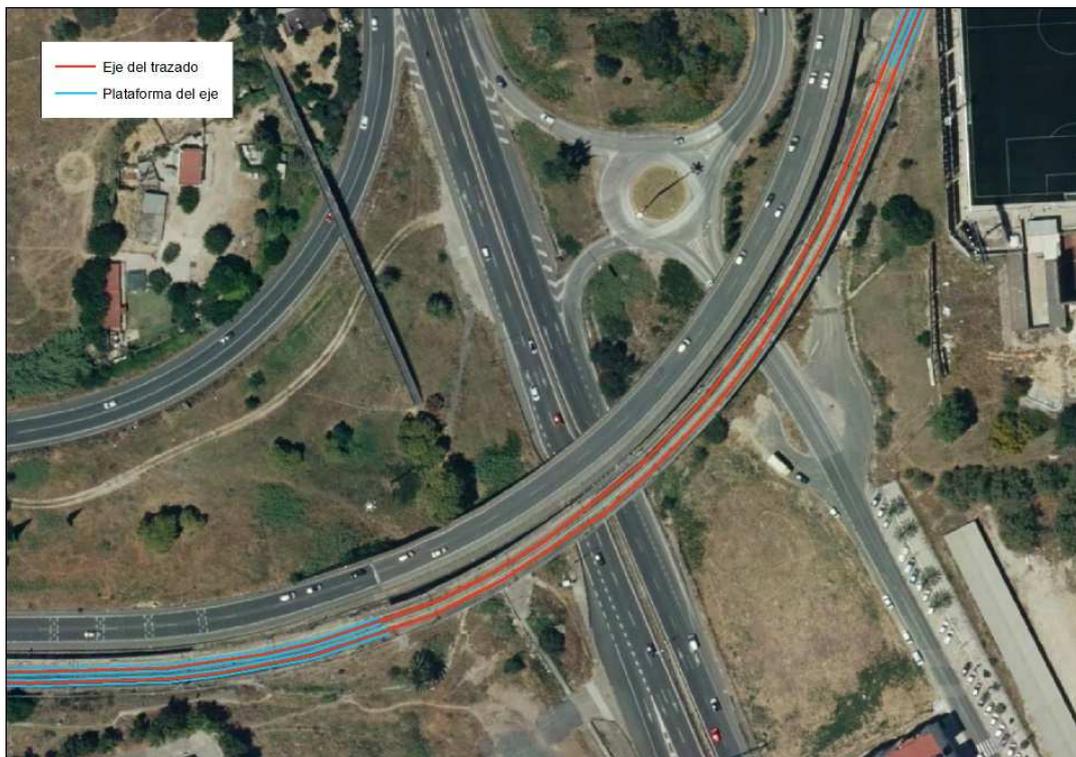


Figura 12. Las líneas verdes marcan las plataformas trazadas. Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, una vez obtenida la delimitación de la plataforma, se elimina toda la información altimétrica del MDT, creado previamente, que quede en el interior de esta plataforma. Para ello se crea un polígono 10 cm más ancho que la propia plataforma.

Las líneas de la plataforma han sido introducidas en el programa de simulación como "countorlines", al igual las curvas de nivel que forman parte del modelo del terreno, descritas en el apartado de preparación de la cartografía.

2.2.3 Edificios

2.2.3.1 Datos de partida

Para la elaboración de la capa edificio y la asignación de población a estos se partirá de la información procedente de:

- **Dirección General de Catastro**
 - Cartografía catastral en formato shapefile.

La cartografía catastral que puede descargarse de la Sede Electrónica del Catastro y está constituida por un conjunto de capas y de tablas.

Entre todas las capas disponibles la que ha sido utilizada para obtener la capa edificios ha sido la capa CONSTRU, tanto urbana como rural.

- Información alfanumérica en formato CAT

Para cada municipio se obtiene la Información alfanumérica de las fincas, exceptuando la titularidad catastral, DNI/CIF, domicilio y valor catastral (datos protegidos). Disponible tanto para fincas rurales como urbanas.

En concreto se utiliza la siguiente información relativa al uso y a la antigüedad.

- **Instituto Nacional de Estadística.**

- Datos del padrón de 2019 por secciones censales.
- Capas shapefile de secciones censales de 2019.

- **Centro nacional de Información Geográfica.**

- Ortofotos del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea).

- **Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.**

- Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA), se ha utilizado principalmente la información geográfica alusiva a diferentes servicios y equipamientos (salud, educación, deportes, bibliotecas, ayuntamientos, juzgados, centros comerciales, seguridad, etc.) ubicados en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

2.2.3.2 Obtención de la capa edificios

Se utiliza el shapefile poligonal "CONSTRU" de la Dirección General de Catastro como base para obtener la capa edificios. Estos se obtienen por municipio.

A estas capas ha sido necesario realizarle una serie de tratamientos para la asignación de los atributos que deben obtenerse para cada edificio, como son la altura, el uso, viviendas y población.

La unidad mínima final utilizada capa es **referencia catastral**, la cual se identifica mediante un código unívoco.

No obstante, cada edificación aislada (que no comparta ninguna fachada con otra) es considerada como un registro independiente. Ejemplo:



Figura 13. Edificaciones pertenecientes a una misma referencia catastral pero que al tener una medianera común se han considerado edificaciones independientes. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen los pasos más importantes para su tratamiento:

2.2.3.2.1 Depuración de la capa “CONSTRU”

La capa facilitada por catastro contiene un campo donde se detalla el número de plantas en número romanos y además incluye la identificación de aquellos polígonos que no son edificios (patios, zonas deportivas...)

Se eliminan estos registros y se coteja, mediante superposición con la ortofoto, que las zonas deportivas, suelos sin edificar, piscinas, o los patios de mayor entidad han sido eliminados.



Figura 14. A la derecha la capa CONSTRU tal como se descarga de catastro y a la izquierda con el filtro realizado. Fuente: Elaboración propia

Además, se realiza una revisión para digitalizar todas aquellas construcciones que no se encuentran recogidas en catastro, especialmente en las zonas cercanas a la infraestructura en estudio.



Figura 15. Ejemplo de edificación no contemplada en catastro. Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2.2 Asignación preliminar de alturas

Una vez se han obtenido las edificaciones, se realiza una serie de tratamientos en GIS tras los cuales se obtiene un polígono por cada referencia catastral. En ocasiones una misma referencia catastral contiene varias edificaciones independientes con diferentes alturas, por lo que en esos casos concretos si tendremos más de un polígono con igual nombre. Debemos asignar un nombre único para cada edificación final independiente.

Cada referencia catastral inicial también contiene información sobre el número de plantas, pero debido a la posible morfología irregular de la construcción puede tener diferentes alturas, al fusionar los polígonos y obtener un sólo polígono por edificación debemos asignar un único número de plantas, que será el que mayor superficie ocupe dentro de dicha edificación, el valor que predomine.

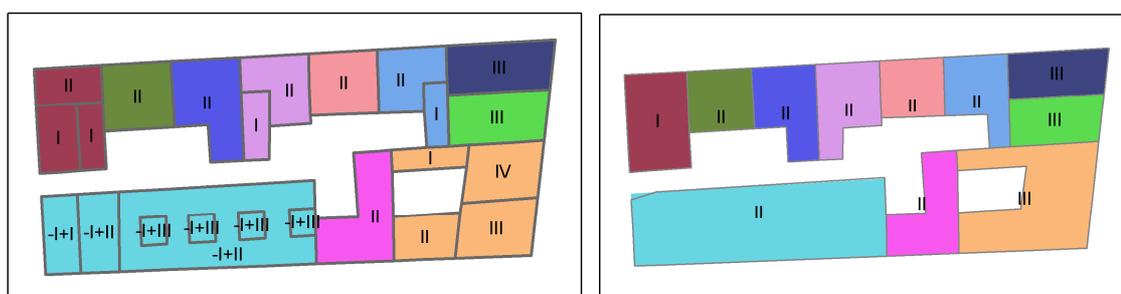


Figura 16. Imagen que muestra la simplificación realizada que consiste básicamente en tomar como unidad mínima la parcela catastral, es decir se agruparan todas las construcciones que correspondan a una misma parcela catastral... Fuente: Elaboración propia

El número de plantas viene codificado con una serie de números romanos y letras, que deben ser convertidos a valores numéricos, para poder trabajarlos y sacar de ellos las alturas en metros que necesitamos para los cálculos.

Mediante vínculos y tratamiento en GIS conseguimos finalmente una capa de edificios con un identificador único para cada uno y un número de plantas predominante asignado.

2.2.3.2.3 Asignación preliminar de usos

Para la asignación de usos se ha utilizado la información alfanumérica descargada de catastro (fichero CAT) que permite obtener los usos existentes para cada referencia catastral.

Para cada referencia catastral se recoge:

- Uso predominante en la referencia catastral atendiendo al número de registro para cada uso distinto
- Uso que se considere más restrictivo.

De manera general como uso la referencia catastral se asigna el predominante, pero se realiza una revisión para que ningún uso sensible como pueden ser colegios, hospitales queden sin identificar. Se revisan aquellas referencias catastrales donde el uso predominante no coincide con el uso más restrictivo

2.2.3.2.4 Revisión de usos y alturas

Una vez se han asignado las altura y uso a cada edificio se ha revisado mediante las ortofotos y visores que estas alturas son coherentes con la realidad y se han corregido aquellos casos donde la agrupación de polígonos y asignación de número de plantas predominante haya podido generar errores relevantes para la asignación de alturas o usos. Estas revisiones tienen especial importancia en las inmediaciones de la vía.

Esto se coteja mediante comprobación mediante ortofotos, cruzándola con el resto de información disponible como es la capa de servicios del DERA y mediante visores web.

Esto es muy importante ya que dentro de una misma referencia catastral pueden existir edificaciones con diferentes usos. Un error muy frecuente es una referencia catastral con una edificación principal de uso "residencial" y una edificación secundaria menor con uso "otros".

A continuación, se muestra un ejemplo en el que, en una referencia catastral, que contiene varias edificaciones con varias altura y distinto uso, de manera preliminar se le había asociado 1 planta y el mismo uso a todo, cuando en realidad hay que diferenciar tres edificaciones distintas debido a que presentan diferente alturas y distinto uso:

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 17. Arriba a la izquierda el edificio identificado con error en la asignación de plantas en rojo y en verde una vez ya corregido y a la izquierda se muestra la foto de StreetView donde se comprueba dicho error. Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Ejemplo de corrección de uso preliminar mal asignado Fuente: Elaboración propia

2.2.3.2.5 Simplificación de la geometría y creación de plataformas

Antes de importar la capa edificios a Cadna se realizan dos operaciones:

- Simplificación de la geometría de edificios,

Mediante la herramienta "simplify line or polygon", disminuyendo el número de vértices de las fachadas, asegurando la asignación de evaluadores de ruido.

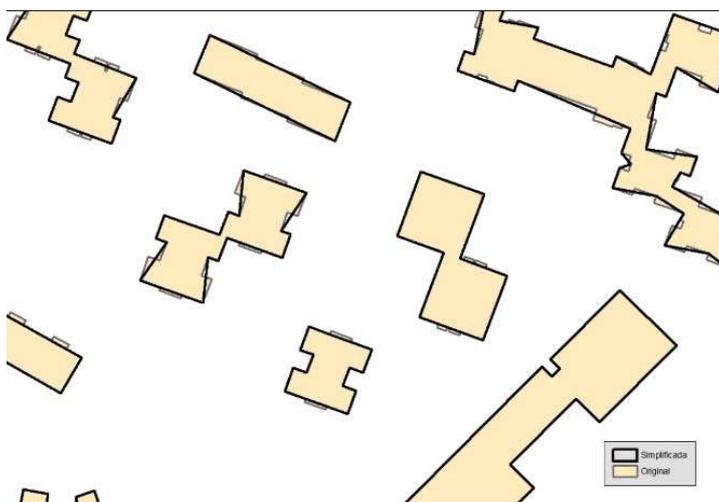


Figura 19. Ejemplo de simplificación. Fuente: Elaboración propia

- Determinación de las plataformas sobre las que se asientan los edificios,

Para evitar que los edificios queden enterrados se calcula para cada edificio una plataforma sobre la que asentarlos.

Para ello en primer lugar se elimina toda la información altimétrica que queda bajo ellos (ya que en ocasiones presenta errores) y posteriormente mediante la herramienta Zonal estadistic se calcula la media de las cotas de los bordes de estos.

2.2.3.3 Metodología para la asignación del número de viviendas y población a la capa de edificios

2.2.3.3.1 Datos de partida

- Población

Los últimos datos de población disponibles en el INE son los correspondientes al padrón de 2019.

- Viviendas

Datos proporcionados por catastro referente al uso de los edificios. Esta información se encuentra en el fichero "CAT" que es el que contiene la información alfanumérica.

Mediante una serie de consultas Access es posible obtener el número de viviendas para cada referencia catastral, ya que cada referencia catastral muestra un registro para cada uso distinto. Sumando el número de usos residenciales que existen en una referencia catastral se obtiene el número de viviendas.

2.2.3.3.2 Asignación de número de viviendas y de población a cada edificio.

- Viviendas

Para asignar el número de viviendas de cada referencia catastral a cada edificio se ha repartido el número de viviendas de cada referencia catastral entre los edificios residenciales que la conforman atendiendo a la superficie de cada edificio (m^2 en planta * número de plantas).



Figura 20. Ejemplo de asignación de viviendas a cada edificio. Fuente: Elaboración

En el caso de aquellas edificaciones que no se encontraban recogidas en catastro, para la asignación de viviendas al edificio se ha hecho uso del dato de superficie construida. Para cada sección se obtiene un dato medio de m^2 /vivienda. La superficie del nuevo edificio se divide por este dato y se obtiene el número de viviendas.

- Población

La asignación de población se realiza atendiendo al número de viviendas asignadas a cada edificio.

El procedimiento es el siguiente:

Para cada sección se calcula el número medio de habitantes por vivienda, dividiendo la población de cada sección por el número total de viviendas de la sección.

El dato final de población para cada edificio se obtiene de multiplicar el número de viviendas de este por el número medio de habitantes por vivienda de la sección a la que pertenezca el edificio.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

En el ejemplo anterior, la sección presenta una población de 1956 personas y 790 viviendas (suma de las viviendas de todas las referencias catastrales que conforman la sección), por lo que el número medio de habitantes por vivienda será de 2,47 persona/vivienda.

A continuación, se muestra que población asignada a cada edificio considerado:



Figura 21. Ejemplo de asignación de población a cada edificio. Fuente: Elaboración propia

2.2.4 Túneles y Viaductos

2.2.4.1 Viaductos

Para la modelización de los viaductos existentes a lo largo de la UME's del estudio se ha optado por la opción de "autoapantallamiento" que incorpora Cadna, ya que con esta opción se tiene en cuenta la pendiente del viaducto. Para ello ha sido fundamental para la correcta modelización de los viaductos, realizar una corrección previa del modelo del terreno, dar continuidad al terreno bajo los mismos y realizar la interrupción de la plataforma definida a lo largo de la vía.

2.2.4.2 Túneles

Actualmente, no existe ninguna norma de cálculo que tenga en cuenta el cálculo de túneles. Esto es un hecho muy importante a tener en cuenta.

Si bien existe una "Technical note" de Datakustic, realmente es un estudio de investigación que se hizo en su momento, para explicar el problema y dar un procedimiento que pudiera ser una solución. Este trabajo se hizo en 2008, y se tuvieron en cuenta ciertas normas con sus correspondientes factores de corrección.

En este trabajo, sólo se consideró el caso de las carreteras y, aunque es también usable para el caso de ferrocarriles, no existen factores de corrección en ese caso (la obtención de factores de corrección conlleva realizar medidas específicas).

En el caso de las salidas de túnel implica tener una incertidumbre mucho mayor que en el caso de no tenerlas en cuenta.

Por tanto, dada la escala de un mapa estratégico estos han sido identificados en planta, pero no se simularán sus efectos.

2.2.5 Obstáculos

Además de los obstáculos que presenta los MDT utilizados es necesario introducir otros obstáculos los cuales no se encuentran reflejados en estos.

Para ello se ha realizado un inventario de pantallas y muros, ubicándolos en planta y caracterizándolos de cara a su comportamiento como obstáculo al ruido.

En la siguiente tabla se muestra el número total de tramos de pantallas/muro, así como la longitud total de estos por UME y en el anexo 2 se puede consultar la ficha elaborada para cada una de estas pantallas.

UME	PANTALLA nº	P.K medio	Margen	Longitud	Altura	Tipología	Municipio
UME L1 SEV-2	P L1 SEV-2_1	1+620	Dcho	130m	2.5	Hormigón	San Juan de Aznalfarache
UME L1 SEV-2	P L1 SEV-2_2_1	2+600	Dcho	295m	2.5	Metálica y metacrilato	San Juan de Aznalfarache
UME L1 SEV-2	P L1 SEV-2_2_2	2+530	Izq	114m	2.5	Metálica	San Juan de Aznalfarache
UME L1 SEV-2	P L1 SEV-2_3	2+725	Izq	2904m	2.5	Metálica y metacrilato	San Juan de Aznalfarache

Tabla 3. Obstáculos en el ámbito de estudio Fuente: Elaboración propia.

2.3 Configuración de los cálculos acústicos

2.3.1 Modelo de cálculo

Hasta ahora España no disponía de método específico para el cálculo de niveles sonoros en el caso de ferrocarril. La Directiva 2020/49/CE, para todos aquellos países que no tuvieran método específico de cálculo, recomendaba el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como "Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawai'96" (SMRII). Esto queda recogido en el Anexo II del RD 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 del ruido ambiental.

En julio de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea la Directiva 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Mediante esta nueva Directiva se sustituye el anexo II de la anterior Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.

Esta directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del 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 del ruido ambiental.

Con la modificación del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, se sustituyen los métodos de cálculo de los índices de ruido L_{den} y L_n utilizados para la evaluación del ruido industrial, del ruido de aeronaves, del ruido de trenes y del ruido del tráfico rodado, por una metodología común de cálculo desarrollada por la Comisión Europea a través del proyecto «Métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU)». La utilización de esta metodología es vinculante para los Estados miembros desde el 31 de diciembre de 2018.

Por ello en un primer momento de cara a este trabajo se planteó la posibilidad de utilizar este nuevo método. Pero tras analizar la situación de este nuevo método para el caso de los ferrocarriles entendemos que actualmente no es posible utilizar este nuevo método. Para poder utilizar este método es necesario la existencia de una base de datos oficial española que adapte las categorías de ferrocarriles existente a las especificaciones del nuevo método, y está a fecha de elaboración del presente estudio aún no está disponible.

Por tanto, se ha optado por seguir utilizando el método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como "Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawai'96" (SMRII). Este método es propuesto por la Directiva Europea 2002/49 sobre Evaluación del Ruido Ambiental como método provisional para la realización de mapas de ruido de infraestructuras del ferrocarril para aquellos países que no tengan su propio método oficial, como es el caso de España, y es él se que se ha empleado de manera general para todos los MER de ferrocarril hasta la tercera fase de la Directiva.

Con respecto a los datos de emisión, se recomienda, por defecto, la base de datos de emisiones neerlandesa.

Con la norma SRM II, se determinan valores de emisión por bandas de octava para cada categoría de tren y cada altura de fuente acústica (hasta cinco alturas). Una vez caracterizadas las emisiones de las distintas categorías de tren, se calcula la del tramo de línea ferroviaria especificado, teniendo en cuenta el paso de las distintas categorías de tren (considerando que no en todas existen fuentes sonoras en todas las alturas), así como el paso de los trenes en diferentes condiciones (frenando o no). El factor de emisión en bandas de octava i se calcula del modo siguiente: todo

$$L^h_{E,i} = 10 \log \left(\sum_{c=1}^n 10^{E^h_{nb,i,c}/10} + \sum_{c=1}^n 10^{E^h_{br,i,c}/10} \right)$$

Donde:

n: es el número de categorías de trenes que utilizan la línea férrea considerada.

$E^h_{nb,i,c}$: factor de emisión de las unidades de un tren que no están frenando para cada categoría de trenes ($c=1$ a n), en la banda de octava i , y la altura de evaluación h .

$E^h_{br,i,c}$: factor de emisión de las unidades de un tren que están frenando para cada categoría de trenes ($c=1$ a n), en la banda de octava i , y la altura de evaluación h .

Las alturas de evaluación h son 0, 0,5, 2, 4 y 5 m, dependiendo de la categoría de tren. Los factores de emisión se calculan de la siguiente forma:

$$E^h_{nb,i,c} = a^h_{i,c} + b^h_{i,c} \log V_c + 10 \log Q_c + C_{bb,i,m,c}$$

$$E^h_{br,i,c} = a^h_{br,i,c} + b^h_{br,i,c} \log V_{br,c} + 10 \log Q_{br,c} + C_{bb,i,m,c}$$

Donde:

$a^h_{i,c}$, $b^h_{i,c}$, $a^h_{br,i,c}$, $b^h_{br,i,c}$: son los factores de emisión para la categoría de trenes c respectivamente para la fase de frenado y no frenado, para una banda de octava i a una altura h .

Q_c : es la media de las unidades de las categorías de vehículos ferroviarios que no están en fase de frenado.

$Q_{br,c}$: es la media de las unidades de las categorías de vehículos ferroviarios que están en fase de frenado.

V_c : velocidad media al paso de los vehículos que no están frenando.

$V_{br,c}$: velocidad media al paso de los vehículos que están frenando.

bb : tipo de vía / condición de las vías férreas.

m : estimación de las discontinuidades de la vía.

$C_{bb,i,m,c}$: corrección por discontinuidades de la vía y por rugosidad de los raíles.

Además, se tendrá en cuenta la recomendación de la Comisión, de 6 de agosto de 2003, relativa a orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, el procedente de aeronaves, el del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes.

2.3.2 Caracterización de la fuente de estudio

La correcta caracterización de las fuentes de ruido se convierte en el factor más determinante a la hora de realizar un estudio de ruido que se ajuste lo máximo posible a la situación real.

Una modelización acústica de precisión se basa en caracterizar correctamente las fuentes de ruido con respecto a factores como tipología de trenes, frecuencia de paso, tipo de vía, y velocidades.

A continuación, se describe la información necesaria para la caracterización de la vía en estudio:

Categorías de tren

Las categorías existentes en la base de datos de emisiones neerlandesa se diferencian principalmente por su sistema de propulsión y de frenado.

Para la caracterización de los trenes objeto de estudio se ha utilizado la *Categoría 7: metros y trenes urbanos* según el método descrito.

Frecuencia

Con base en los horarios y frecuencias de paso facilitadas por la concesionaria y que se expone a continuación se ha estimado una frecuencia medida de vehículos.

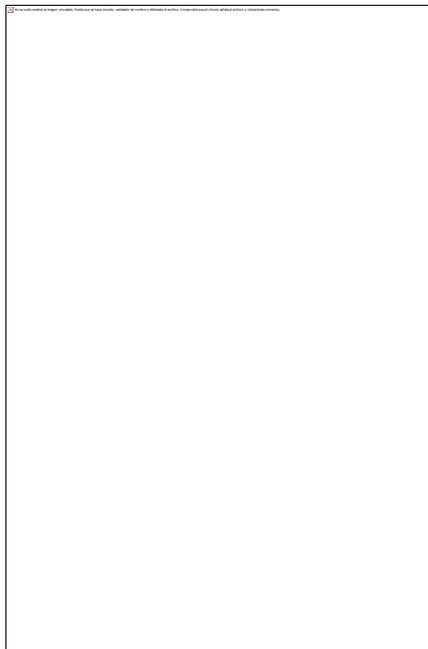


Figura 22. Frecuencia de paso . Fuente: Metro de Sevilla

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

A continuación se expone la frecuencia utilizada en el modelo de cálculo (para cada sentido de circulación):

Periodo	L1 Metro Sevilla
Dia	119
Tarde	28
Noche	5

Tabla 4. Frecuencias introducidas en el modelo de cálculo para cada sentido. Fuente: Elaboración propia.

Velocidades

A continuación, se muestra la tramificación adoptada de velocidades en el modelo:

VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_1	0	121	20
UME L1 SEV_1	121	207	35
VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_2	1222	2163	65
UME L1 SEV_2	2163	2453	20
UME L1 SEV_2	2453	2632	65
UME L1 SEV_2	2632	2870	70
UME L1 SEV_2	2870	3200	65
VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_3	3540	3904	65
UME L1 SEV_3	3904	4167	70
UME L1 SEV_3	4167	4710	65
UME L1 SEV_3	4710	4803	40
UME L1 SEV_3	4803	5302	60
UME L1 SEV_3	5302	5452	65
UME L1 SEV_3	5452	5496	70
VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_4	12954	13197	65
UME L1 SEV_4	13197	13293	35
UME L1 SEV_4	13293	13763	65
UME L1 SEV_4	13763	14004	40
UME L1 SEV_4	14004	14115	30
UME L1 SEV_4	14115	14406	40
UME L1 SEV_4	14406	14666	45
UME L1 SEV_4	14666	14830	50
UME L1 SEV_4	14830	14925	30
UME L1 SEV_4	14925	15626	60
UME L1 SEV_4	15626	15868	30
UME L1 SEV_4	15868	15980	35
UME L1 SEV_4	15980	16088	50
VÍA 1			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_5	17756	17952	50
UME L1 SEV_5	17952	18050	65

VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_1	0	121	20
UME L1 SEV_1	121	207	60
VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_2	1222	2164	65
UME L1 SEV_2	2164	2482	25
UME L1 SEV_2	2482	3108	65
UME L1 SEV_2	3108	3200	70
VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_3	3540	4677	70
UME L1 SEV_3	4677	4791	40
UME L1 SEV_3	4791	4968	65
UME L1 SEV_3	4968	5350	55
UME L1 SEV_3	5350	5496	65
VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_4	12954	13200	45
UME L1 SEV_4	13200	13300	35
UME L1 SEV_4	13300	13769	70
UME L1 SEV_4	13769	14013	40
UME L1 SEV_4	14013	14123	35
UME L1 SEV_4	14123	14404	40
UME L1 SEV_4	14404	14759	45
UME L1 SEV_4	14759	14834	50
UME L1 SEV_4	14834	14935	35
UME L1 SEV_4	14935	15255	70
UME L1 SEV_4	15255	15592	60
UME L1 SEV_4	15592	15711	40
UME L1 SEV_4	15711	15873	25
UME L1 SEV_4	15873	16088	35
VÍA 2			
UME	PK INI	PK FIN	VELOCIDAD
UME L1 SEV_5	17756	17836	60
UME L1 SEV_5	17836	18050	55

Tabla 5. Velocidades introducidas en el modelo de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Vía

La emisión sonora no depende sólo del tipo de tren, sino que también depende de la estructura sobre la que se asienta la vía. El método contempla ocho estructuras diferentes que modifican en mayor o menor medida la emisión del tren.

TIPO DE VIAS
Vías de traviesas simples o dobles de cemento, sobre lecho de balasto (bb=1)
Vías con traviesas de madera o traviesas de cemento en zig-zag, sobre lecho de balasto (bb=2)
Vías sobre balasto, sin traviesas, vías con juntas o vías con sistemas de cambio de vía (bb=3)
Vías con bloques (bb=4)
Vías con bloque sobre lecho de balasto (bb=5)
Vías con fijación de raíles ajustables (bb=6)
Vía con fijación de raíles ajustables, sobre lecho de balasto (bb=7)
Vía llena (bb=8)

Tabla 6. Tipología de vías disponibles en el modelo de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

Además, el modelo permite reproducir el efecto acústico asociado a las discontinuidades de la vía. Las tipologías recogidas en el modelo de cálculo son las siguientes:

TIPO DE DISCONTINUIDADES
Raíles sin juntas, con o sin cruces o cambios de vías sin juntas (m=1)
Raíles con juntas, o con un cambio de vías aislado (m=2)
Cruces y cambios con juntas (m=3)
Más de dos cambios y cruces con juntas cada 100 metros (m=4)

Tabla 7. Tipología de desconexiones disponible en el modelo de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la línea en estudio la tipología de vías es bb=4 y las discontinuidades m=1

2.3.3 Parámetros del cálculo acústico

El presente apartado describe las condiciones de los elementos que son objeto de modelización, y se fijan las condiciones que influyen en la propagación del sonido en exteriores a la hora de efectuar los cálculos acústicos en el software.

Finalmente se detallan aspectos de la configuración que son específicos del tipo de cálculo a realizar: mapas de niveles sonoros (isófonas) o de niveles en receptores en fachadas (exposición).

Características acústicas de los elementos objeto de modelización

- Líneas topográficas: se considerarán todas las líneas de terreno como elementos difractantes.
- Se ha considerado el terreno base como absorbente ($G=1,00$), y se han utilizado unos polígonos de zonas de absorción reflectantes ($G=0,00$), correspondientes a las delimitaciones de las zonas urbanizadas.
- Edificios: se han considerados totalmente reflectantes.

Condiciones que afectan a la propagación del sonido en exteriores

- Distancia mínima de propagación del sonido desde el foco: se ha considerado una distancia de 2.000 m.
- Orden de reflexión, se ha considerado un orden de reflexión igual a 1.
- Condiciones de propagación: Siguiendo las recomendaciones del grupo de trabajo europeo WG-AEN, se han considerado los siguientes porcentajes de ocurrencia de condiciones favorables a la propagación del ruido:
 - Periodo día: 50%
 - Periodo tarde: 75%
 - Periodo noche: 100%

Condiciones específicas asociadas al tipo de cálculo

Tamaño de la malla de cálculo en los mapas de niveles sonoros (isófonas): se han realizado todos los cálculos para la definición del mapa de isófonas con un tamaño de malla de 10 x 10 m.

Ubicación de los receptores en los mapas de niveles en receptores en fachadas de edificios: Cada receptor se ha localizado lo más próximo posible a la fachada, considerando un máximo de separación de 0,05 metros.

Altura de los receptores: 4 m respecto del suelo.

Se ha considerado una separación máxima en la fachada entre receptores (interdistancia) de 10 metros.

2.4 Validación del modelo de cálculo

Si bien el escenario promedio anual en todo el ámbito de estudio lo da el modelo de predicción y nunca medidas puntuales in situ, es interesante constatar el modelo con medidas in situ de manera que se puede verificar que el modelo no se aleja de la realidad y sobre todo que este no subestima los niveles sonoros en el entorno de la línea en estudio.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

Para ello la concesionaria de la línea a través de la AOPJA ha facilitado los informes las mediciones acústicas realizadas en el entorno próximo a las vías las cuales se describen a continuación y se comparan con los resultados obtenidos el modelo:

- *Inmisión del metro a su paso por la estación de Condequinto; en sección transversal perpendicular a la vía con medidas a 3 distancias de la vía en periodo noche para el cálculo de la atenuación en distancia.* Informe realizado por la empresa SINCOSUR por encargo de la Dirección de Mantenimiento de Metro Sevilla.

Estas mediciones fueron realizadas en una zona residencial de la Avenida San José de Calasanz en Dos Hermanas (Sevilla), situándose en tres posiciones distintas respecto a la vía (a pie de vía, a 20 m y a 40 m), tal como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 23. Posición de las medidas in situ Fuente: *Informe de Inmisión del metro a su paso por la estación de Condequinto; en sección transversal perpendicular a la vía con medidas a 3 distancias de la vía en periodo noche para el cálculo de la atenuación en distancia.*

Se sigue para la realización de esta evaluación acústica el método descrito en la instrucción técnica 2 del DECRETO 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

Las medidas se efectuaron situando el micrófono a 4 m. de altura en tres puntos de evaluación prefijados. Para evitar el efecto de campo reverberante se situó el sonómetro a más de 1,5 m de cualquier pared o superficie reflectante y del suelo sobre trípode.

El procedimiento de medida ha sido la realización de tres mediciones acústicas (periodo noche) de 30 minutos de duración cada una, en la que se recogen diferentes pasos de metro y ruido de fondo.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

Una vez aislado los registros del paso del tren, se obtienen los siguientes resultados:

Valores calculados	Valores máximos según Decreto 6/2012	Cumplimiento
$L_n = 65$ dBA (A pie de vía)	$L_n < 55$ dBA	INCUMPLE
$L_n = 52$ dBA (A 20 m de la vía)	$L_n < 55$ dBA	CUMPLE
$L_n = 48$ dBA (A 40 m de la vía)	$L_n < 55$ dBA	CUMPLE

Tabla 8. Resultados de las mediciones y comparación con los objetivos de calidad Acústica. Fuente: *Informe de Inmisión del metro a su paso por la estación de Condequinto; en sección transversal perpendicular a la vía con medidas a 3 distancias de la vía en periodo noche para el cálculo de la atenuación en distancia.*

Tal como se observa y así se concluye en el informe:

“a partir de 20 metros de la vía los niveles de inmisión generados por la infraestructuras cumplen con la legislación vigente”

Dada que la distancia de la edificación residencial más cercana a la vía del metro es más de 40 metros podemos garantizar una afección nula a la edificación.

A continuación se exponen los resultados del modelo en la misma ubicación:

Medición	Valores modelo
A pie de vía	55
A 20 m de la vía	49
A 40 m de la vía	47

Tabla 9. Valores obtenidos en el modelo en los puntos de medición. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa los valores obtenidos en el modelo son coherentes (± 3 dB) con los obtenidos en las mediciones, a excepción de la medición más cercana a la vía donde esta diferencia es mayor. Sin embargo, esta diferencia no se considera relevante a la hora de validar el modelo ya al estar tan cercana a vía puede recoger circunstancias particulares de la vía que no es posible recoger con el método de cálculo utilizado en los MER.

- *Informe de la inmisión acústica generada por el metro a su paso por la estación de Olivar de Quintos.* Informe realizado por la empresa SINCOSUR por encargo de la Dirección de Mantenimiento de Metro Sevilla.

Esta mediciones fueron realizadas en una zona residencial de la Avenida Condes de Ybarra en Dos Hermanas (Sevilla).

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 24. Posición de las medidas in situ Fuente: *Informe de la inmisión acústica generada por el metro a su paso por la estación de Olivar de Quintos.*

Se sigue para la realización de esta evaluación acústica el método descrito en la instrucción técnica 2 del DECRETO 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

Las medidas se efectuaron situando el micrófono a 4 m. de altura en el punto de evaluación prefijado por Metro de Sevilla. Para evitar el efecto de campo reverberante se situó el sonómetro a más de 1.5 m de cualquier pared o superficie reflectante y del suelo sobre trípode.

El procedimiento de medida ha sido la realización de tres mediciones acústicas (Periodo día, periodo tarde y periodo noche) de 30 minutos de duración cada una, en la que se recogen diferentes pasos de metro y ruido de fondo.

Una vez aislados los registros del paso del tren, se obtienen los siguientes resultados:

Valores calculados	Valores máximos según Decreto 6/2012	Cumplimiento
$L_d = 60$ dBA	$L_d < 65$ dBA	CUMPLE
$L_e = 54$ dBA	$L_e < 65$ dBA	CUMPLE
$L_n = 53$ dBA	$L_n < 55$ dBA	CUMPLE

Tabla 10. Resultados de las mediciones y comparación con los objetivos de calidad Acústica. Fuente: *Informe de la inmisión acústica generada por el metro a su paso por la estación de Olivar de Quintos.*

Tal como se observa y así se concluye en el informe la infraestructura ferroviaria Metro de Sevilla en la zona de estudio, cumple con la normativa vigente.

A continuación se exponen los resultados del modelo en la misma ubicación:

Medición	Valores modelo
Ld	63
Le	63
Ln	53

Tabla 11. Valores obtenidos en el modelo en los puntos de medición. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, de manera general, los valores obtenidos en el modelo son coherente (en torno ± 3 dB) con los recogidos en las mediciones, a excepción de la medición para el periodo tarde.

En el periodo tarde la medición muestra niveles muy por debajo de los que habitualmente, comparándolo con el periodo día, se suelen obtener. Dada que la frecuencia de paso es muy similar en el periodo día y tarde no debería haber esa diferencia de casi 6 dB.

Considerando esto, y dado que modelo en cualquier caso da valores superiores a los de las mediciones quedando por tanto del lado de la seguridad, se da por bueno el modelo utilizado.

Por tanto, a la vista de los resultados de la comparación en ambos puntos de medición, se da por válido el modelo elaborado a nivel de mapa estratégico de ruido, y no se considera necesario por tanto realizar medidas acústicas adicionales.

2.5 Procedimiento de obtención de los mapas

2.5.1 Mapas de niveles sonoros

En el programa de propagación de ruido se ha calculado el mapa de niveles sonoros a partir del modelo de datos introducido y de los parámetros descritos con una malla 10*10 m de receptores a 4 m.

Se han generado los mapas de niveles sonoros de todas las unidades de mapa incluidas en el Estudio, con los indicadores y los intervalos siguientes:

- Mapa de niveles sonoros de Lden en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Ln en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 45-50, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70.
- Mapa de niveles sonoros de Ld en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.
- Mapa de niveles sonoros de Le en dB, con la representación de líneas isófonas que delimitan los siguientes rangos: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75.

2.5.2 Mapas de zonas de afección

Para la obtención de los datos de vivienda y población en los mapas de afección se ha considerado el nivel más desfavorable para cada edificio.

Para ello se ha intersectado la isófona Lden con la capa de edificios. La población y las viviendas de cada edificio se han asignado a la isófona más desfavorable que intersecta con este.

En la siguiente figura la edificación señalada en rojo se encuentra afectada por las tres isófonas. En este caso se asigna al rango ">75" toda la población y viviendas del edificio.

El mismo criterio se sigue en el caso de los edificios sensibles.

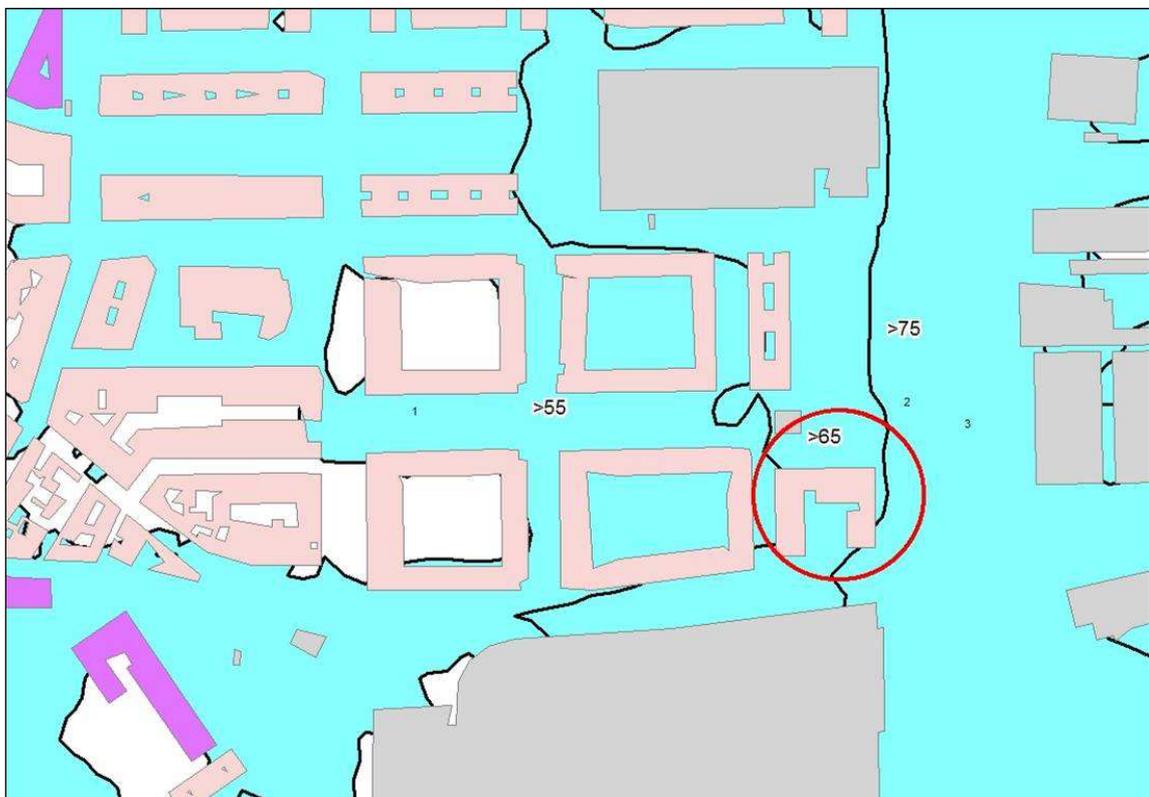


Figura 25. Ejemplo de asignación de un edificio al rango de afección. Fuente: Elaboración propia

2.5.3 Mapas de Zonificación acústica

Recoge las zonificaciones acústicas aprobadas por los municipios afectados y en el caso de aquellos municipios que no la tengan aprobada su defecto se realiza un plano equivalente de zonificación siguiendo los criterios establecidos en la Ley del Ruido y sus Reglamentos .

A continuación se describe brevemente como se ha incorporado esta información al estudio, para cada municipio:

Sevilla

A partir de información descargada de la web del Ayuntamiento de Sevilla en formato vectorial como archivos KML se han transformado para poder generar la capa de zonificación acústica.

La zonificación acústica del territorio representa el municipio de Sevilla dividido en "Áreas de Sensibilidad Acústica" clasificadas de acuerdo con las previstas en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

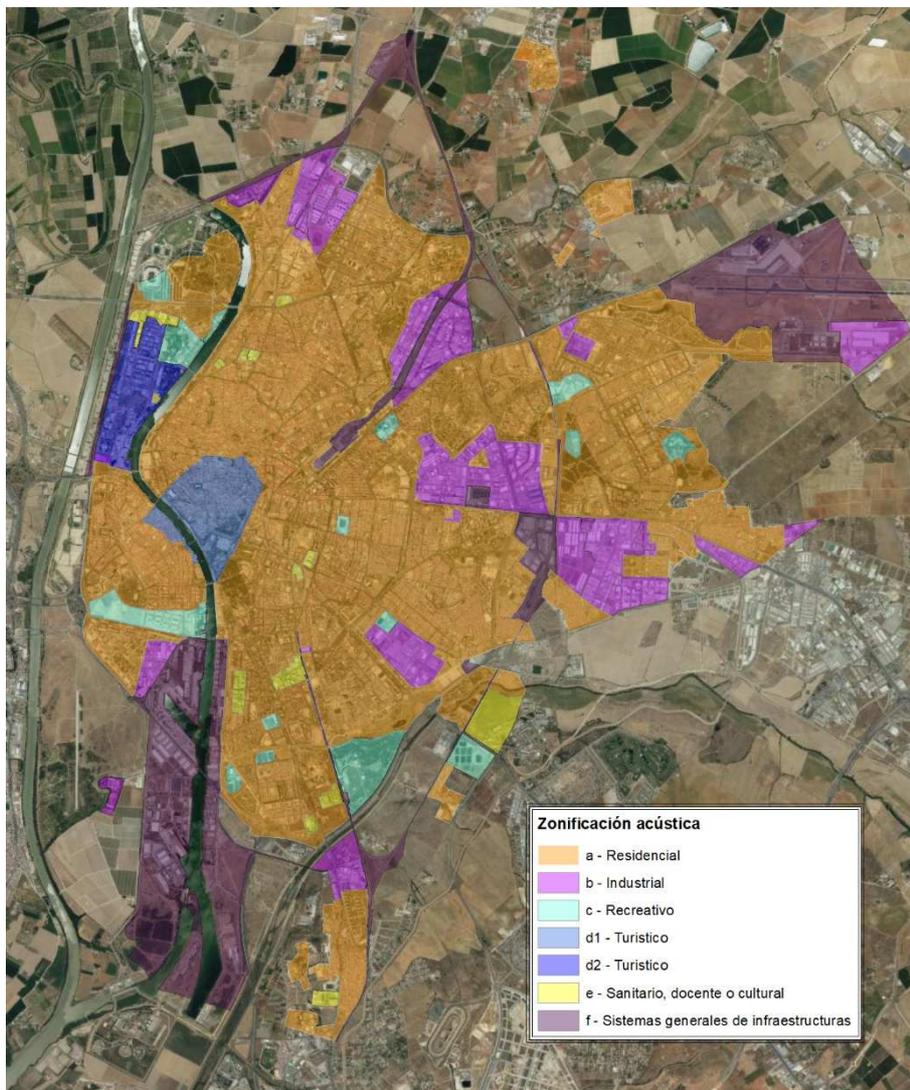


Figura 26. Zonificación Acústica del término municipal de Sevilla. Fuente: Ayuntamiento de Sevilla

Mairena del Aljarafe

En el caso de Mairena del Aljarafe la información se obtuvo en formato pdf, por lo que la información ha sido digitalizada para la incorporación al estudio.

Se identifican cuatro tipologías de Áreas de Sensibilidad Acústica coincidentes con las "a, b, d y f" de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

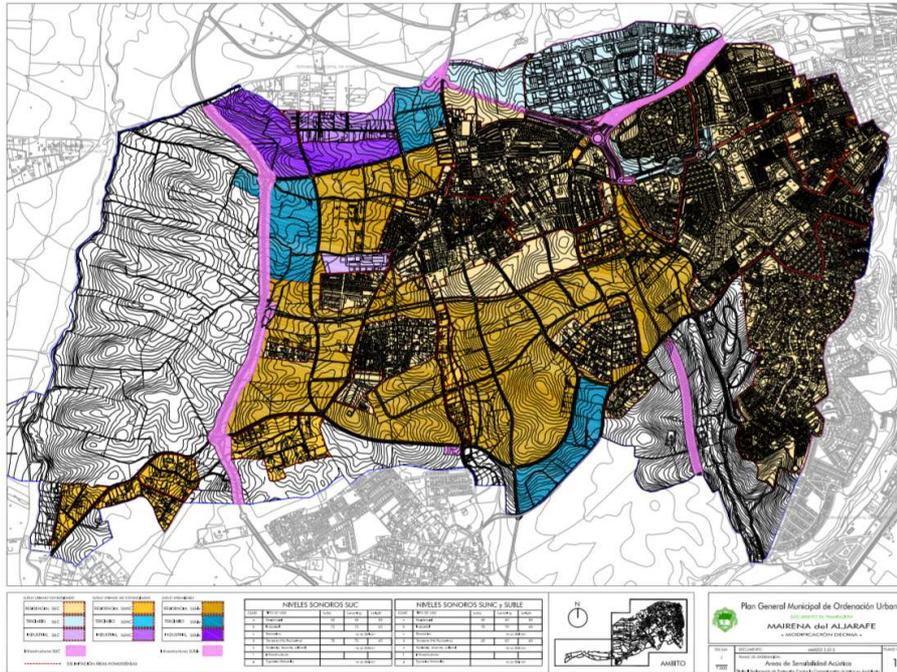


Figura 27. Zonificación Acústica del término municipal de Mairena del Aljarafe. Fuente: Ayuntamiento de Mairena del Aljarafe.

Dos Hermanas

Si bien el municipio de Dos Hermanas no dispone de Zonificación Acústica aprobada, tras la consulta al propio ayuntamiento se ha facilitado por parte de este una propuesta de zonificación, la cual está pendiente de su aprobación.

Esta propuesta se recibió en formato pdf y en formato vectorial, por lo que se ha incorporado directamente en la capa zonificación acústica del ámbito de estudio.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

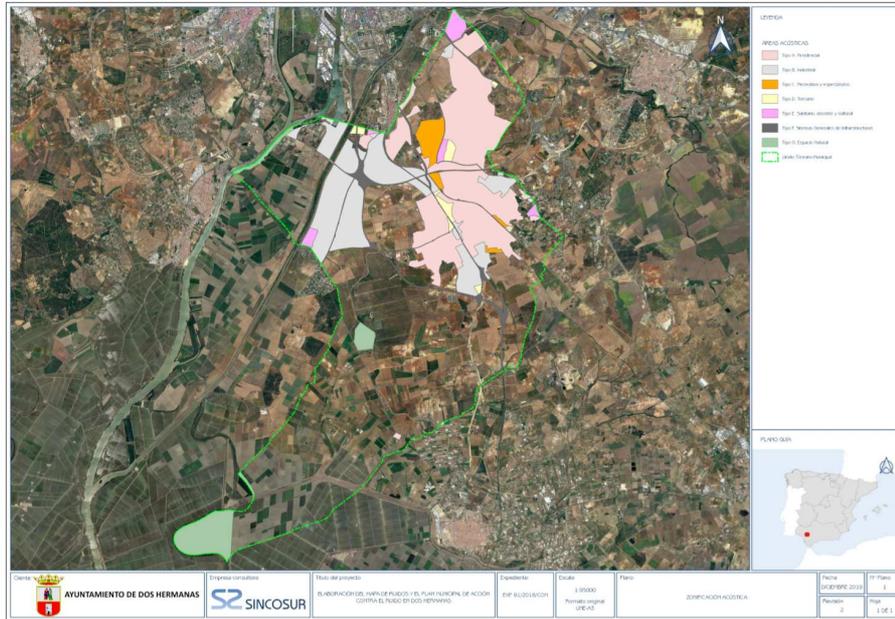


Figura 28. Zonificación Acústica del término municipal de Dos Hermanas. Fuente: Ayuntamiento de Dos Hermanas.

San Juan de Aznalfarache

En el caso de San Juan de Aznalfarache el municipio no dispone de zonificación acústica aprobada por lo que con base en el planeamiento urbanístico se ha realizado la siguiente propuesta de zonificación acústica.

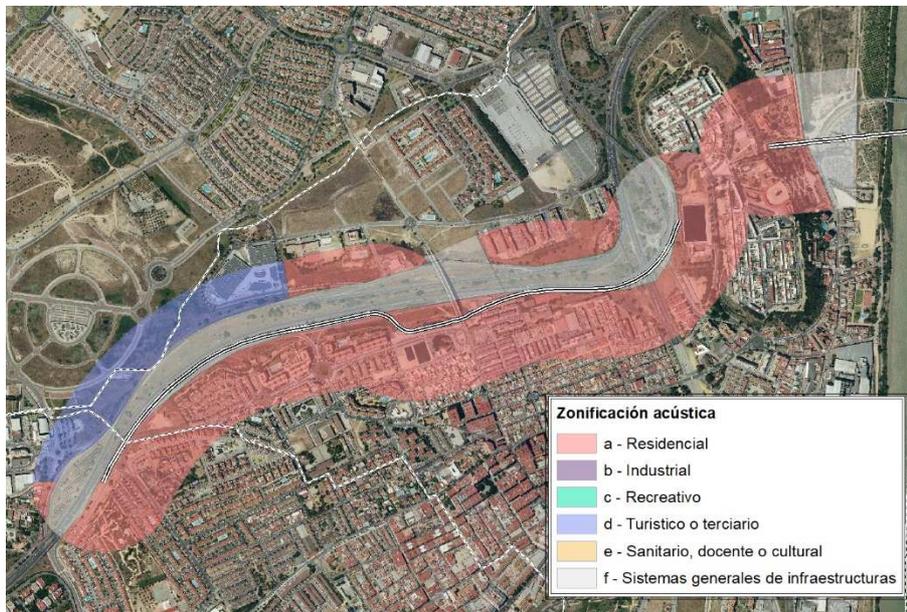


Figura 29. Zonificación Acústica del término municipal de San Juan de Aznalfarache. Fuente: Elaboración propia.

2.5.4 Mapas de zonas de conflicto

Para la obtención de las zonas de conflicto se ha intersectado:

- Isófona más desfavorable para cada uso(en este caso, Ld)
- Zonificación acústica, en la que previamente se ha indicado los niveles máximos permitidos por la legislación estatal para zonas urbanizadas existentes.

Todas aquellas zonas donde se supera el límite permitido se ha delimitado como zona de conflicto.

2.5.5 Tablas de exposición

Para la obtención de los resultados de población se ha realizado en CADNA el cálculo de niveles en fachada, mediante la colocación de receptores en las fachadas de los edificios residenciales. Estos receptores se han colocado en todas las fachadas mayores de 1m y con una separación máxima entre estos de 10 m.

Una vez obtenidos los niveles en los diferentes puntos distribuidos por fachadas, se realizará el resto del análisis en ARCGIS.

En primer lugar se realiza la ruptura de las polilíneas del edificio obteniendo las fachadas

En un paso posterior, se le ha asignado a cada fachada la población proporcional correspondiente, es decir se ha distribuido la población total del edificio en función de la longitud de cada fachada.

La población de cada fachada será a su vez repartida entre los distintos receptores de manera que cada longitud de fachada (con su parte proporcional de personas) queda representada por el nivel obtenido en cada receptor.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo la población de un edificio queda repartida entre los distintos niveles sonoros:

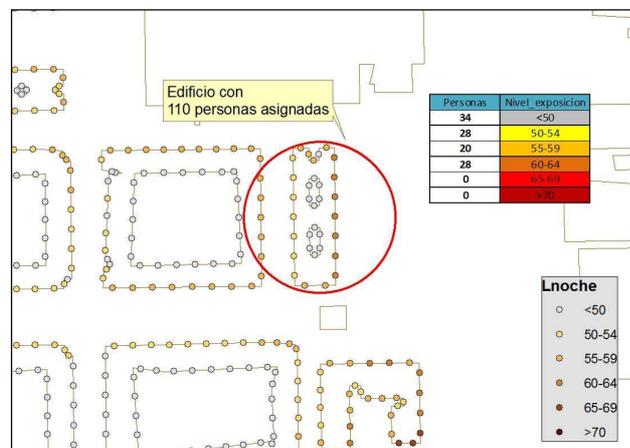


Figura 30 Ejemplo de asignación de población de un edificio a los diferentes rangos exposición. Fuente: Elaboración propia

3 RESULTADOS POR UME

3.1 UME L1 SEV-1

3.1.1 Niveles sonoros y población expuesta

Para la UME en estudio no se ha localizado población expuesta a niveles superiores a $L_{den} > 55$ dB.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	-	-	-	-	-	-	-
Le	-	-	-	-	-	-	-
Ln	-	-	-	-	-	-	-
Lden	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 12. Datos de población (nº de personas) expuesta en la UME.

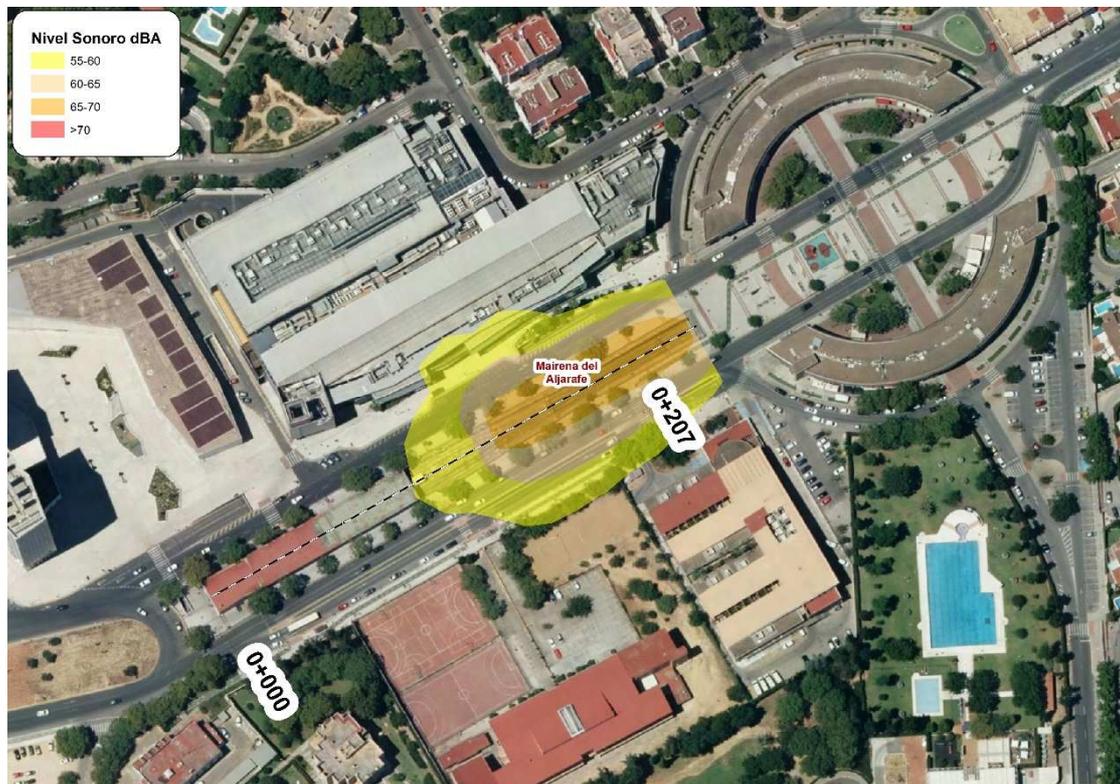


Figura 31 Niveles sonoros Ld en la UME.

3.1.2 Zonas de afección

A continuación se muestran los resultados obtenidos para los mapas de afección.

Zonas de afección					
Lden	Superficie(m ²)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	7.343	0	0	0	0
>65	1.910	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0

Tabla 13. Datos de afección en la UME.

3.1.3 Zonas de conflicto

No se han localizado zonas de conflicto.

3.2 UME L1 SEV-2

3.2.1 Niveles sonoros y población expuesta

Para la UME en estudio se ha estimado una población expuesta a niveles superiores a $L_{den} > 55$ dB de aproximadamente de 91 personas, si bien no se han contabilizado población expuesta a niveles superiores a los exigidos en la legislación.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	471	366	68	19	-	-	-
Le	496	274	34	15	-	-	-
Ln	34	15	-	-	-	-	-
Lden	477	435	72	19	-	-	-

Tabla 14. Datos de población (nº de personas) expuesta en la UME



Figura 32 Niveles sonoros Ld en la UME.

A continuación, se expone los datos de población por municipio:

Municipio	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
Mairena del Aljarafe	Ldia	236	222	36	-	-	-
	Ltarde	250	183	14	-	-	-
	Lnoche	16	-	-	-	-	-
	Lden	225	261	39	-	-	-
San Juan de Aznalfarache	Ldia	234	144	32	19	-	-
	Ltarde	246	90	20	15	-	-
	Lnoche	18	15	-	-	-	-
	Lden	252	173	33	19	-	-

Tabla 15. Datos de población (nº de personas) expuesta por municipio

De estos municipios ninguno constituye una aglomeración.

3.2.2 Zonas de afección

A continuación se muestran los resultados obtenidos para los mapas de afección.

Zonas de afección					
Lden	Superficie(m ²)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	188.296	639	295	1*	0
>65	40.166	0	0	0	0
>75	78	0	0	0	0

* IES Sotero Hernández

Tabla 16. Datos de afección en la UME

3.2.3 Zonas de conflicto

A continuación se muestran aquellas zonas donde se han superado los OCA. Estas se refieren al periodo diurno por ser el más restrictivo.

De cara al Plan de acción se estudiarán estas zonas en detalle para analizar si deben constituir una zona de actuación.

3.2.3.1 L1 SEV-2_ZC_1

Ubicación: Calle Ronda de Cavaleri, Mairena del Aljarafe.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
1+222	1+550	Residencial	4.323	-	-

Tabla 17. Resumen resultados zona de conflicto.

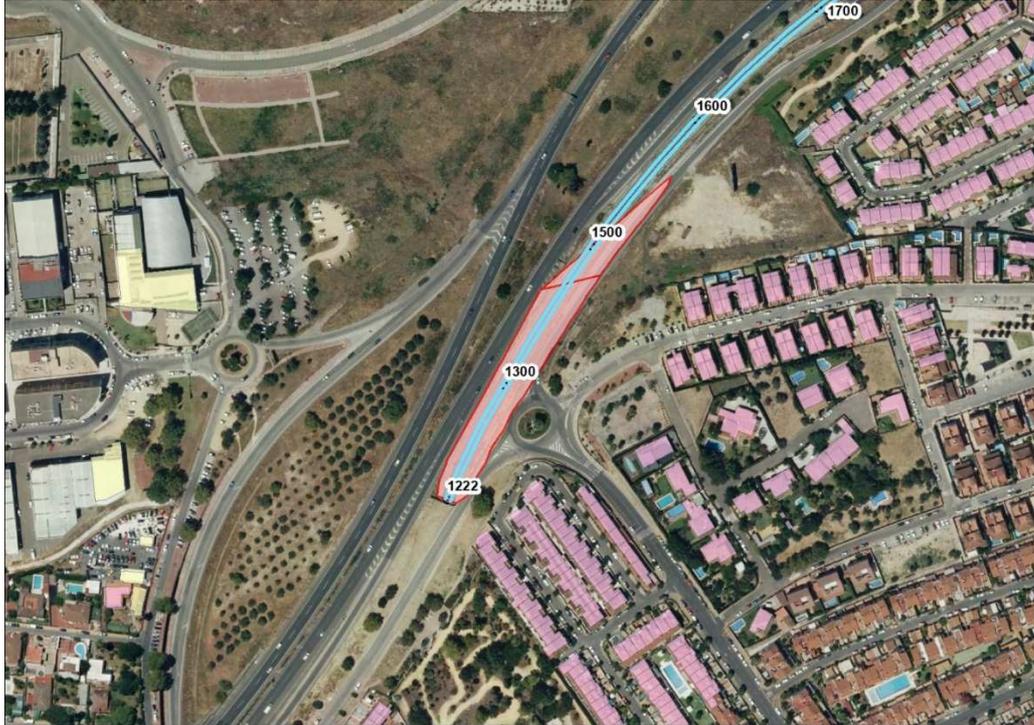


Figura 33 Zona de conflicto.

3.2.3.2 L1 SEV-2_ZC_2

Ubicación: Calle Gabriela Mistral, san juan de Aznalfarache.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
1+900	2+160	Residencial	573	-	-

Tabla 18. Resumen resultados zona de conflicto.

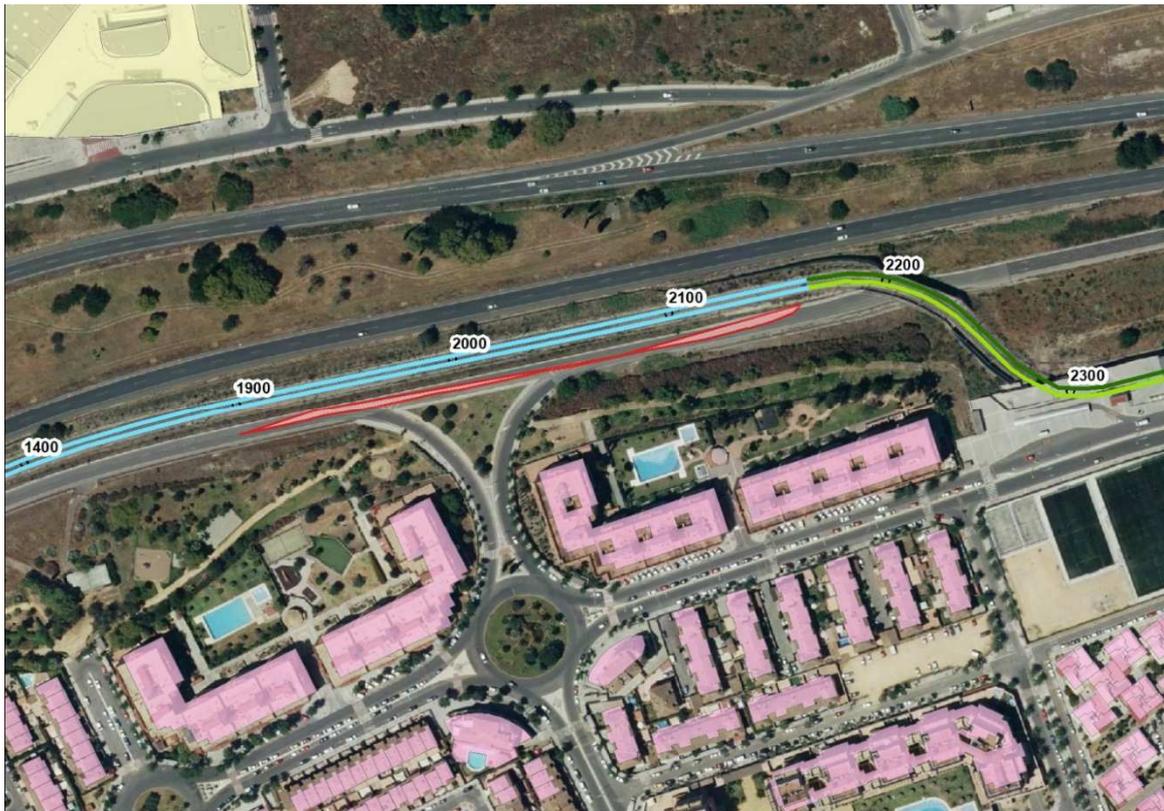


Figura 34. Zona de conflicto.

3.2.3.3 L1 SEV-2_ZC_3

Ubicación: Calle san juan de Ávila, San Juan de Aznalfarache.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
2+440	2+920	Residencial	8.372	-	-

Tabla 19. Resumen resultados zona de conflicto.



Figura 35. Zona de conflicto.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

3.2.3.4 L1 SEV-2_ZC_4

Ubicación: Carretera Tomares, San Juan de Aznalfarache.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
3+117	3+200	Residencial	652	-	-

Tabla 20. Resumen resultados zona de conflicto.

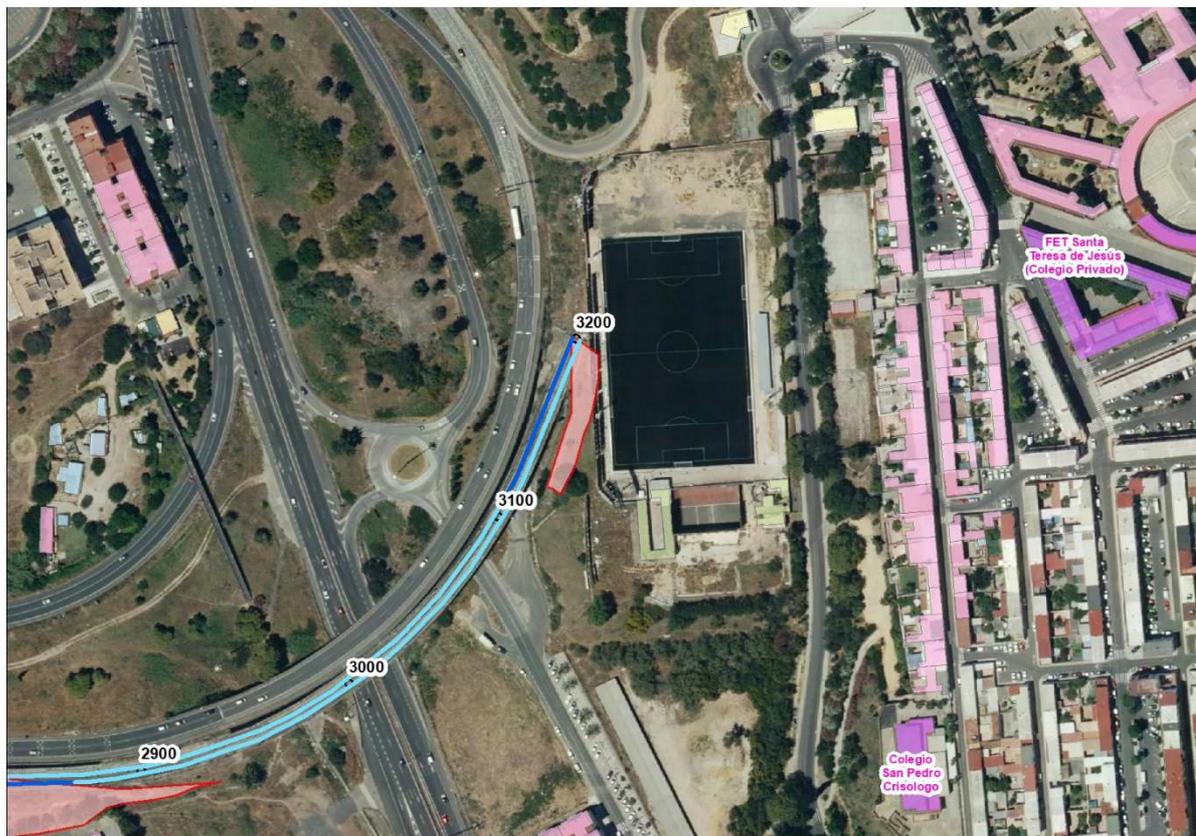


Figura 36. Zona de conflicto.

3.3 UME L1 SEV-3

3.3.1 Niveles sonoros y población expuesta

Para la UME en estudio no se ha localizado población expuesta a niveles superiores a $L_{den} > 55$ dB.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	8	1	-	-	-	-	-
Le	7	-	-	-	-	-	-
Ln	-	-	-	-	-	-	-
Lden	4	5	-	-	-	-	-

Tabla 21. Datos de población (nº de personas) expuesta en la UME

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 37. Niveles sonoros Ld en la UME

A continuación se expone los datos de población por municipio:

Municipio	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
San Juan de Aznalfarache	Ldia	8	1	-	-	-	-
	Ltarde	7	-	-	-	-	-
	Lnoche	-	-	-	-	-	-
	Lden	4	5	-	-	-	-
Sevilla	Ldia	-	-	-	-	-	-
	Ltarde	-	-	-	-	-	-
	Lnoche	-	-	-	-	-	-
	Lden	-	-	-	-	-	-

Tabla 22. Datos de población (nº de personas) expuesta por municipio

De estos municipios solo Sevilla constituye una aglomeración.

3.3.2 Zonas de afectación

A continuación se muestran los resultados obtenidos para los mapas de afectación.

Zonas de afectación					
Lden	Superficie(m2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centro sanitarios
>55	227.087	2	1	1*	0
>65	15.432	0	0	0	0
>75	46	0	0	0	0

*CEIP Vara del rey

Tabla 23. Datos de afectación en la UME

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

3.3.3 Zonas de conflicto

A continuación se muestran aquellas zonas donde se han superado los OCA. Estas se refieren al periodo diurno por ser el más restrictivo.

De cara al Plan de acción se estudiarán estas zonas en detalle para analizar si deben constituir una zona de actuación.

3.3.3.1 L1 SEV-3_ZC_1

Ubicación: Carretera Camas, San Juan de Aznalfarache.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
3+540	3+580	Residencial	1.146	-	-

Tabla 24. Resumen resultados zona de conflicto.

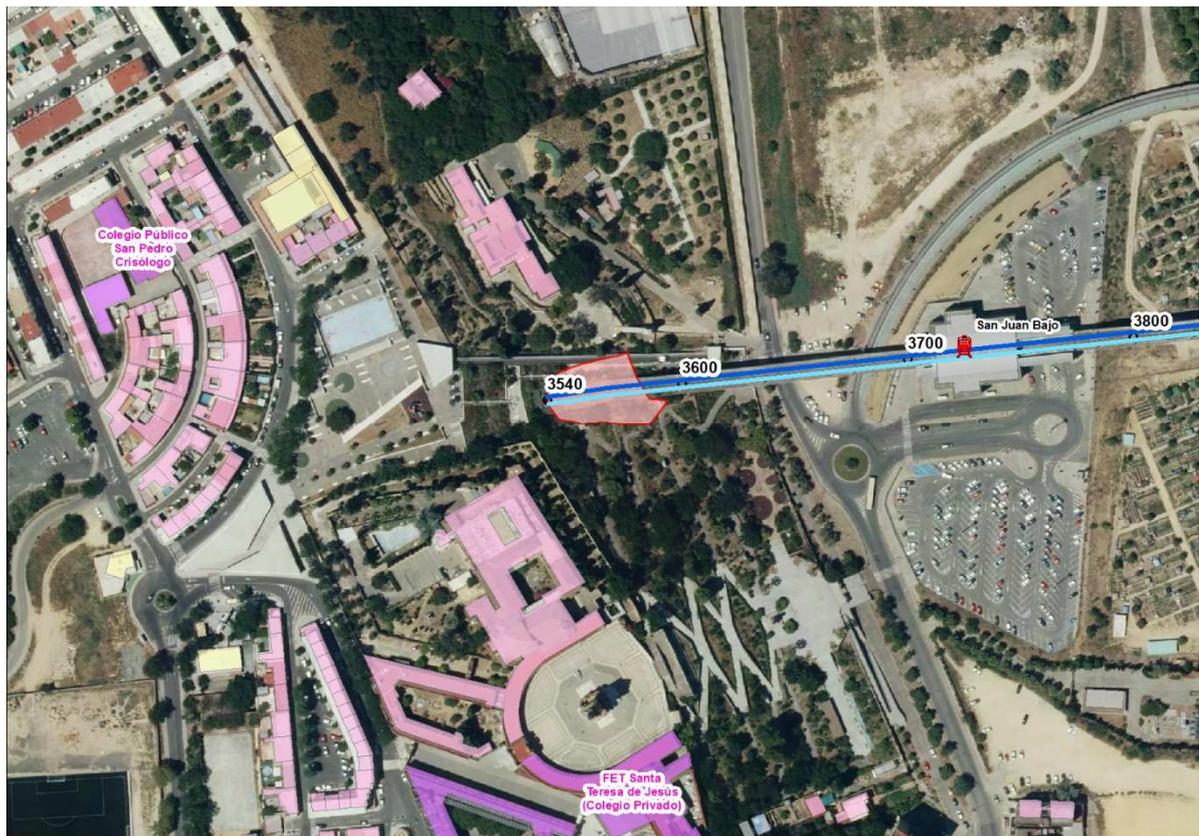


Figura 38 Zona de conflicto.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

3.3.3.2 L1 SEV-3_ZC_2

Ubicación: Avenida Juan Pablo II, Sevilla.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
4+740	4+950	Residencial	4.259	-	-

Tabla 25. Resumen resultados zona de conflicto.

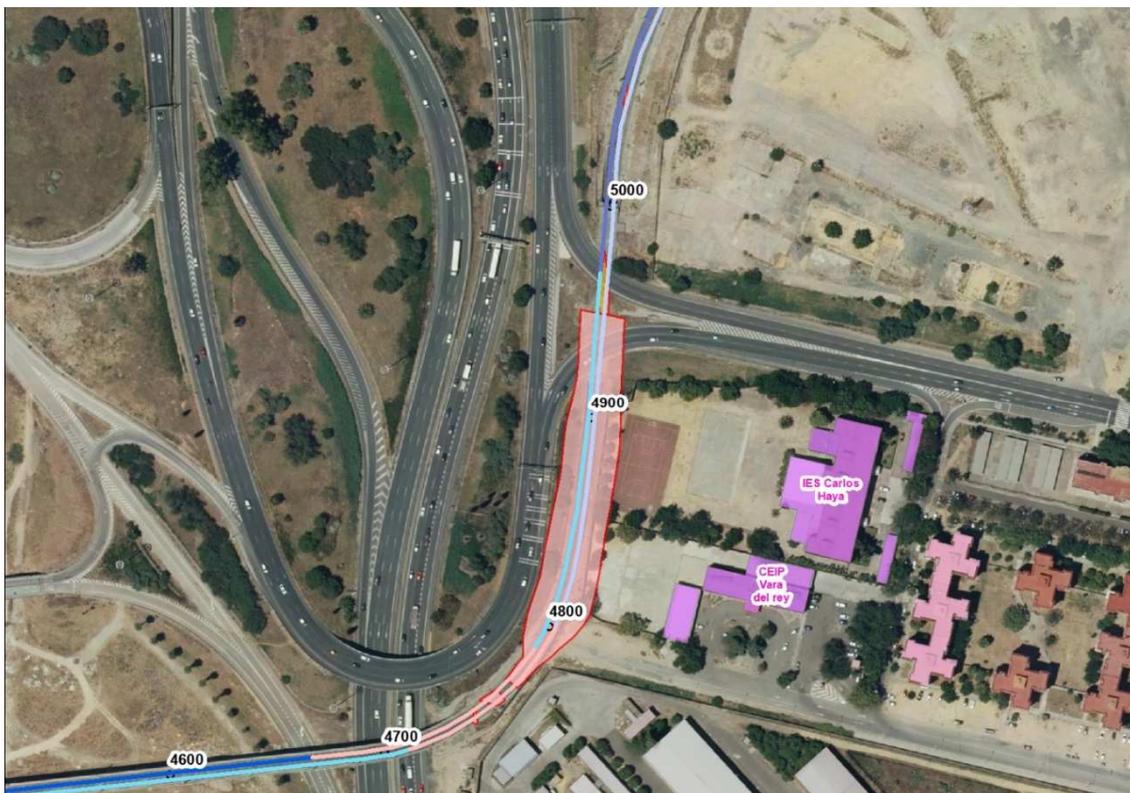


Figura 39 Zona de conflicto.

3.4 UME L1 SEV-4

3.4.1 Niveles sonoros y población expuesta

Para la UME en estudio se ha estimado una población expuesta a niveles superiores a $L_{den} > 55$ dB de aproximadamente de 131 personas, si bien no se han contabilizado población expuesta a niveles superiores a los exigidos en la legislación.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	227	155	108	-	-	-	-
Le	239	189	30	-	-	-	-
Ln	27	-	-	-	-	-	-
Lden	263	141	131	-	-	-	-

Tabla 26. Datos de población (nº de personas) expuesta en la UME

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 40. Niveles sonoros Ld en la UME

A continuación se expone los datos de población por municipio:

Municipio	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
Dos Hermanas	Ldia	64	122	107	-	-	-
	Ltarde	64	179	30	-	-	-
	Lnoche	27	-	-	-	-	-
	Lden	73	103	130	-	-	-
Sevilla	Ldia	163	33	1	-	-	-
	Ltarde	175	10	-	-	-	-
	Lnoche	-	-	-	-	-	-
	Lden	190	37	1	-	-	-

Tabla 27. Datos de población (nº de personas) expuesta por municipio

Ambos municipios son aglomeración.

3.4.2 Zonas de afección

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para los mapas de afección.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

Zonas de afectación					
Lden	Superficie(m2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	315.268	489	187	0	0
>65	38.162	0	0	0	0
>75	238	0	0	0	0

Tabla 28. Datos de afectación en la UME

3.4.3 Zonas de conflicto

A continuación se muestran aquellas zonas donde se han superado los OCA. Estas se refieren al periodo diurno por ser el más restrictivo.

De cara al Plan de acción se estudiarán estas zonas en detalle para analizar si deben constituir una zona de actuación.

3.4.3.1 L1 SEV-4_ZC_1

Ubicación: Calle Águila Perdicera, Sevilla.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
12+954	13+080	Residencial	2.503	-	-

Tabla 29. Resumen resultados zona de conflicto.



Figura 41. Zona de conflicto.

3.4.3.2 L1 SEV-4_ZC_2

Ubicación: Calle General Merry, Sevilla.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
13+910	14+552	Sanitario y Docente	13.774	-	-

Tabla 30. Resumen resultados zona de conflicto.

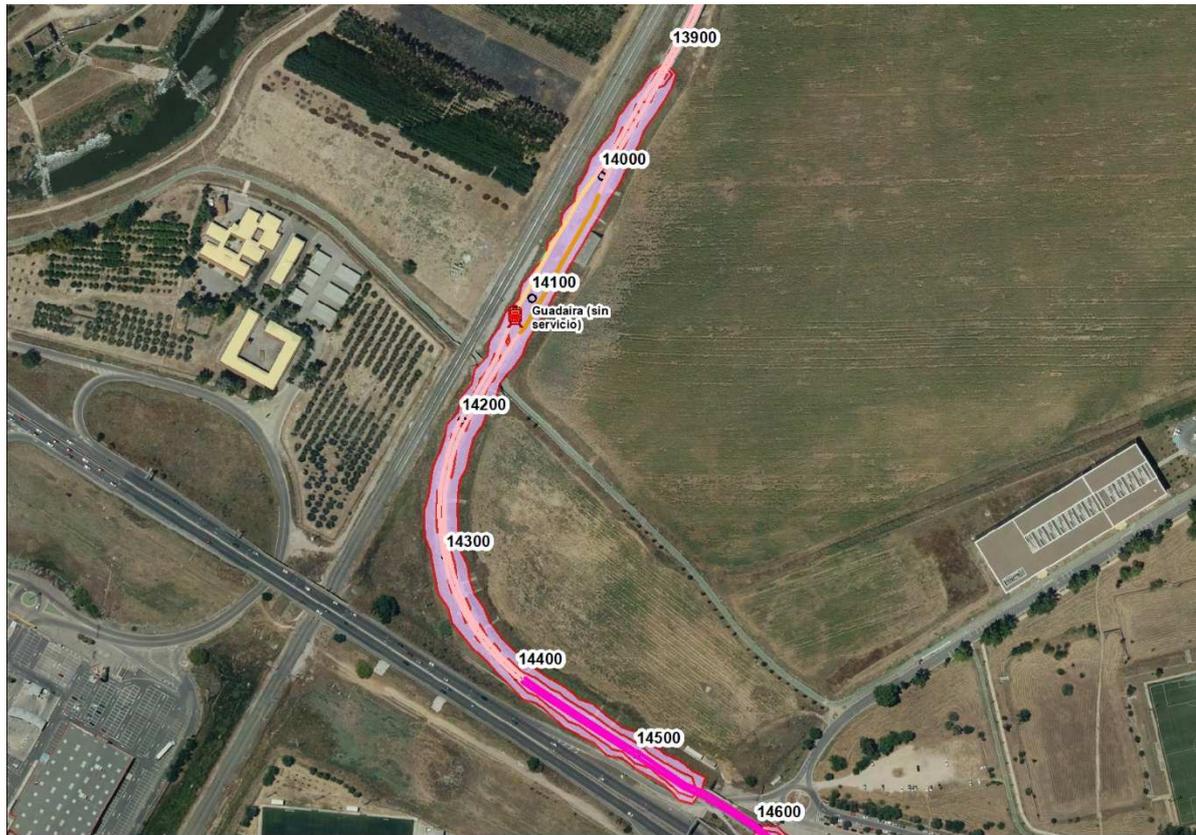


Figura 42. Zona de conflicto.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.

3.4.3.3 L1 SEV-4_ZC_3

Ubicación: Carretera A-376, Sevilla.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
14+600	15+450	Sanitario y Docente	32.122	-	-

Tabla 31. Resumen resultados zona de conflicto.

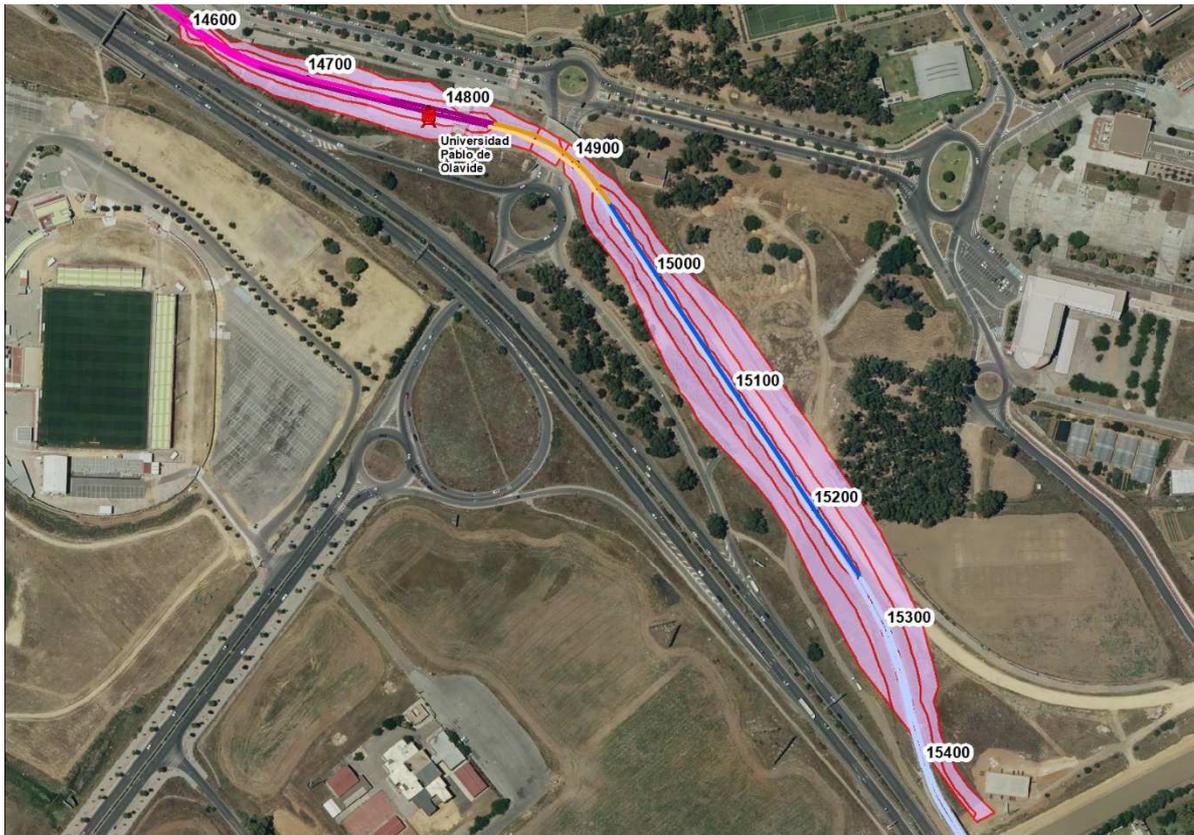


Figura 43. Zona de conflicto.

3.4.3.4 L1 SEV-4_ZC_4

Ubicación: Carretera A-376, Dos Hermanas.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
15+513	15+655	Residencial	3.183	-	-

Tabla 32. Resumen resultados zona de conflicto.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 44 Zona de conflicto .

3.4.3.5 L1 SEV-4_ZC_5

Ubicación: Calle Vía Apia, Dos Hermanas.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
15+870	16+088	Residencial	2.162	-	-

Tabla 33. Resumen resultados zona de conflicto.

REALIZACIÓN DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO Y PLANES DE ACCIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS METROPOLITANOS DE SEVILLA, GRANADA Y MÁLAGA. LÍNEA 1 METRO DE SEVILLA.



Figura 45 Zona de conflicto.

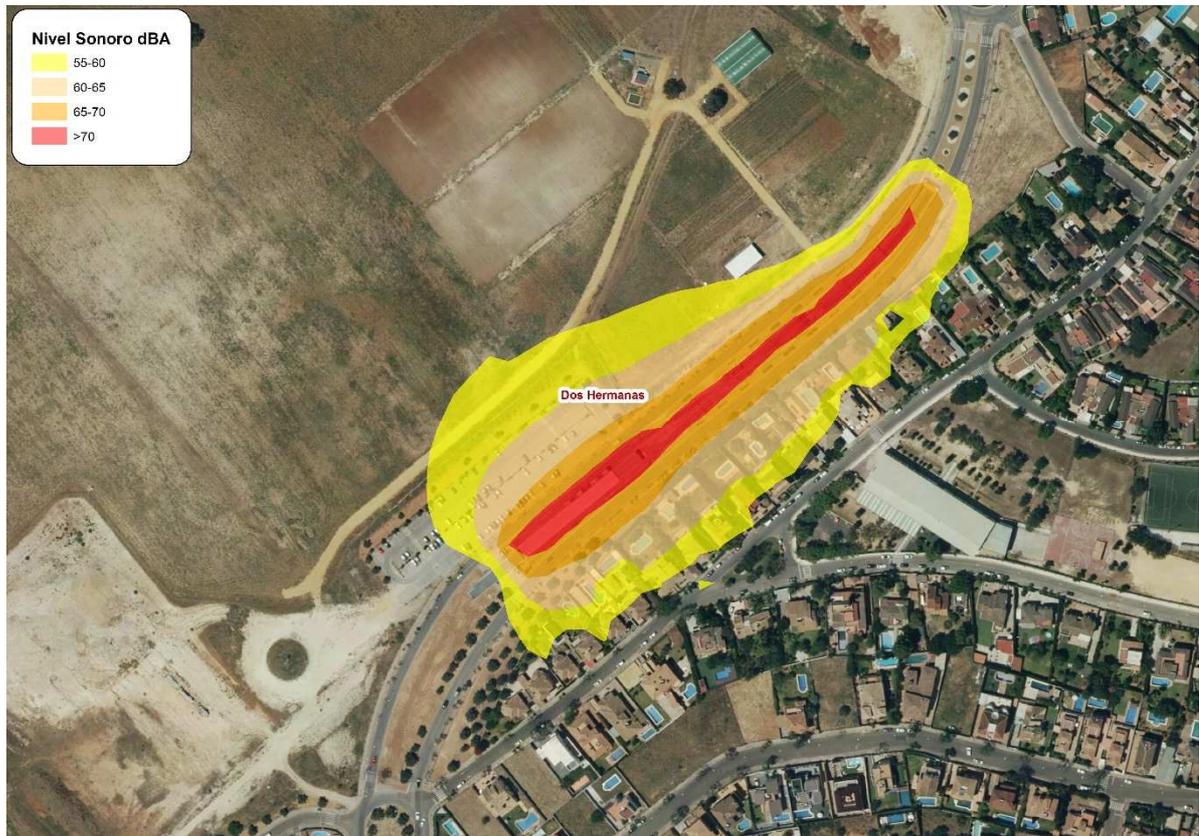
3.5 UME L1 SEV-5

3.5.1 Niveles sonoros y población expuesta

Para la UME en estudio se ha estimado una población expuesta a niveles superiores a $L_{den} > 55$ dB de aproximadamente de 3 personas, si bien no se han contabilizado población expuesta a niveles superiores a los exigidos en la legislación.

Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
Ld	9	13	17	1	-	-	-
Le	10	16	10	-	-	-	-
Ln	9	-	-	-	-	-	-
Lden	10	11	17	3	-	-	-

Tabla 34. Datos de población (nº de personas) expuesta en la UME



3.5.2 Zonas de afección

A continuación se muestran los resultados obtenidos para los mapas de afección.

Zonas de afección					
Lden	Superficie(m2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	29.120	33	11	0	0
>65	9.373	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0

Tabla 35. Datos de afección en la UME

3.5.3 Zonas de conflicto

A continuación se muestran aquellas zonas donde se han superado los OCA. Estas se refieren al periodo diurno por ser el más restrictivo.

De cara al Plan de acción se estudiarán estas zonas en detalle para analizar si deben constituir una zona de actuación.

3.5.3.1 L1 SEV-5_ZC_1

Ubicación: Avenida Condes de Ibarra, Montequinto, Sevilla.

PK inicio	PK Fin	Tipo	Sup (m2) conflicto	Población >65 dB	Edificios sensibles >60
17+750	18+050	Residencial	8.789	-	-

Tabla 36. Resumen resultados zona de conflicto.



Figura 46. Zona de conflicto.



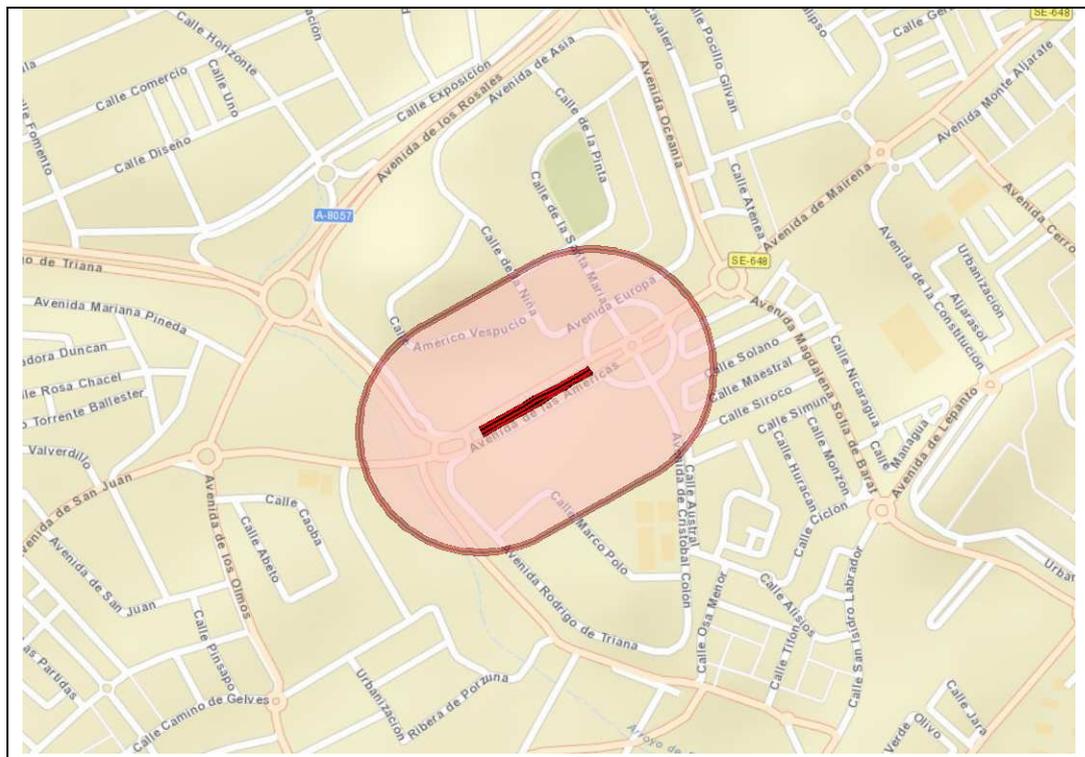
Anexo 1. Fichas UMEs

UME	Línea	Provincia	Pk inicio	Pk fin
L1 SEV-1	L1	Sevilla	0+000	0+207
Nº circulaciones (por sentido)			Velocidad media	Velocidad máxima
Total	Día	Tarde	Noche	
152	119	28	5	30
				60

Municipios

Mairena del Aljarafe

Situación



Población expuesta

Fuera aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
	Ld	-	-	-	-	-	-	-
	Le	-	-	-	-	-	-	-
	Ln	-	-	-	-	-	-	-
	Lden	-	-	-	-	-	-	-
Dentro aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
	Ld	-	-	-	-	-	-	-
	Le	-	-	-	-	-	-	-
	Ln	-	-	-	-	-	-	-
	Lden	-	-	-	-	-	-	-

Zonas de afección

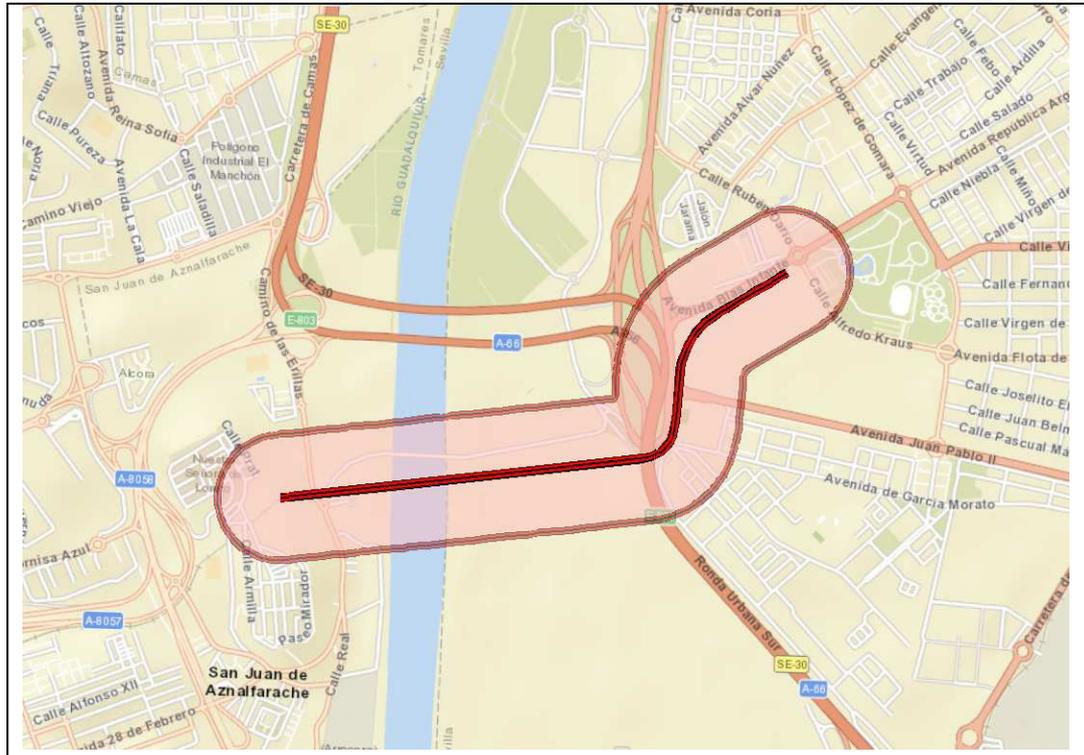
Lden	Superficie(m ²)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	7.343	0	0	0	0
>65	1.910	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0

UME	Línea		Provincia	Pk inicio	Pk fin
L1 SEV-3	L1		Sevilla	3+540	5+496
Nº circulaciones (por sentido)				Velocidad media	Velocidad máxima
Total	Día	Tarde	Noche		
152	119	28	5	65	70

Municipios

San Juan de Aznalfarache, Sevilla

Situación



Población expuesta

Fuera aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
	Ld	8	1	-	-	-	-	-
Le	7	-	-	-	-	-	-	
Ln	-	-	-	-	-	-	-	
Lden	4	5	-	-	-	-	-	
Dentro aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
	Ld	-	-	-	-	-	-	-
Le	-	-	-	-	-	-	-	
Ln	-	-	-	-	-	-	-	
Lden	-	-	-	-	-	-	-	

Zonas de afectación

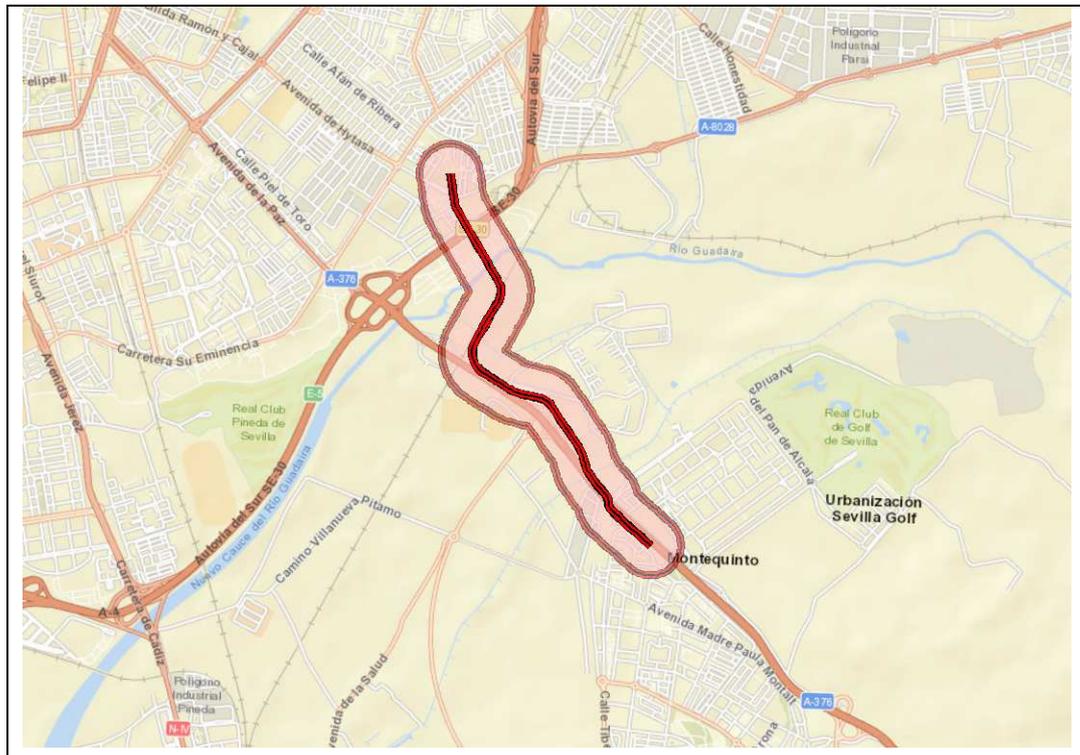
Lden	Superficie(m2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	227.087	2	1	1	0
>65	15.432	0	0	0	0
>75	46	0	0	0	0

UME	Línea	Provincia	Pk inicio	Pk fin	
L1 SEV-4	L1	Sevilla	12+954	16+088	
Nº circulaciones (por sentido)				Velocidad media	Velocidad máxima
Total	Día	Tarde	Noche		
152	119	28	5	50	70

Municipios

Sevilla, Dos Hermanas

Situación



Población expuesta

Fuera aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-	>75
	Ld	-	-	-	-	-	-	-
	Le	-	-	-	-	-	-	-
	Ln	-	-	-	-	-	-	-
	Lden	-	-	-	-	-	-	-
Dentro aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
	Ld	227	155	108	-	-	-	-
	Le	239	189	30	-	-	-	-
	Ln	27	-	-	-	-	-	-
	Lden	263	141	131	-	-	-	-

Zonas de afectión

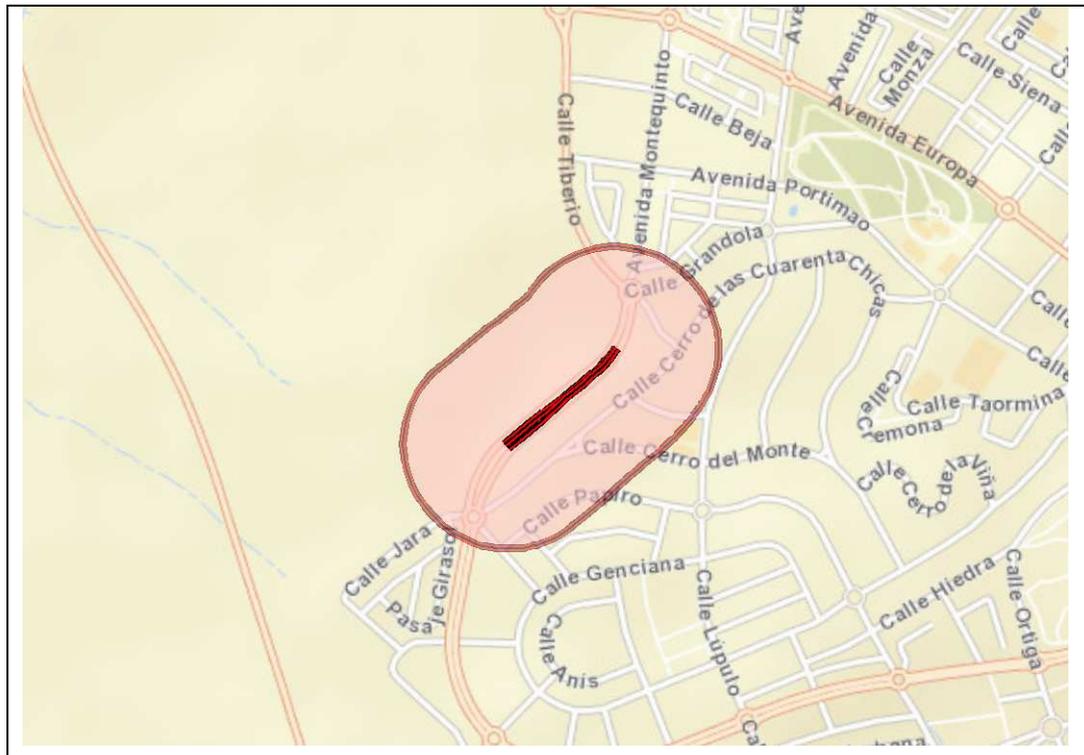
Lden	Superficie(m2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	315.268	489	187	0	0
>65	38.162	0	0	0	0
>75	238	0	0	0	0

UME	Línea		Provincia	Pk inicio	Pk fin
L1 SEV-5	L1		Sevilla	17+756	18-050
Nº circulaciones (por sentido)				Velocidad media	Velocidad máxima
Total	Día	Tarde	Noche		
152	119	28	5	55	65

Municipios

Sevilla, Dos Hermanas

Situación



Población expuesta

Fuera aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
	Ld	-	-	-	-	-	-	-
	Le	-	-	-	-	-	-	-
	Ln	-	-	-	-	-	-	-
	Lden	-	-	-	-	-	-	-
Dentro aglomeración	Indicador	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	>75
	Ld	9	13	17	1	-	-	-
	Le	10	16	10	-	-	-	-
	Ln	9	-	-	-	-	-	-
	Lden	10	11	17	3	-	-	-

Zonas de afectión

Lden	Superficie(m2)	Nº persona	Viviendas	Nº centros docentes	Nº centros sanitarios
>55	29.120	33	11	0	0
>65	9.373	0	0	0	0
>75	0	0	0	0	0



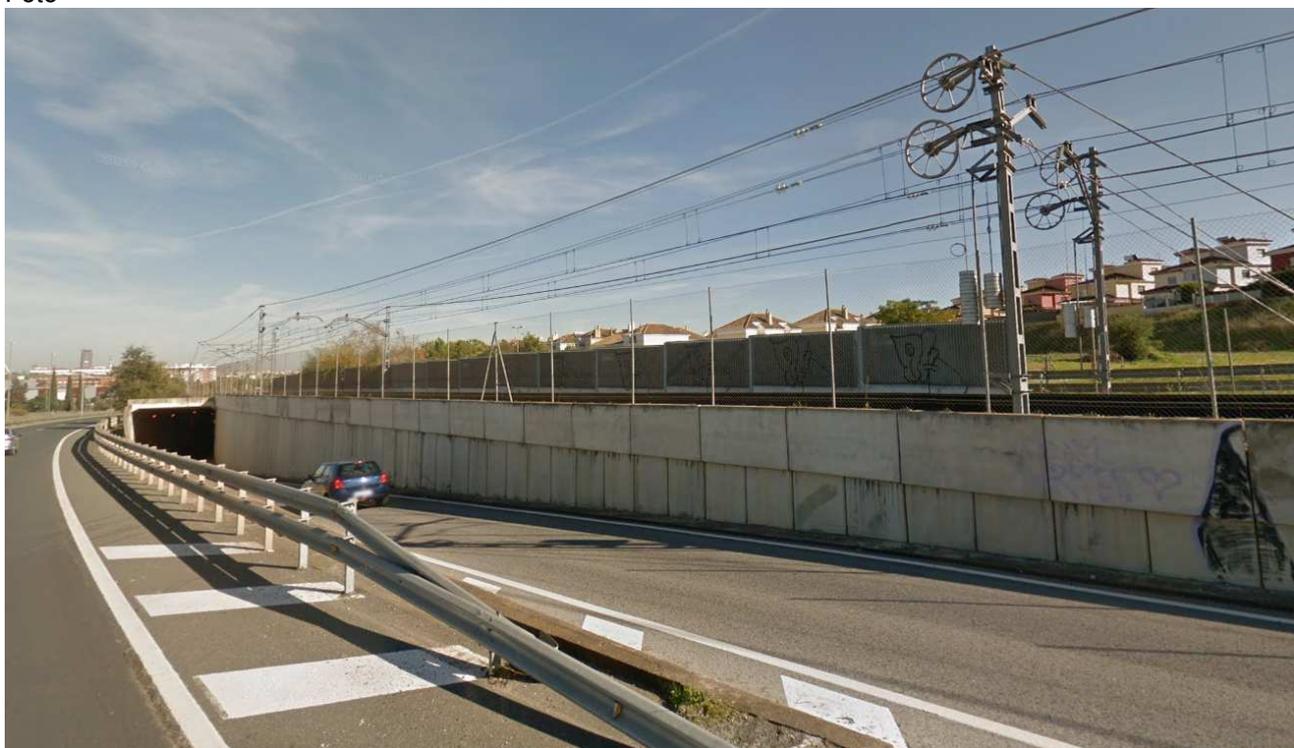
Anexo 2. Obstáculos

<i>UME</i>		<i>Línea</i>			<i>Provincia</i>			
UME L1 SEV-2		Línea 1 Metro de Sevilla			SEVILLA			
<i>PANTALLA nº</i>	<i>P.K medio</i>	<i>Margen</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altura</i>	<i>Tipología</i>	<i>Municipio</i>	<i>Observaciones</i>	
P L1 SEV-2_1	1+620	Derecho	130m	2.5	Hormigón	San Juan de Aznalfarache		

Plano situación

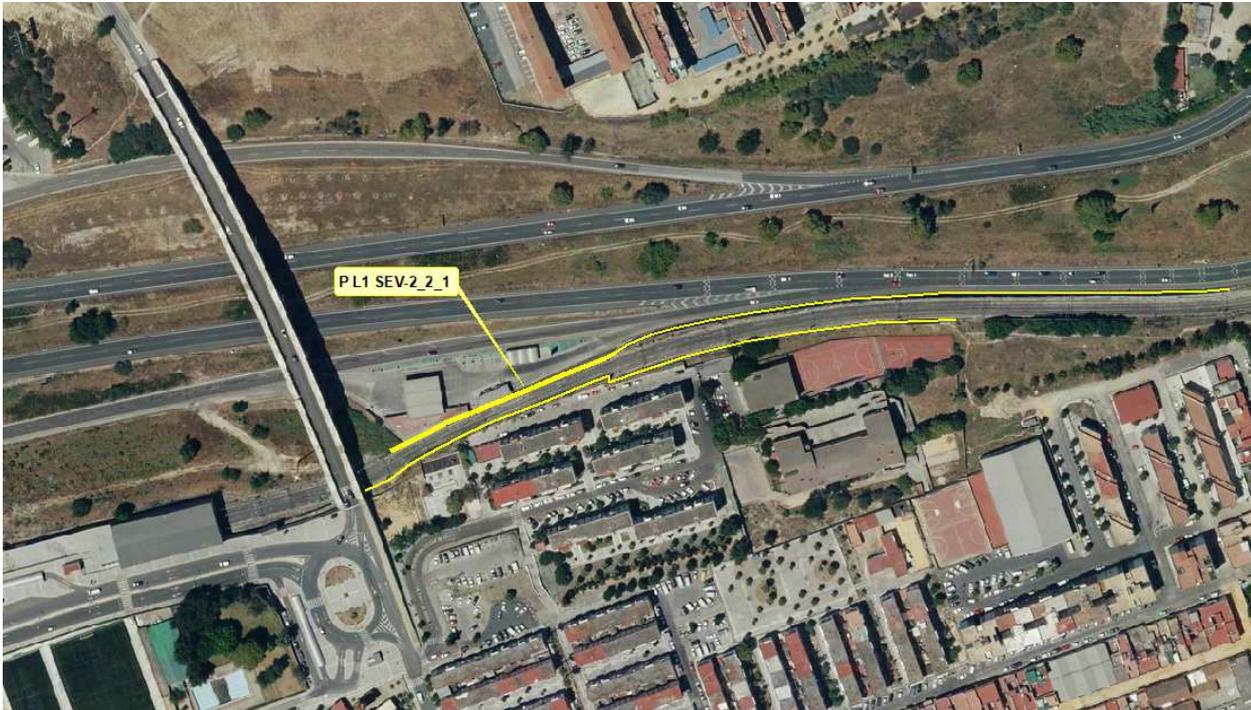


Foto



<i>UME</i>		<i>Línea</i>			<i>Provincia</i>		
UME L1 SEV-2		Línea 1 Metro de Sevilla			SEVILLA		
<i>PANTALLA nº</i>	<i>P.K medio</i>	<i>Margen</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altura</i>	<i>Tipología</i>	<i>Municipio</i>	<i>Observaciones</i>
P L1 SEV-2_2_1	2+600	Derecho	295m	2.5	Metálica y metacrilato	San Juan de Aznalfarache	

Plano situación



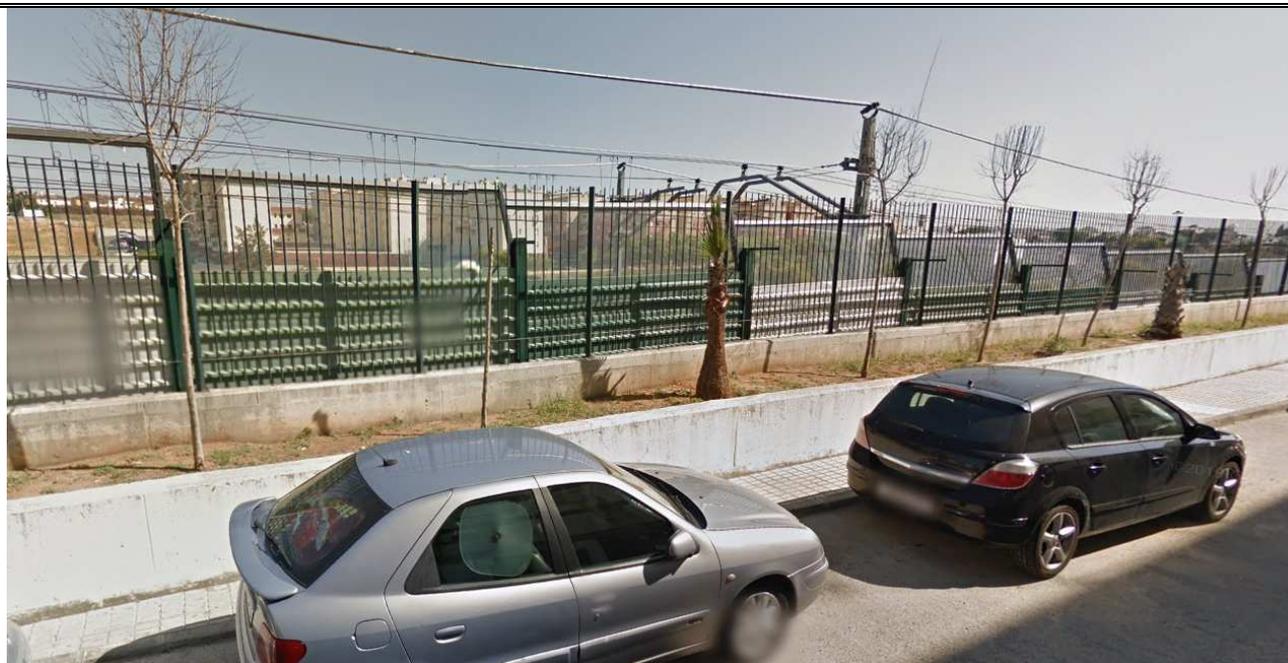
UME		Línea			Provincia		
UME L1 SEV-2		Línea 1 Metro de Sevilla			SEVILLA		
PANTALLA nº	P.K medio	Margen	Longitud	Altura	Tipología	Municipio	Observaciones
P L1 SEV-2_2_2	2+530	Izquierdo	114m	2.5	Metálica	San Juan de Aznalfarache	

Plano situación



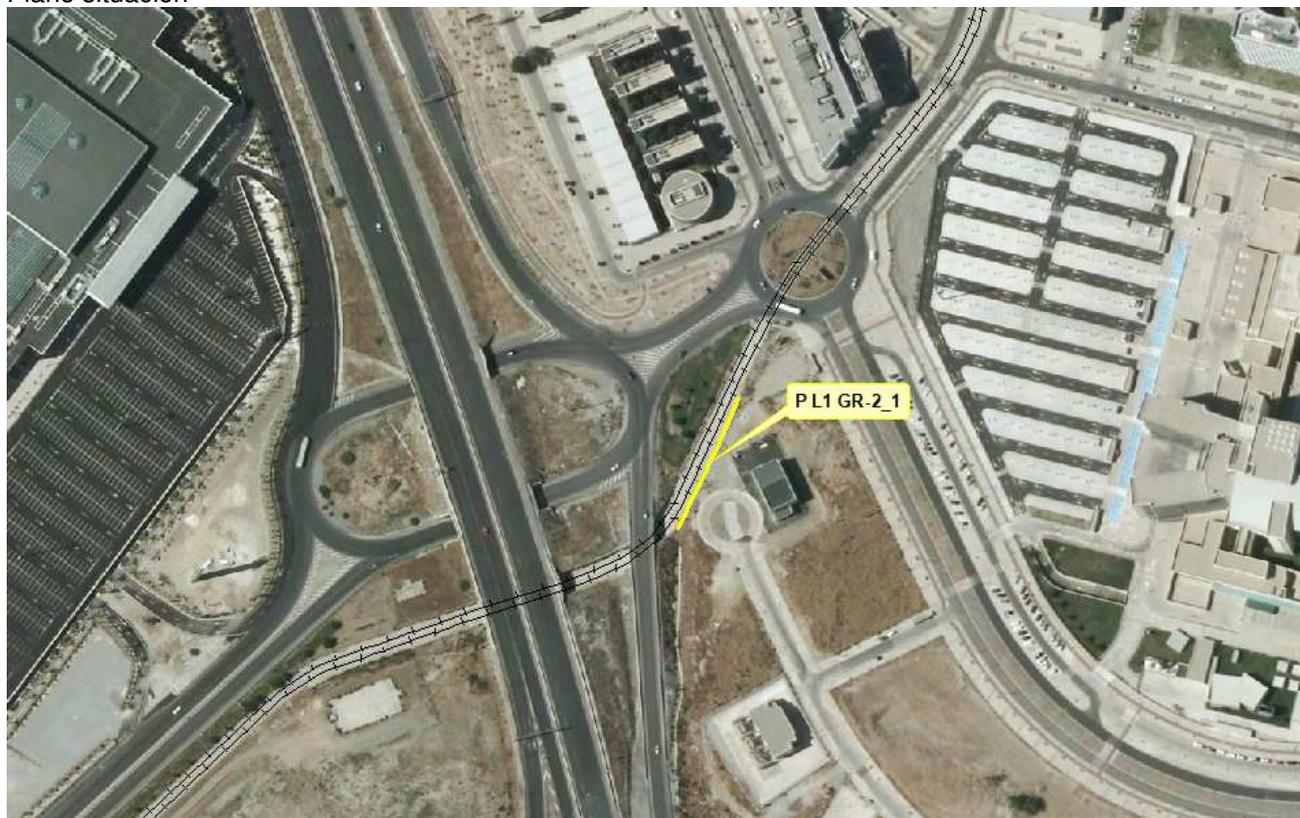
<i>UME</i>		<i>Línea</i>			<i>Provincia</i>		
UME L1 SEV-2		Línea 1 Metro de Sevilla			SEVILLA		
<i>PANTALLA nº</i>	<i>P.K medio</i>	<i>Margen</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altura</i>	<i>Tipología</i>	<i>Municipio</i>	<i>Observaciones</i>
P L1 SEV-2_3	2+725	Izquierdo	2904m	2.5	Metálica y metacrilato	San Juan de Aznalfarache	

Plano situación



<i>UME</i>		<i>Línea</i>			<i>Provincia</i>		
UME L1 GR-2		Línea 1 Metropolitano Granada			Granada		
<i>PANTALLA nº</i>	<i>P.K medio</i>	<i>Margen</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altura</i>	<i>Tipología</i>	<i>Municipio</i>	<i>Observaciones</i>
P L1 GR-2_1	13+670	Izquierdo	70m	3	Hormigón	Granada	

Plano situación





II. PLANOS



INDICE

UME L1 SEV-1

1. Niveles sonoros Ld
2. Niveles sonoros Le
3. Niveles sonoros Ln
4. Niveles sonoros Lden
5. Zona de afección
6. Zonificación acústica
7. Zonas de conflicto

UME L1 SEV-2

1. Niveles sonoros Ld
2. Niveles sonoros Le
3. Niveles sonoros Ln
4. Niveles sonoros Lden
5. Zona de afección
6. Zonificación acústica
7. Zonas de conflicto

UME L1 SEV-3

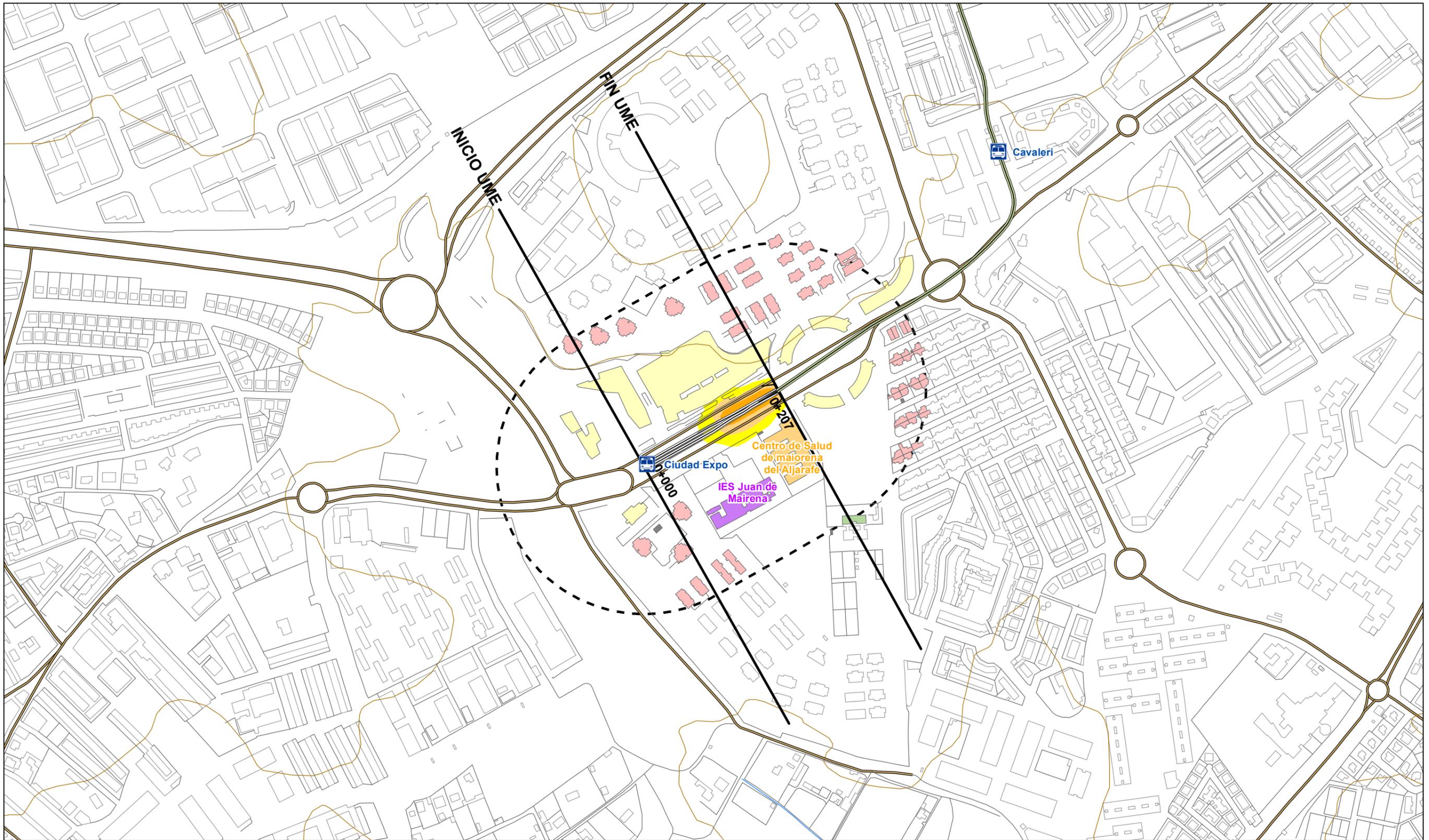
1. Niveles sonoros Ld
2. Niveles sonoros Le
3. Niveles sonoros Ln
4. Niveles sonoros Lden
5. Zona de afección
6. Zonificación acústica
7. Zonas de conflicto

UME L1 SEV-4

1. Niveles sonoros Ld
2. Niveles sonoros Le
3. Niveles sonoros Ln
4. Niveles sonoros Lden
5. Zona de afección
6. Zonificación acústica
7. Zonas de conflicto

UME L1 SEV-5

1. Niveles sonoros Ld
2. Niveles sonoros Le
3. Niveles sonoros Ln
4. Niveles sonoros Lden
5. Zona de afección
6. Zonificación acústica
7. Zonas de conflicto



LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

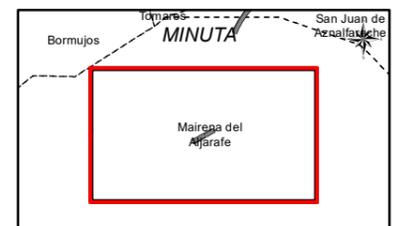
- | | | |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel | Edificaciones fuera de estudio |
| Eje soterrado | Hidrografía | Viaductos |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos | Túneles |
| Ferrocarril | Límite de municipio | Estación metro |
| Límite de estudio | | |

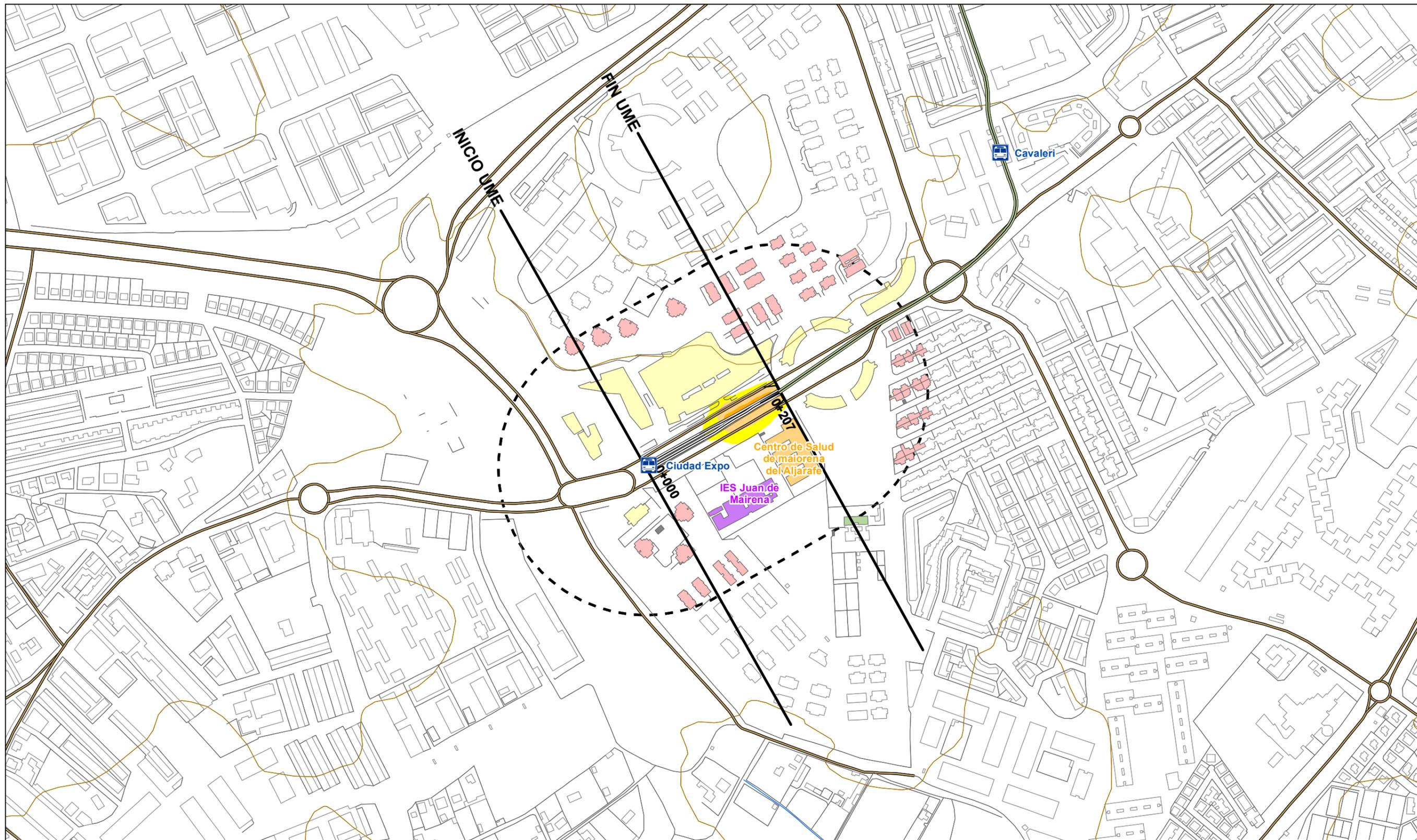
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Túneles
Límite de municipio	Ámbito de estudio

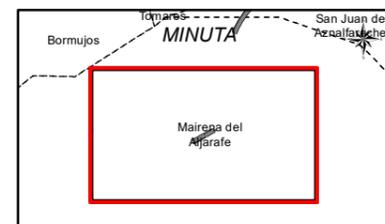
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Estación metro

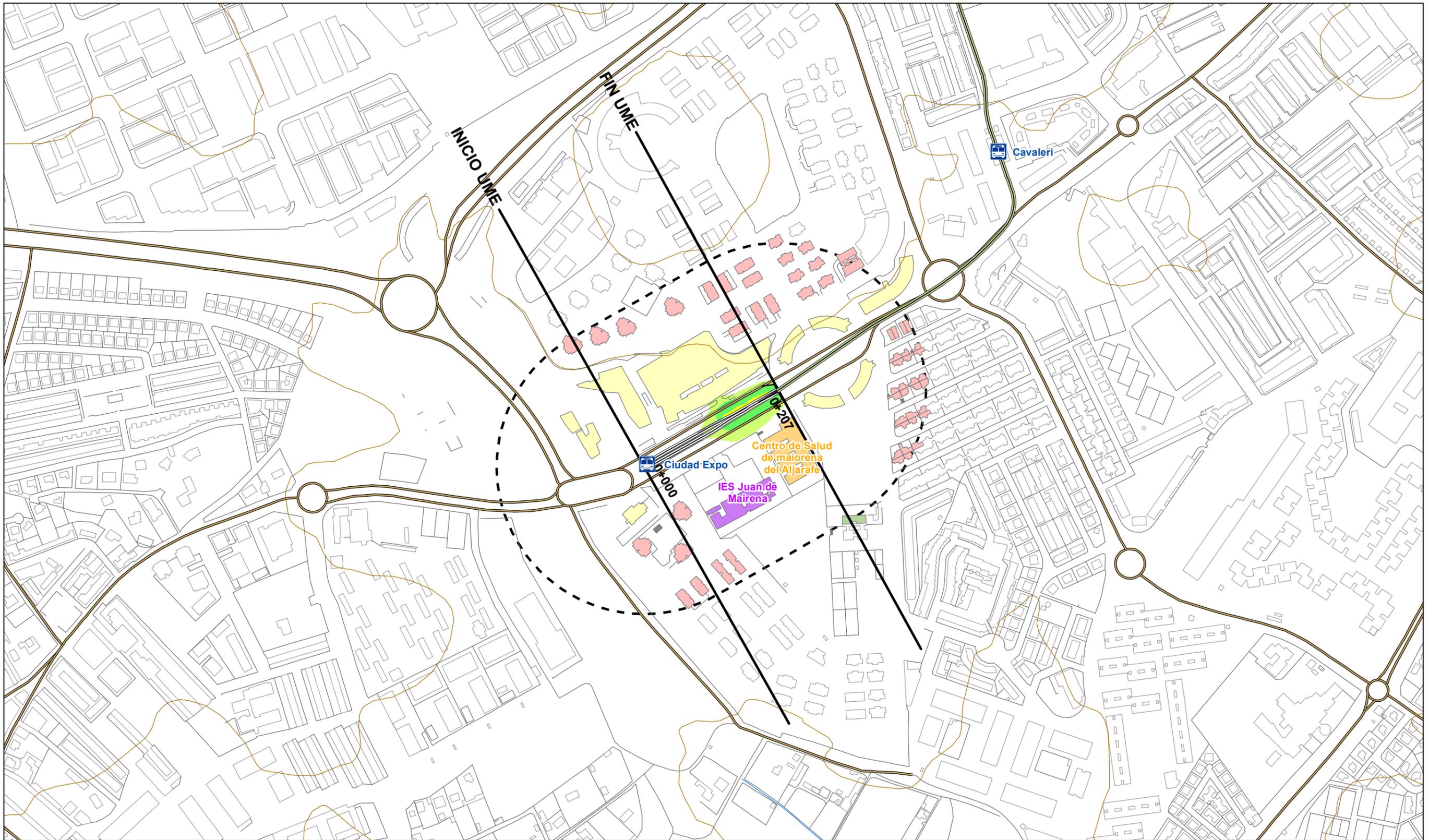
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Túneles
Límite de municipio	Ámbito de estudio

Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Estación metro

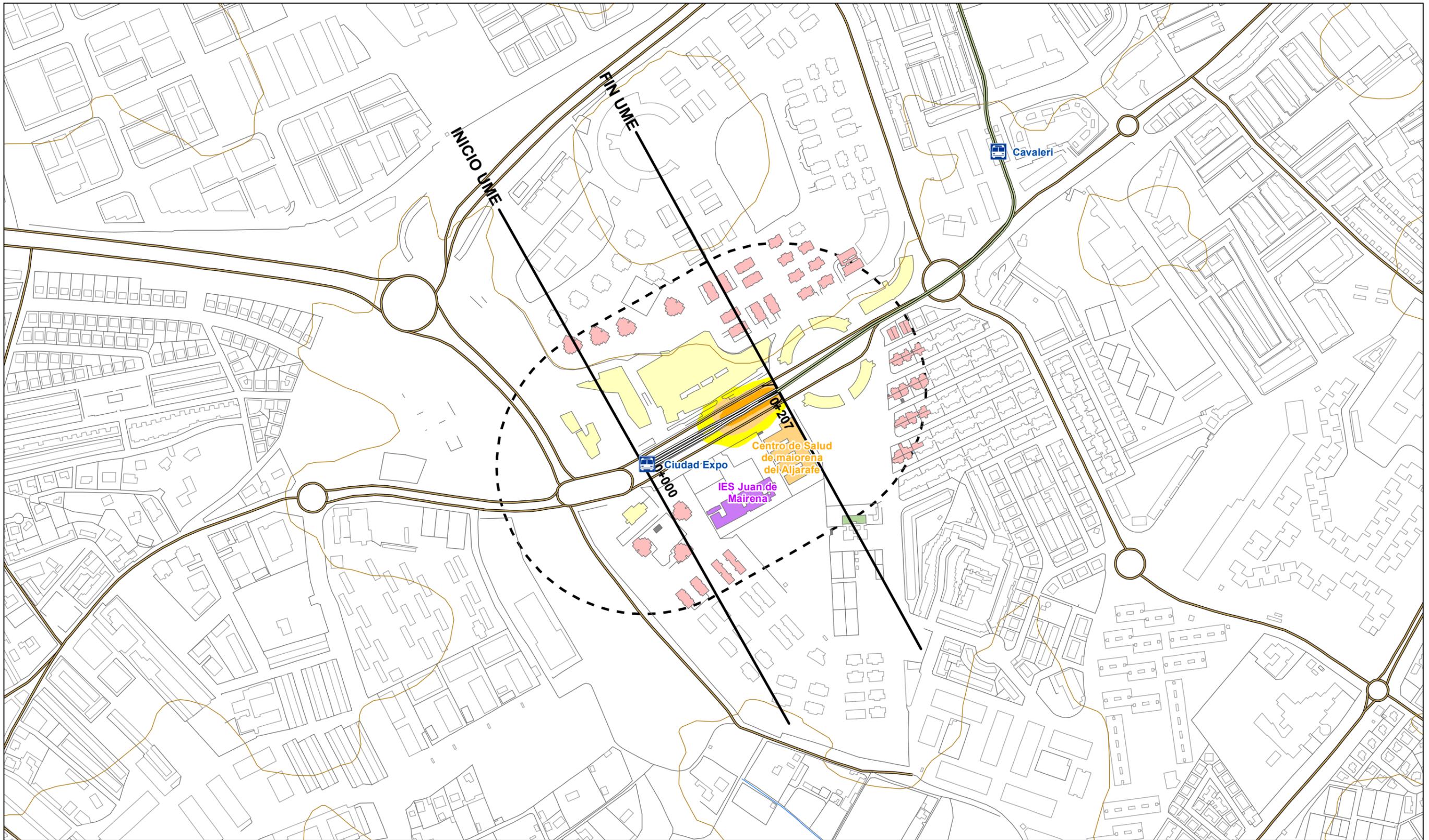
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	70-75





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Túneles
Límite de municipio	Ámbito de estudio

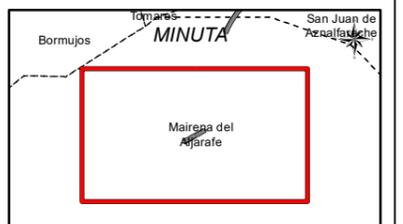
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Estación metro

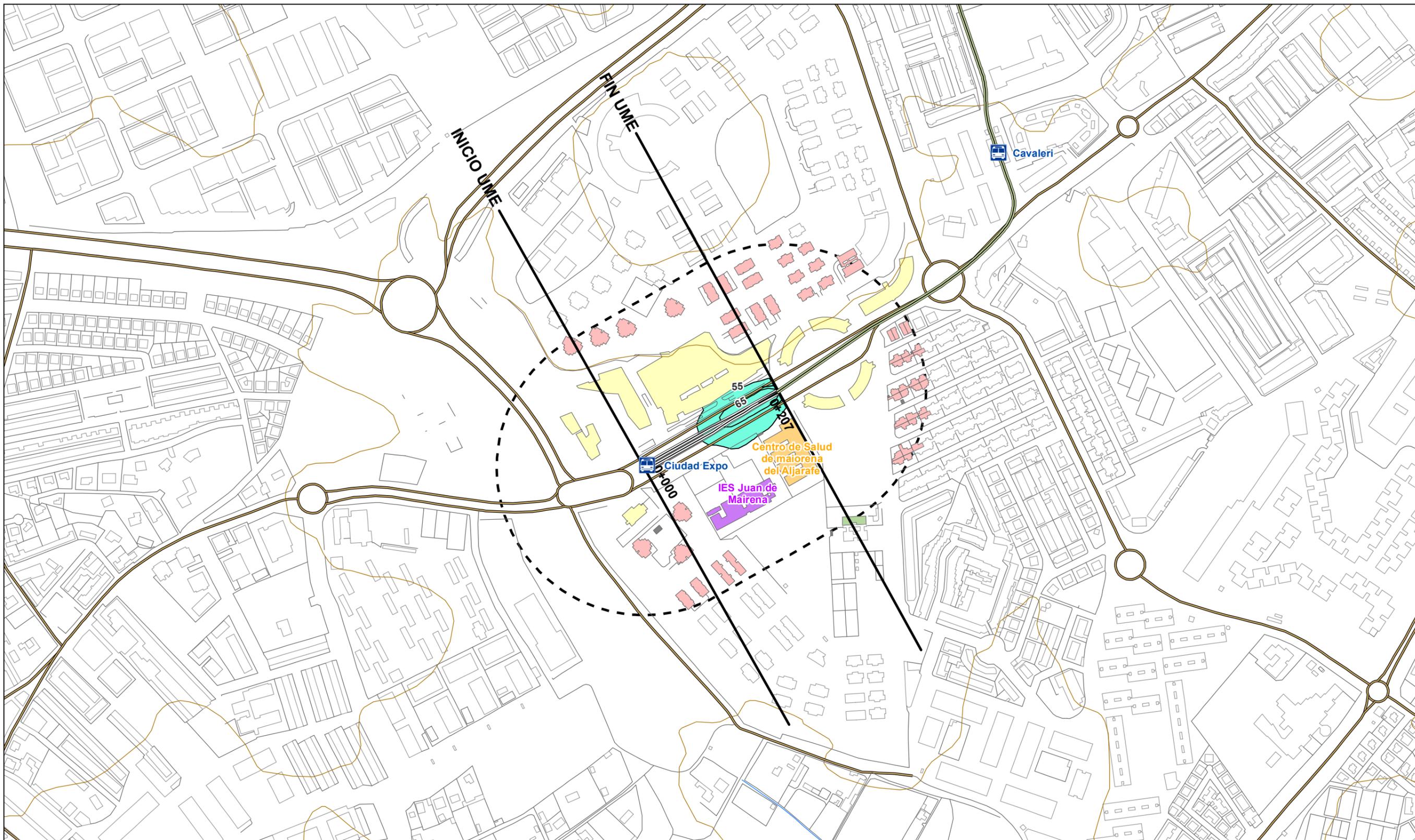
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Túneles |
| Límite de municipio | Ámbito de estudio |

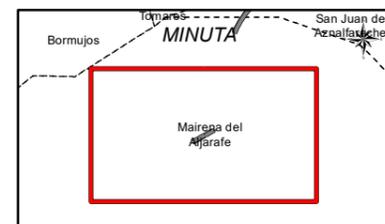
Barreras acústicas

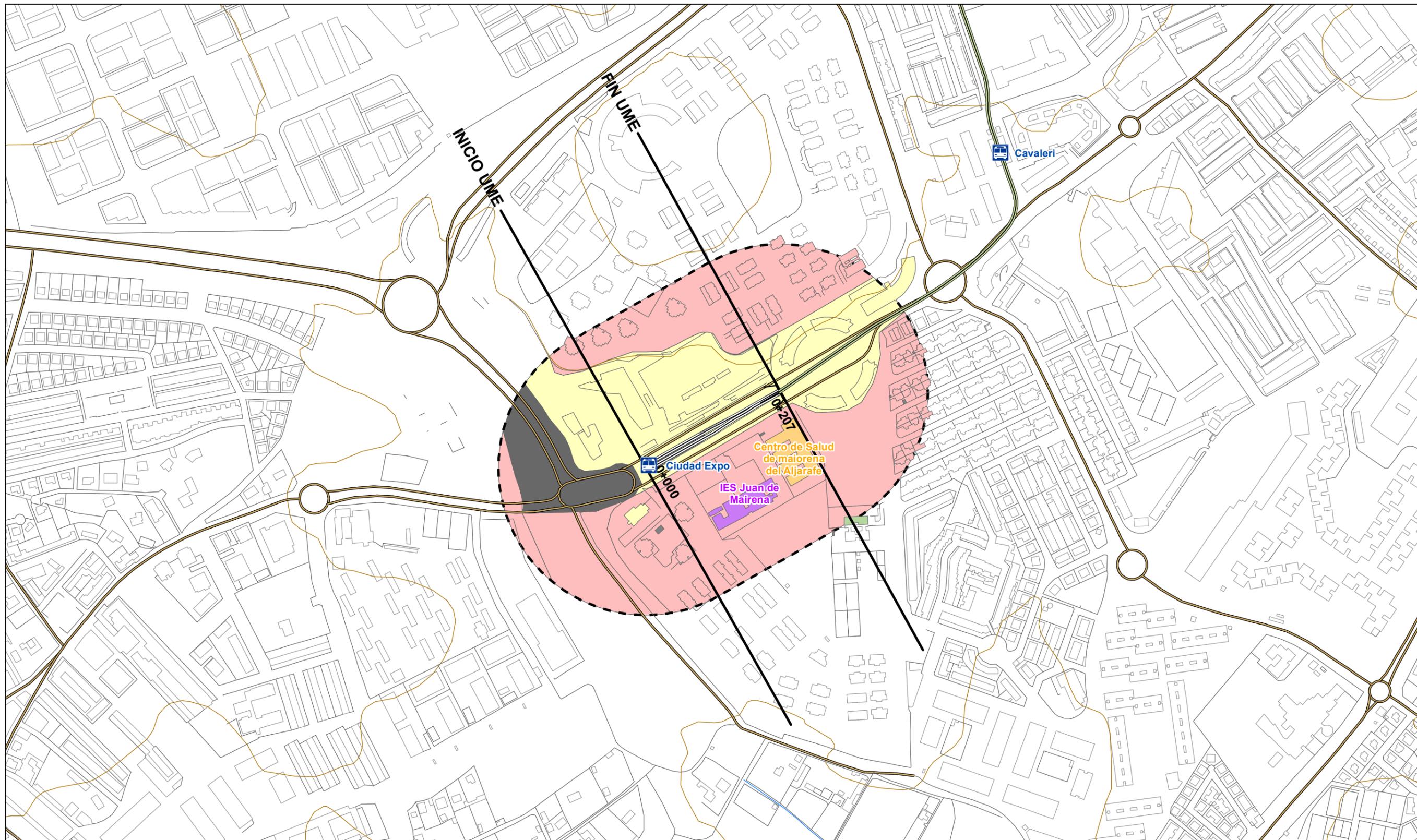
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zona de afectación

- | |
|----------------------------|
| Zona de afectación |
| Isófonas de 55, 65 y 75 dB |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

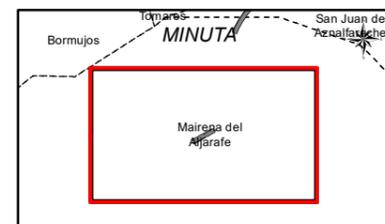
- | | |
|----------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Viaductos | Ámbito de estudio |
| Túneles | |
| Estación metro | |

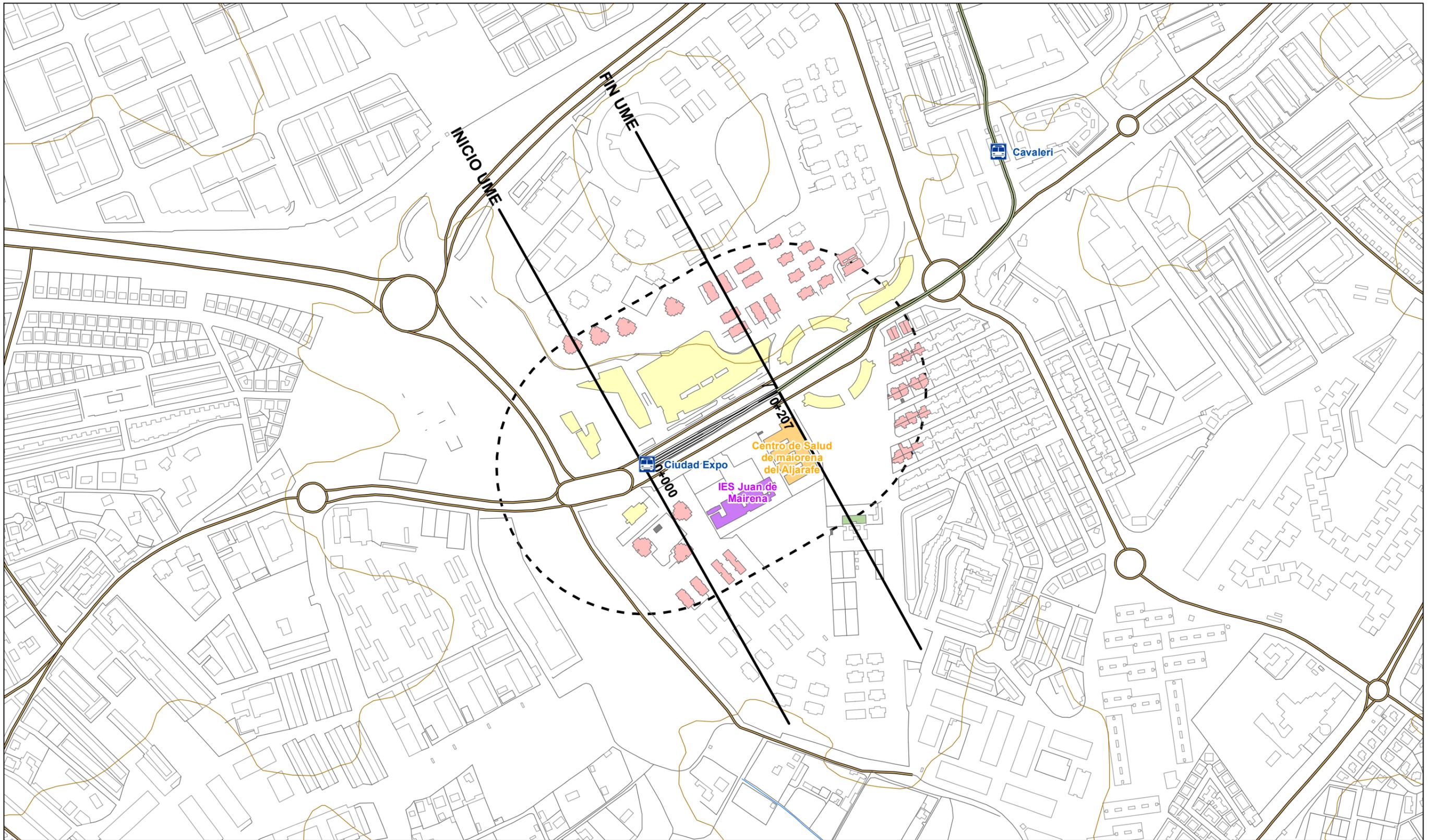
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas acústicas

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | O: Sin O.C.A. |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de municipio | Ámbito de estudio |

Barreras acústicas

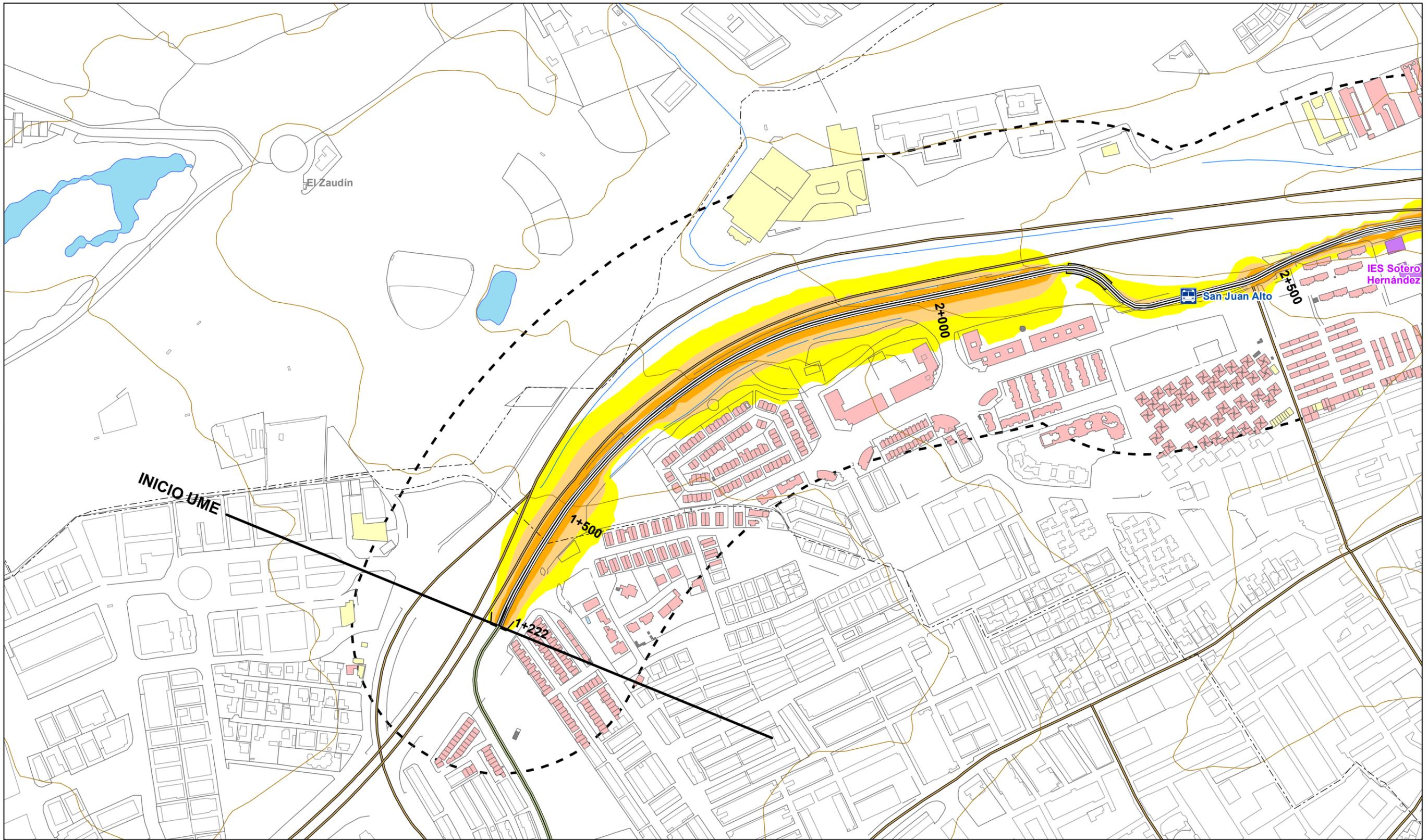
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas de conflicto

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

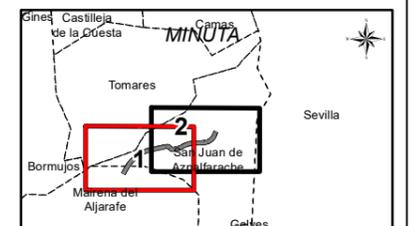
- | | |
|----------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Viaductos | Ámbito de estudio |
| Túneles | |
| Estación metro | |

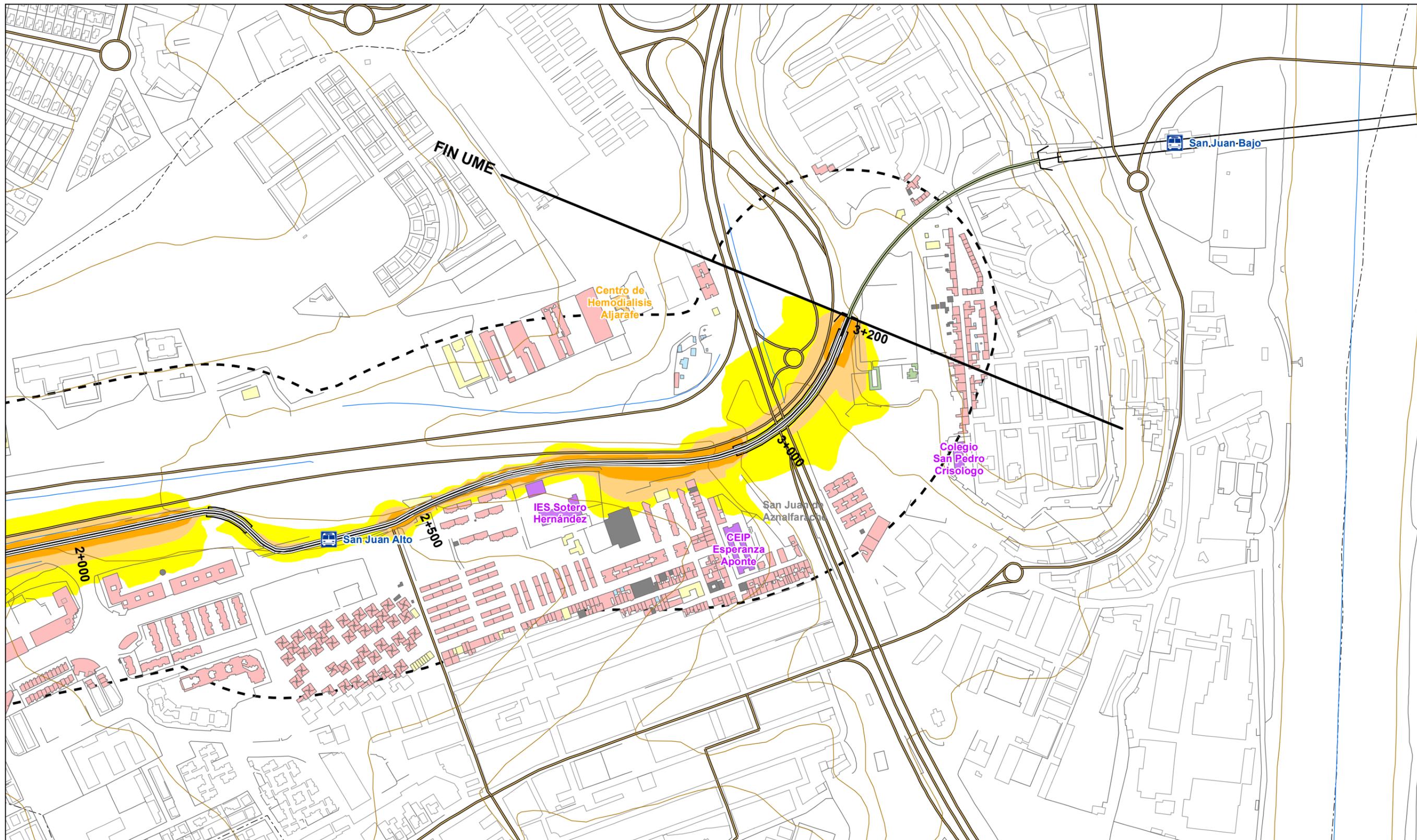
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio |
| Límite de municipio | |

Barreras acústicas

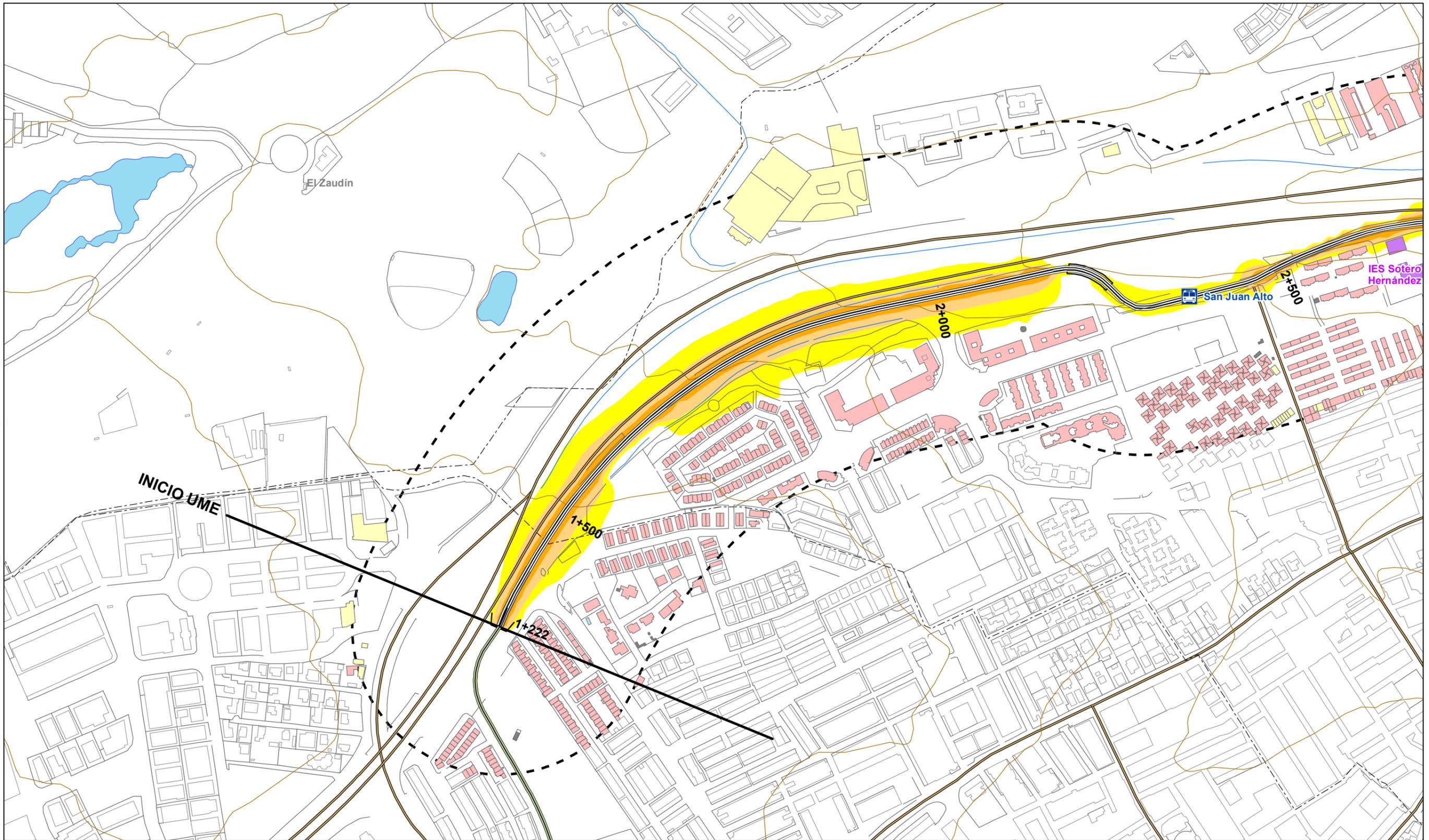
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de estudio | Ámbito de estudio |

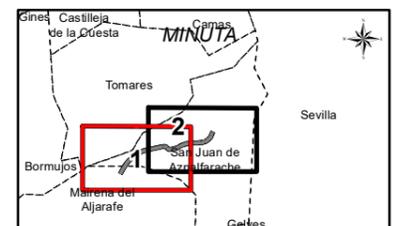
Barreras acústicas

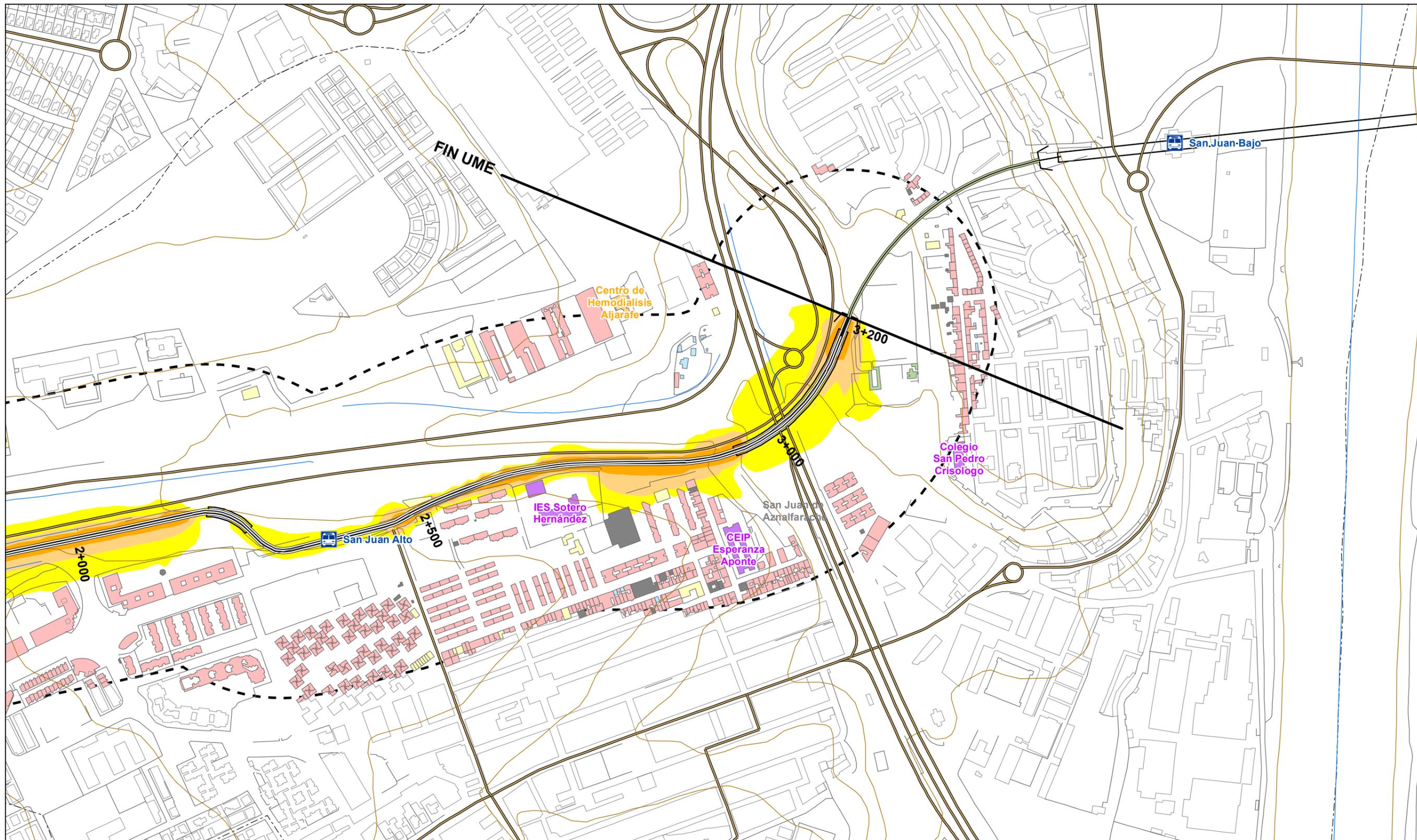
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Túneles |
| Límite de municipio | Ámbito de estudio |

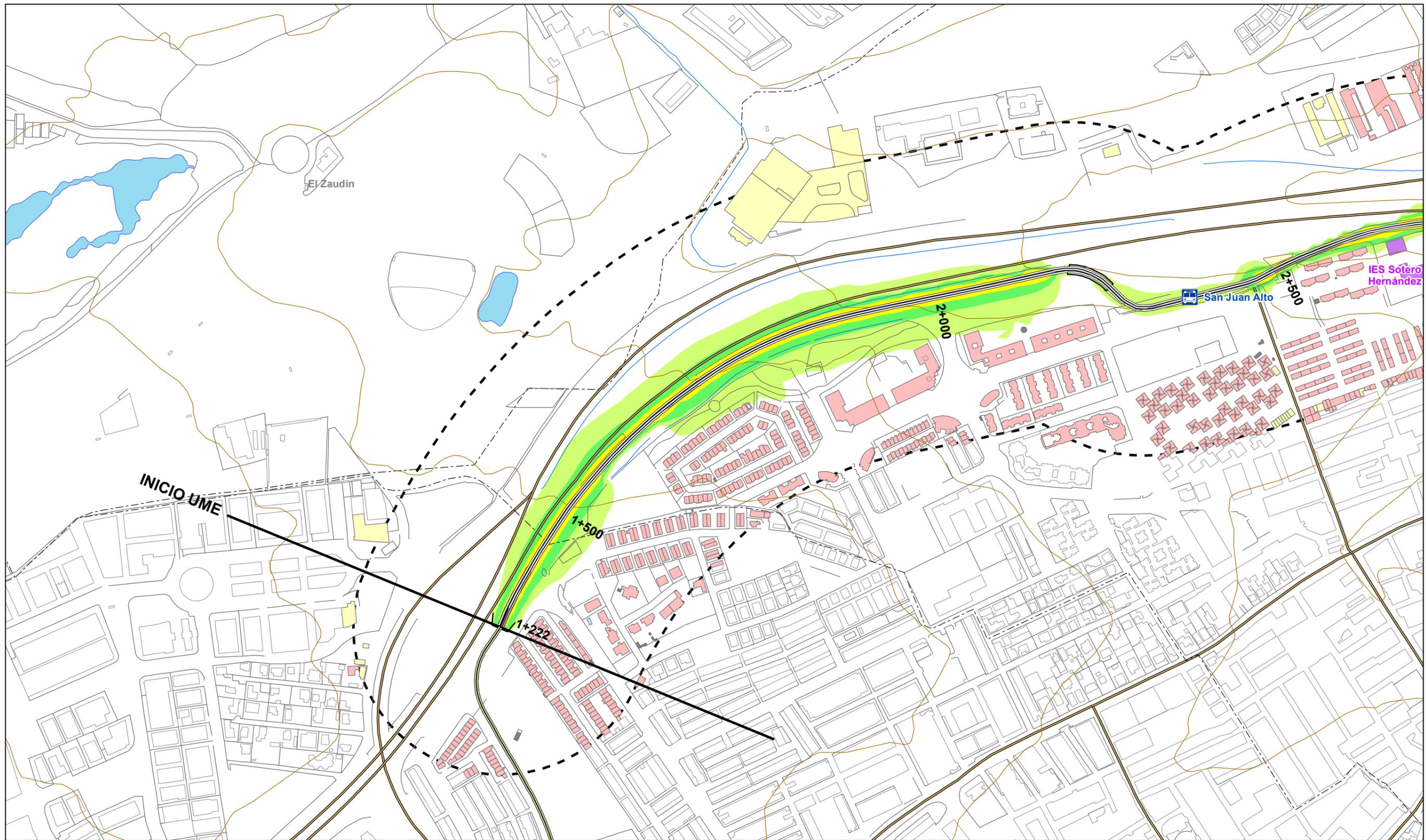
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

- Residencial
- Industrial
- Recreativo y espectáculos
- Terciario
- Sanitario
- Docente
- Cultural
- Otros

Elementos Cartográficos

- Eje de la UME
- Eje soterrado
- Carreteras
- Ferrocarril
- Límite de municipio
- Curva de nivel
- Hidrografía
- Otros elementos cartográficos
- Ámbito de estudio

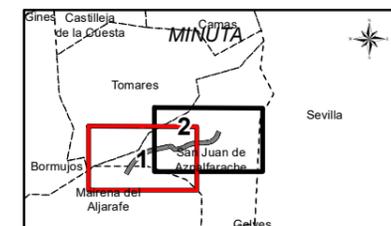
Barreras acústicas

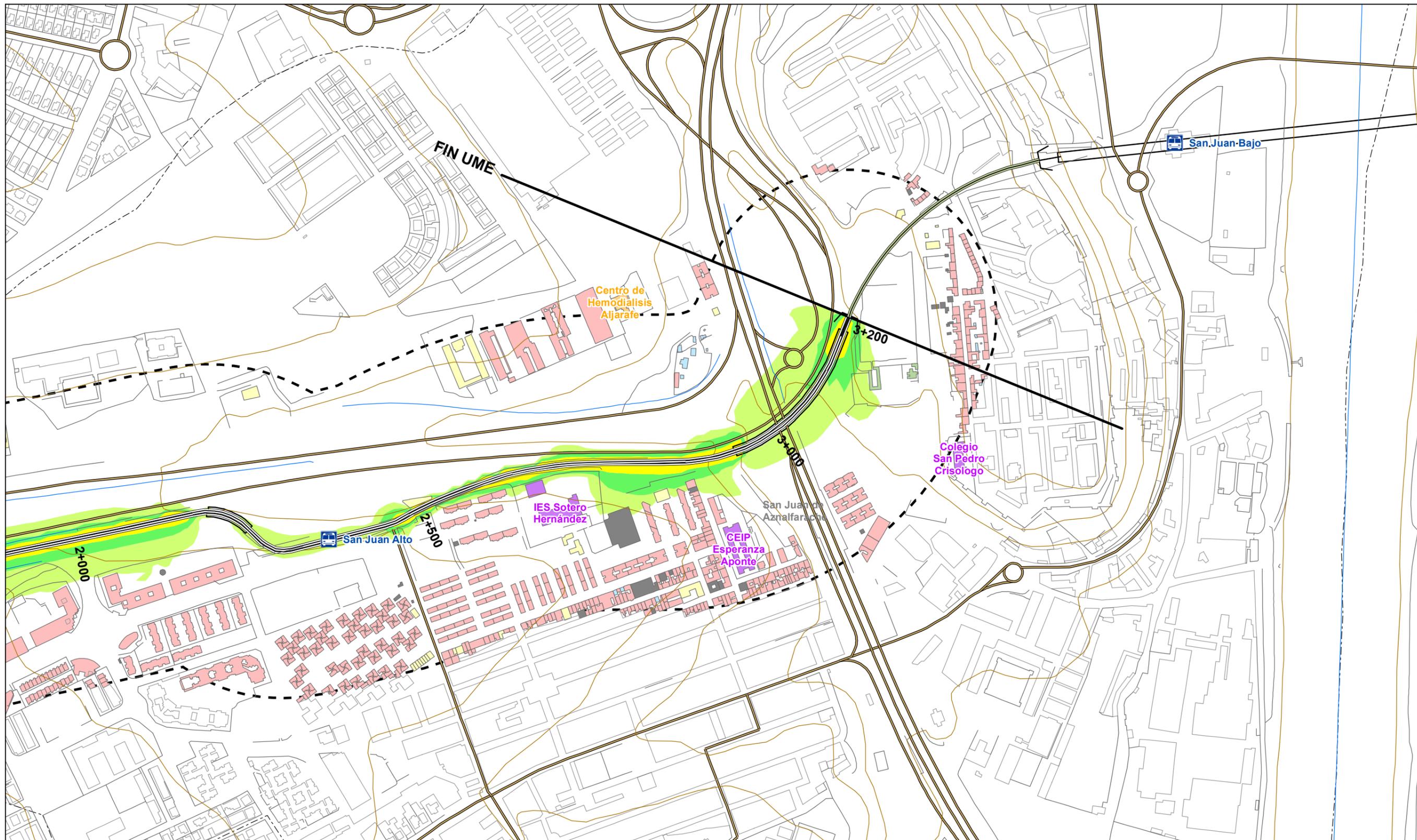
- Pantalla acústica
- Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

- 45-50
- 50-55
- 55-60
- 60-65
- 65-70
- 70-75

- Edificaciones fuera de estudio
- Viaductos
- Túneles
- Estación metro





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Túneles
Límite de municipio	Ámbito de estudio

Barreras acústicas

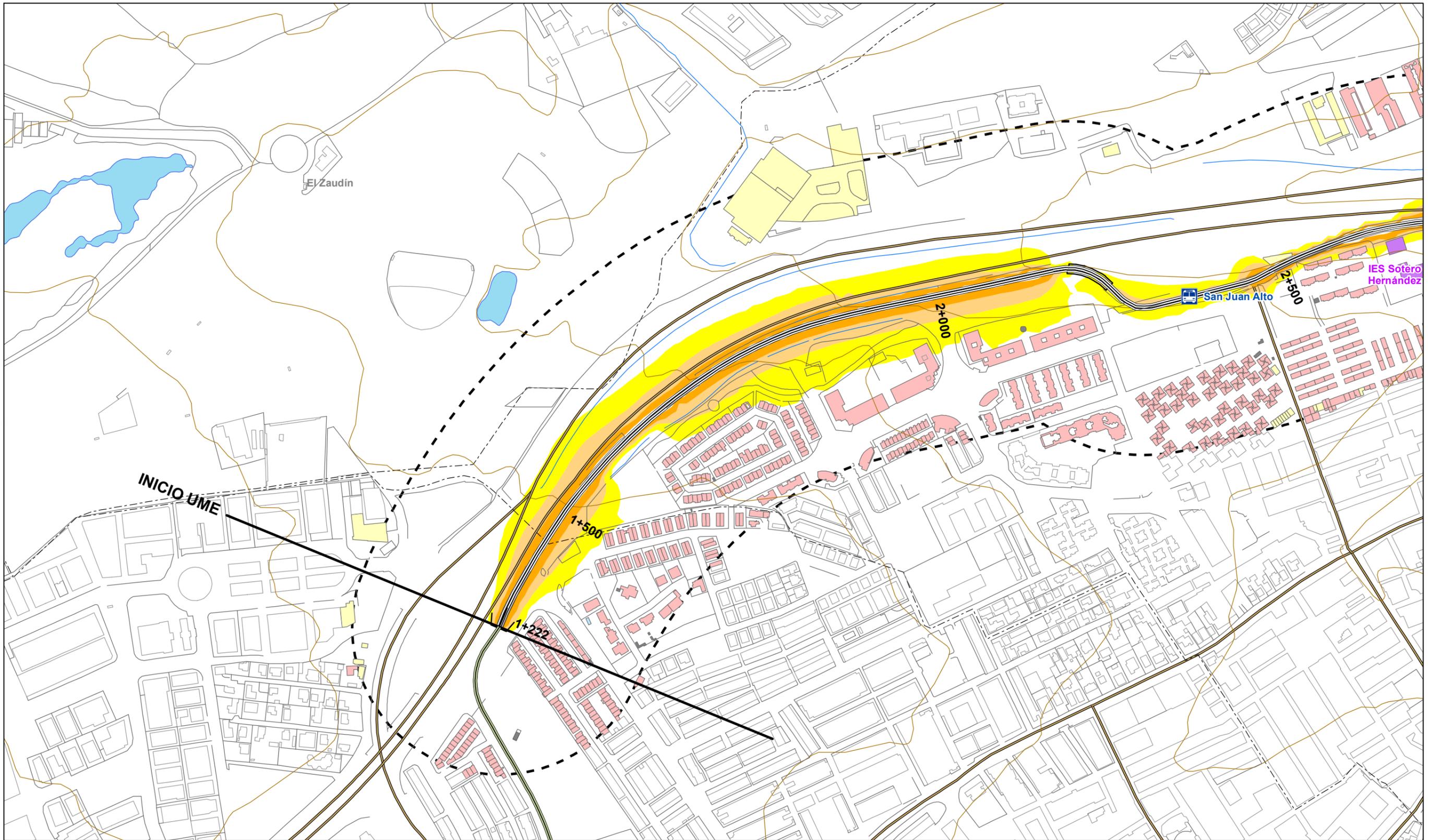
Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	70-75

Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Estación metro





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Túneles |
| Límite de municipio | Ámbito de estudio |

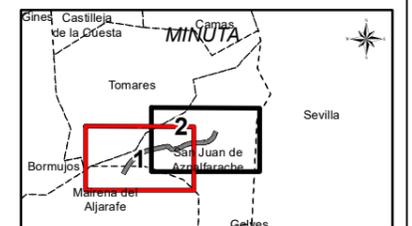
Barreras acústicas

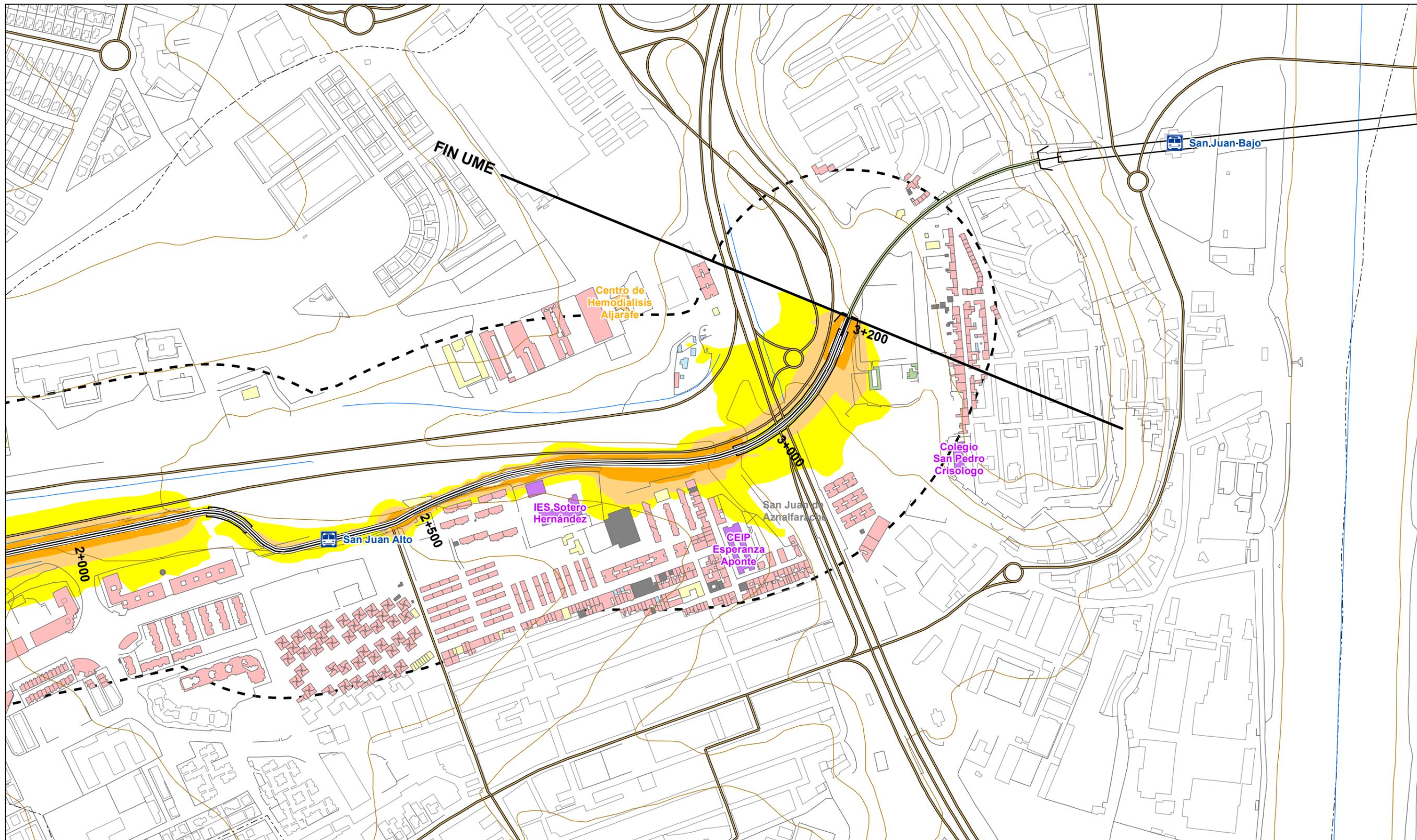
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Túneles | Ámbito de estudio |

Barreras acústicas

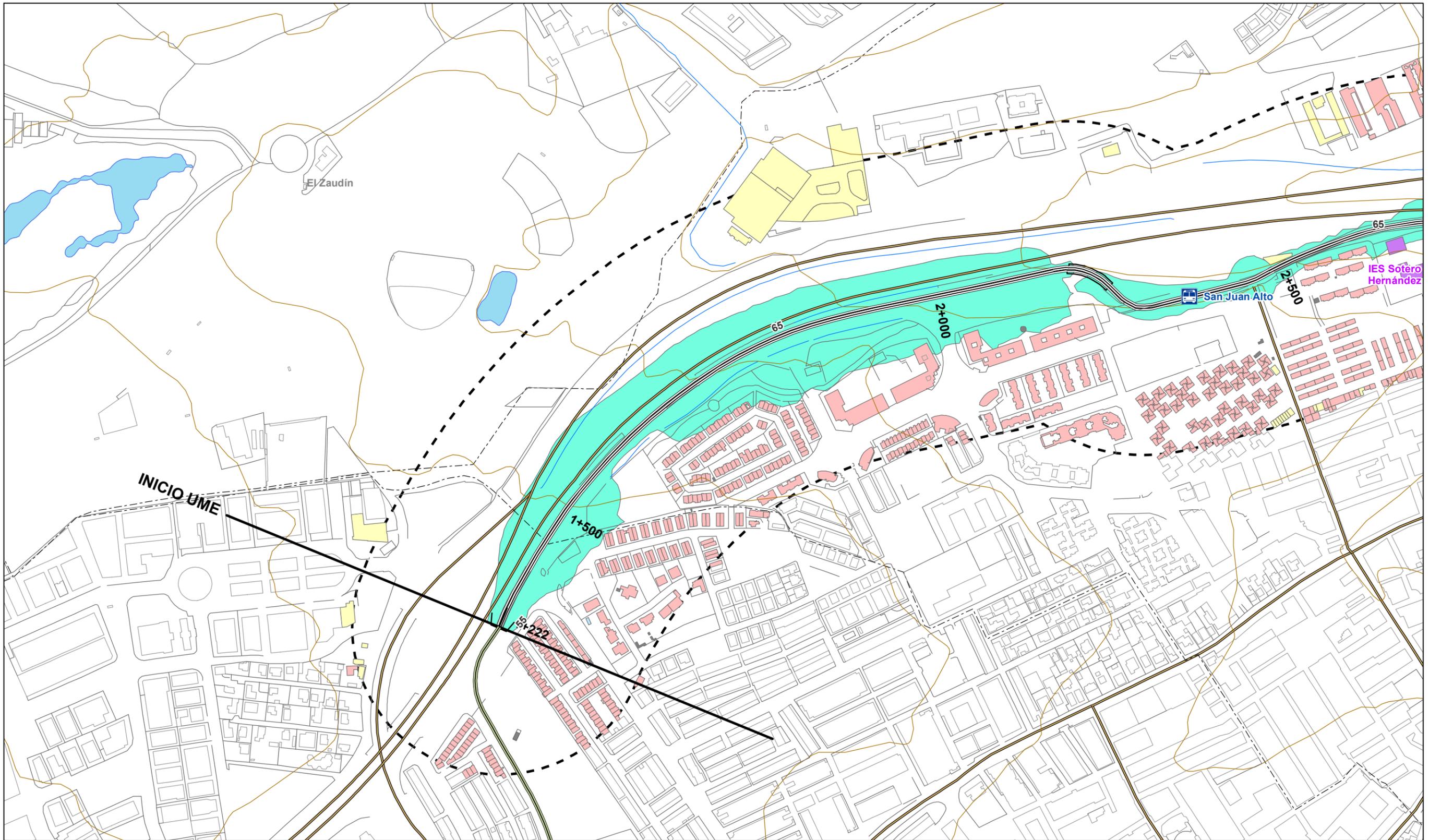
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Ámbito de estudio | |

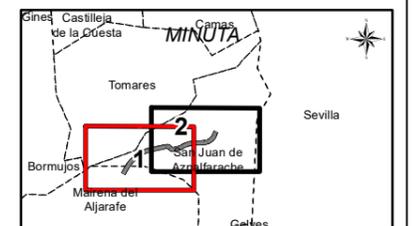
Barreras acústicas

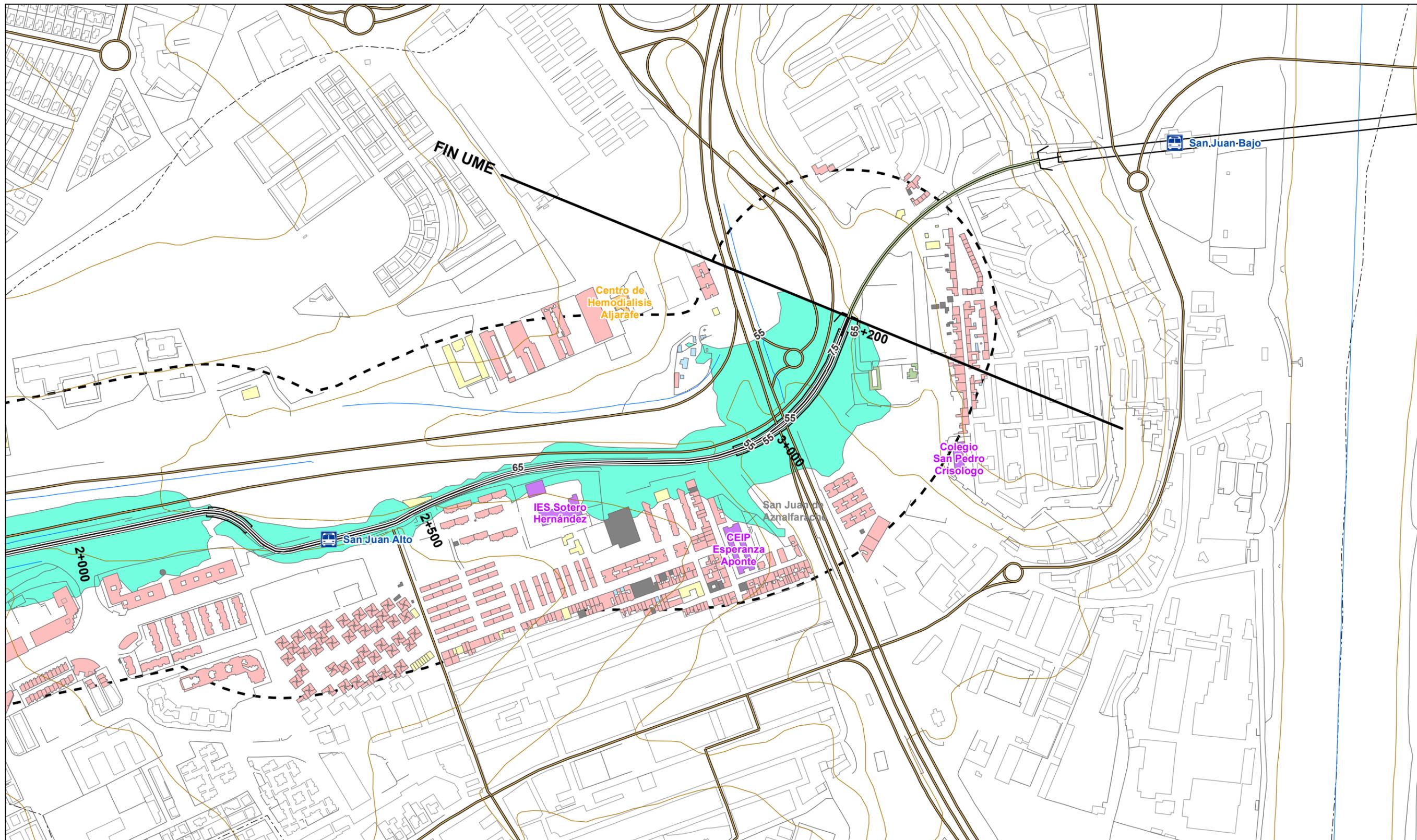
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zona de afectación

- | |
|----------------------------|
| Zona de afectación |
| Isófonas de 55, 65 y 75 dB |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio |
| Límite de municipio | |

Barreras acústicas

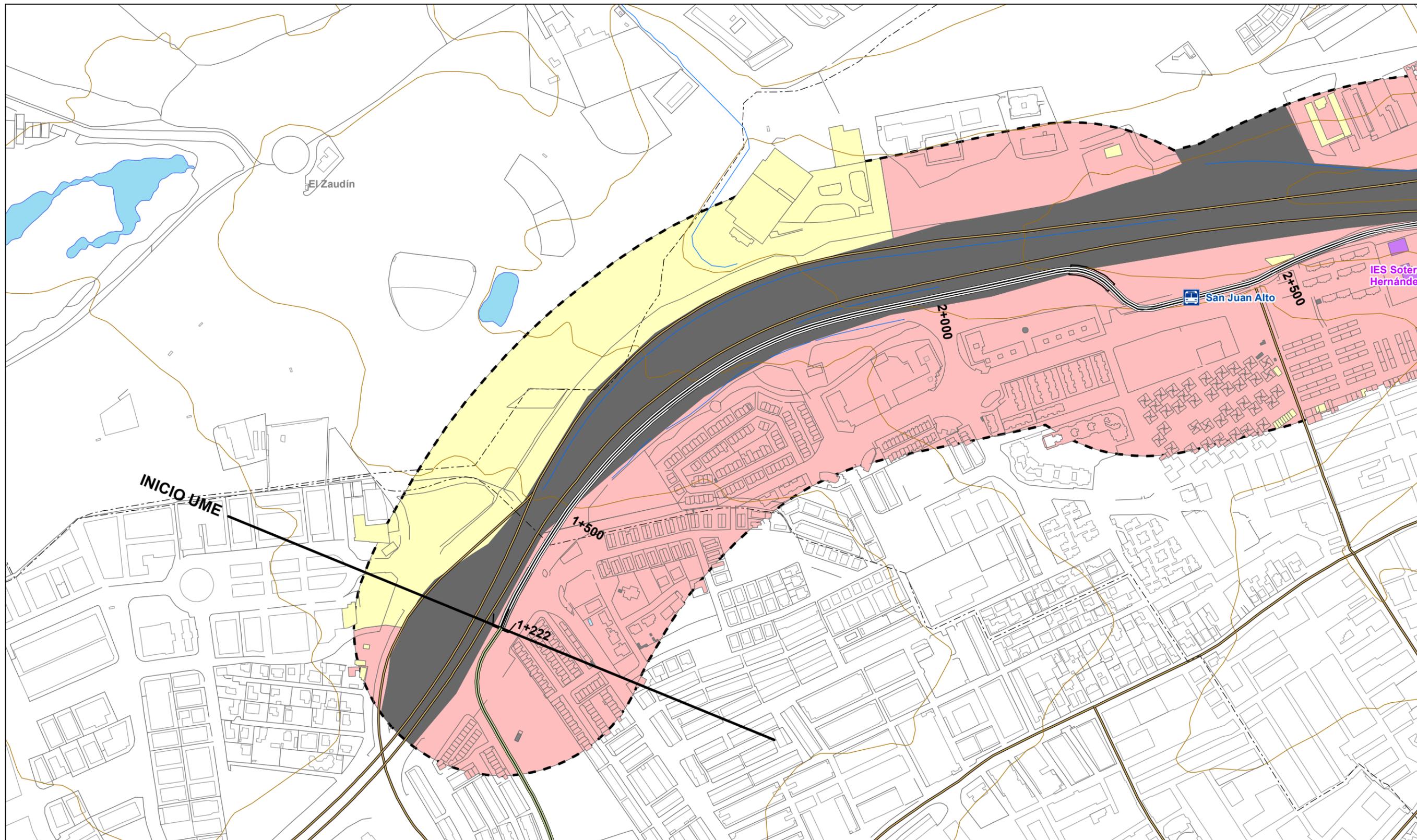
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zona de afectación

- | |
|----------------------------|
| Zona de afectación |
| Isófonas de 55, 65 y 75 dB |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- Residencial
- Industrial
- Recreativo y espectáculos
- Terciario
- Sanitario
- Docente
- Cultural
- Otros

Elementos Cartográficos

- Eje de la UME
- Eje soterrado
- Carreteras
- Ferrocarril
- Límite de municipio
- Curva de nivel
- Hidrografía
- Otros elementos cartográficos
- Ámbito de estudio

- Edificaciones fuera de estudio
- Viaductos
- Túneles
- Estación metro

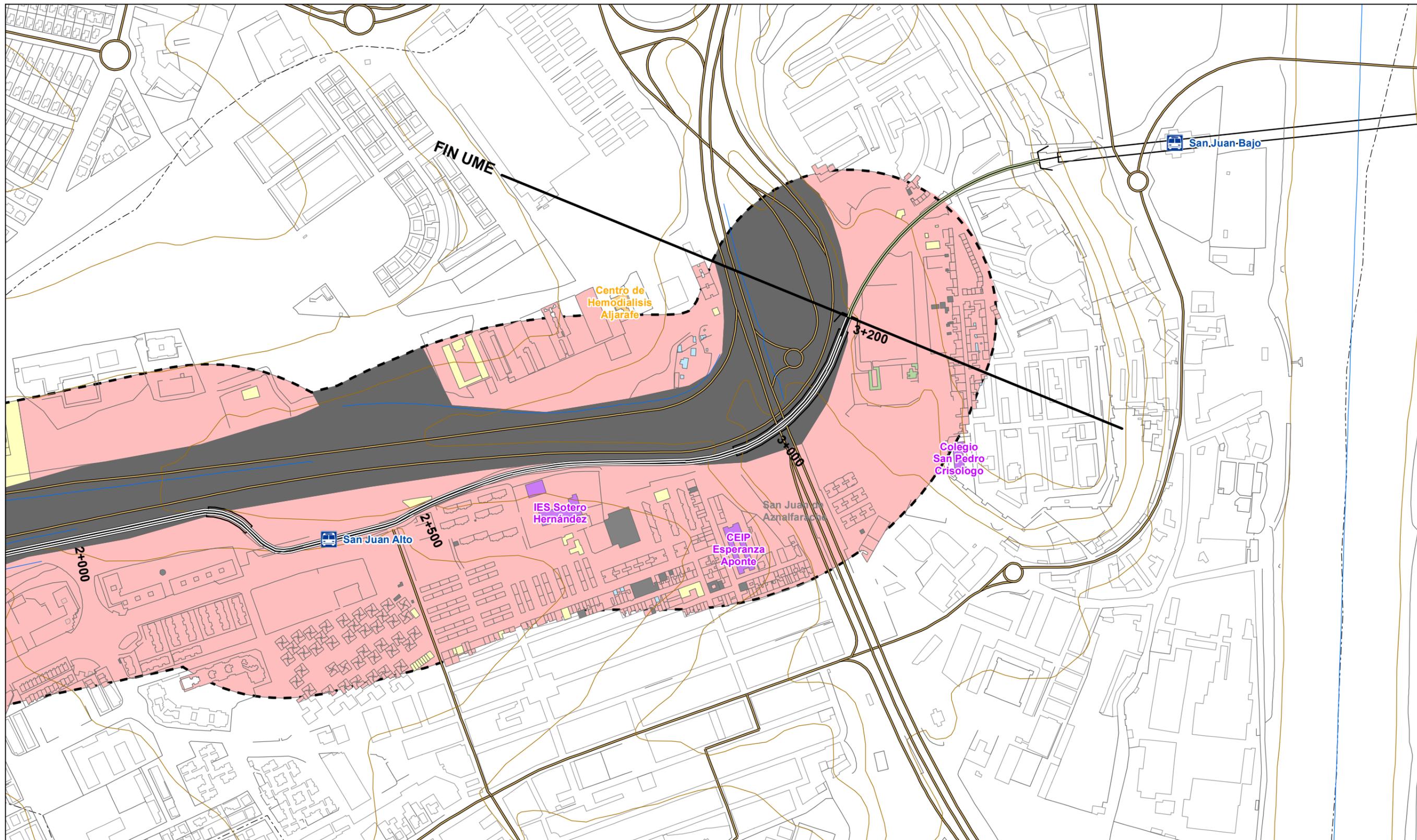
Barreras acústicas

- Pantalla acústica
- Dique de tierra

Zonas acústicas

- A: Residencial
- B: Industrial
- C: Recreativo
- D: Terciario
- E: Sanitario y docente
- F: Infraestructuras
- G: Espacios naturales
- O: Sin O.C.A.





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|----------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Viaductos | Ámbito de estudio |
| Túneles | |
| Estación metro | |

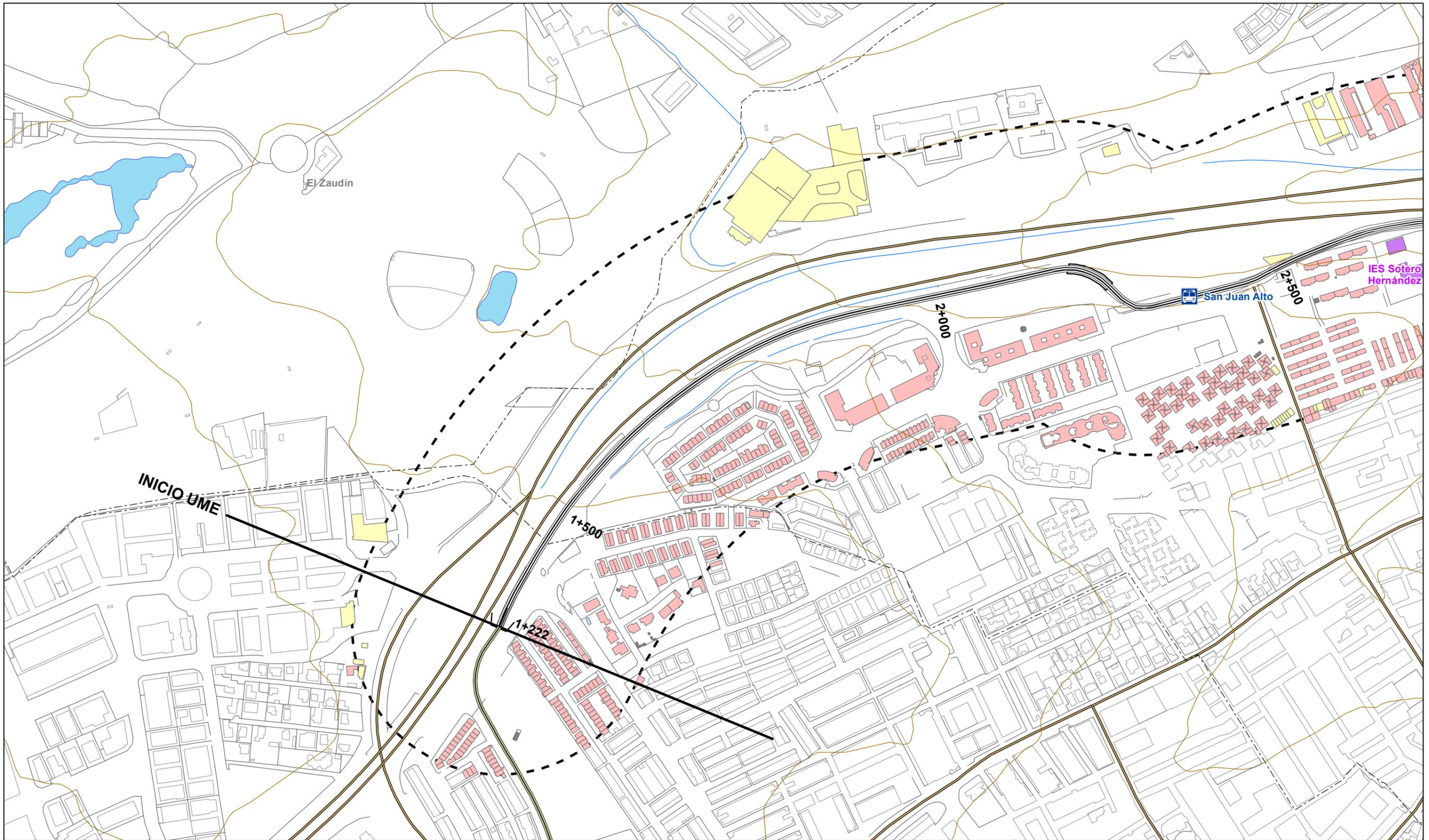
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas acústicas

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | O: Sin O.C.A. |





LEYENDA

Tipos de edificio

- Residencial
- Industrial
- Recreativo y espectáculos
- Terciario
- Sanitario
- Docente
- Cultural
- Otros

Elementos Cartográficos

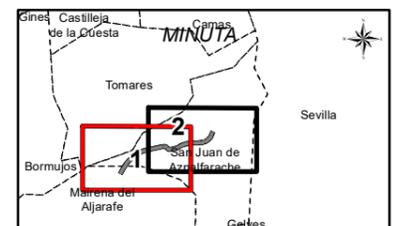
- Eje de la UME
- Eje soterrado
- Carreteras
- Ferrocarril
- Límite de municipio
- Curva de nivel
- Hidrografía
- Otros elementos cartográficos
- Edificaciones fuera de estudio
- Viaductos
- Túneles
- Estación metro

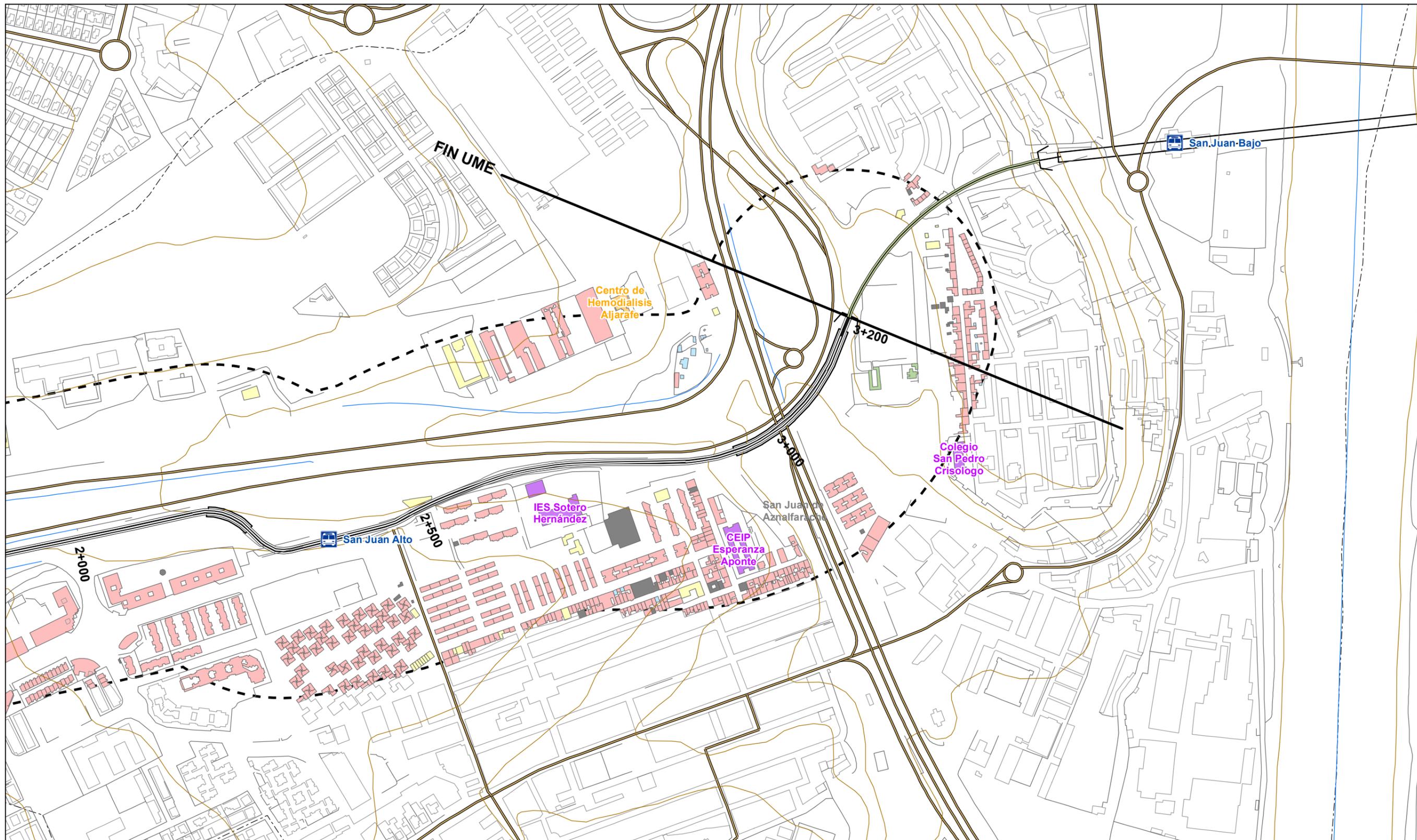
Barreras acústicas

- Pantalla acústica
- Dique de tierra

Zonas de conflicto

- A: Residencial
- B: Industrial
- C: Recreativo
- D: Terciario
- E: Sanitario y docente
- F: Infraestructuras
- G: Espacios naturales





LEYENDA

Tipos de edificio

- Residencial
- Industrial
- Recreativo y espectáculos
- Terciario
- Sanitario
- Docente
- Cultural
- Otros

Elementos Cartográficos

- Eje de la UME
- Eje soterrado
- Carreteras
- Ferrocarril
- Límite de municipio
- Curva de nivel
- Hidrografía
- Otros elementos cartográficos
- Ámbito de estudio

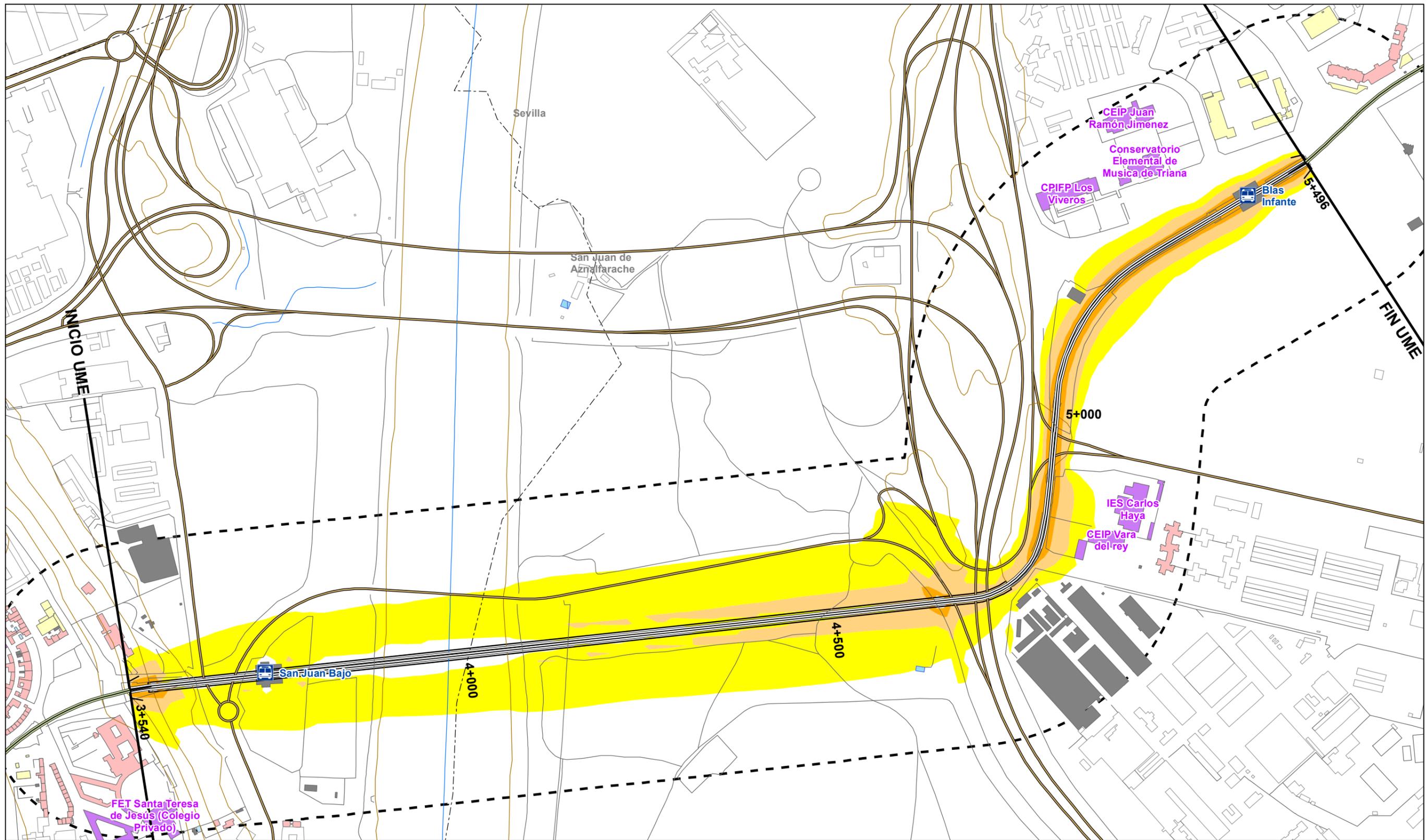
Barreras acústicas

- Pantalla acústica
- Dique de tierra

Zonas de conflicto

- A: Residencial
- B: Industrial
- C: Recreativo
- D: Terciario
- E: Sanitario y docente
- F: Infraestructuras
- G: Espacios naturales





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Ámbito de estudio
Límite de municipio	

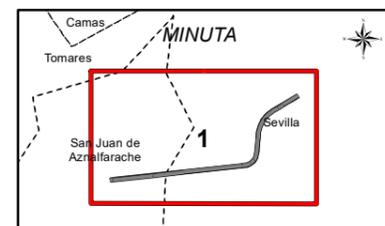
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro

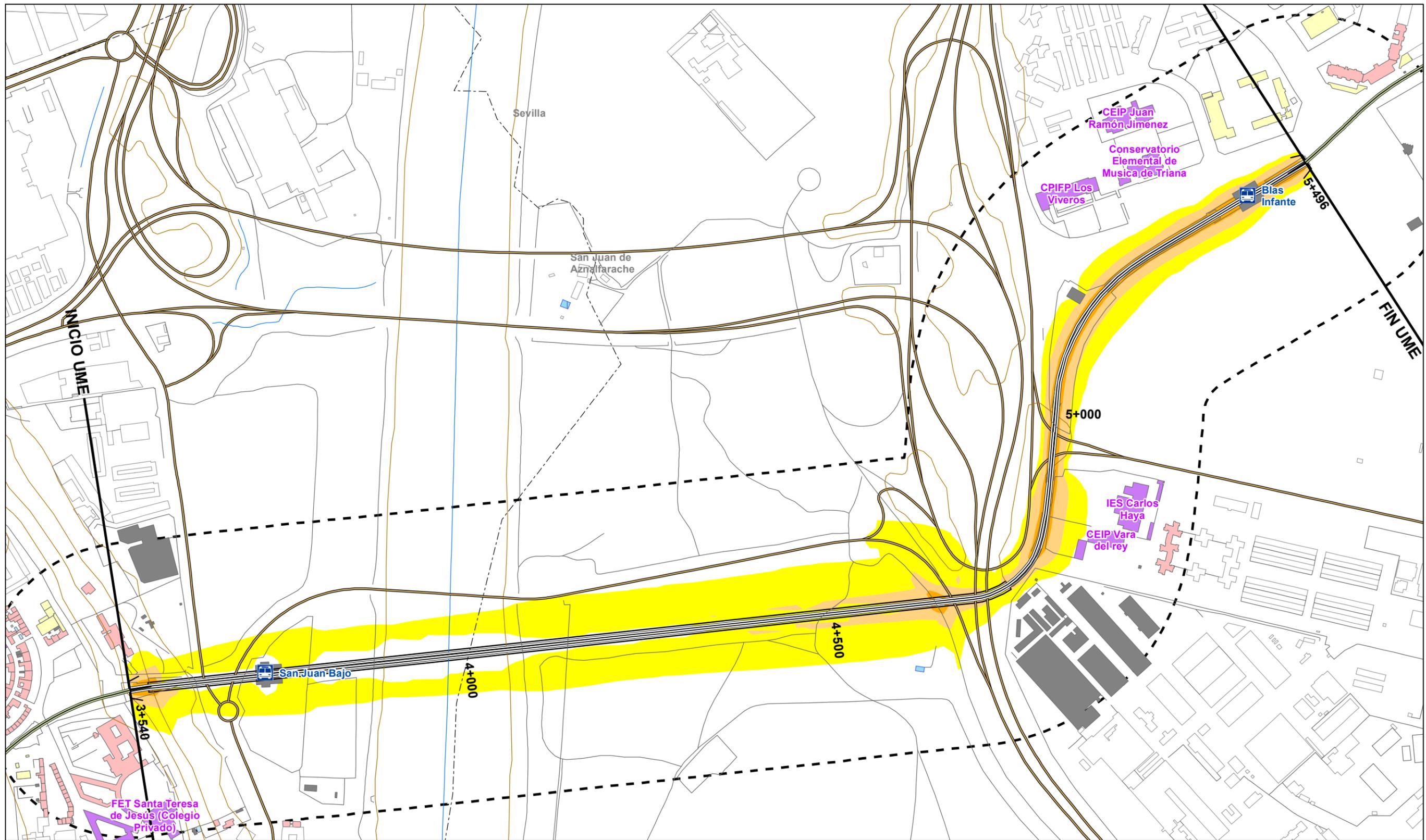
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Otros elementos cartográficos
Límite de municipio	Ámbito de estudio

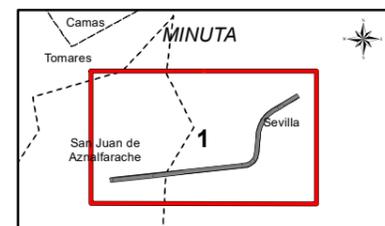
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro

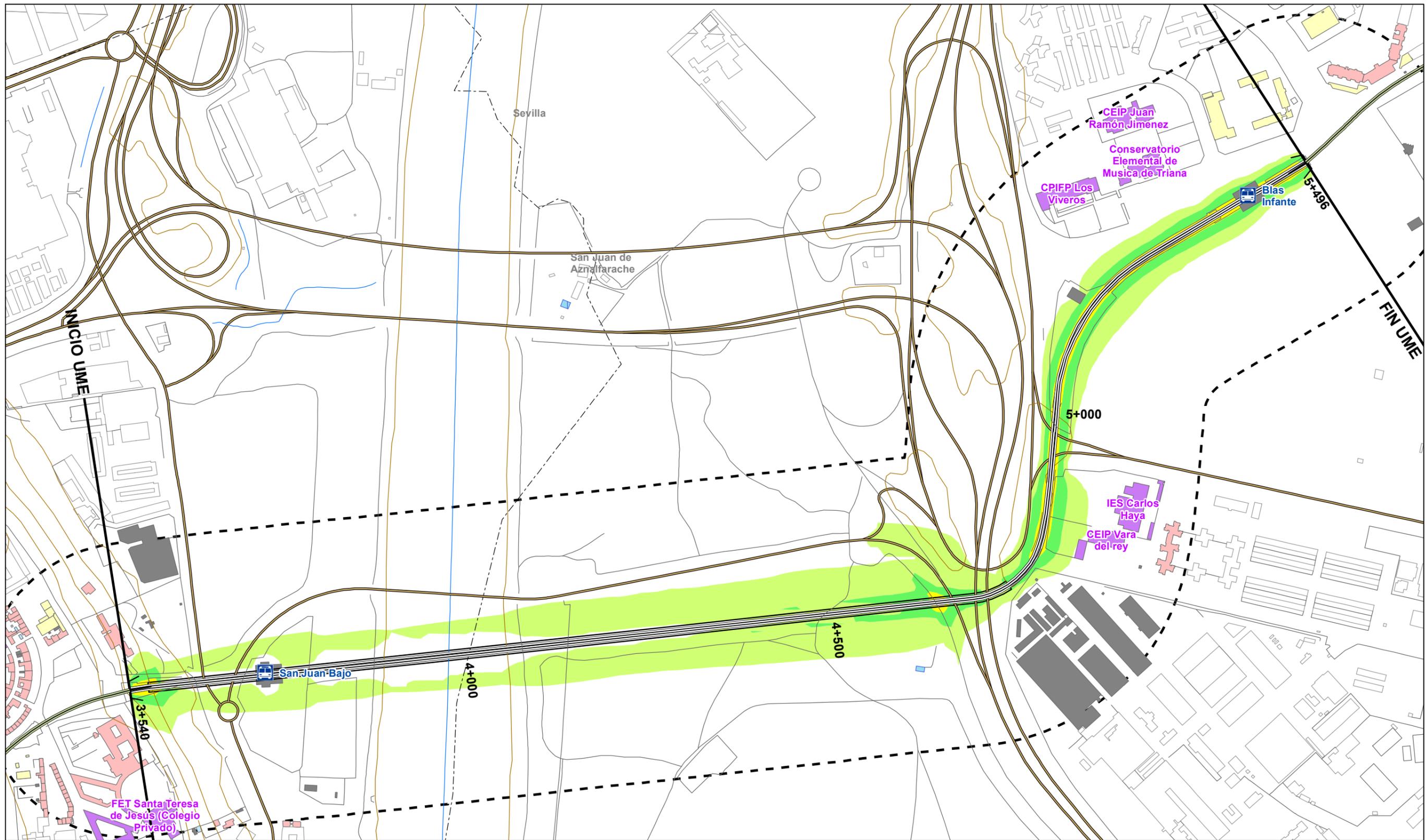
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75 dB(A) color swatch"/> >75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

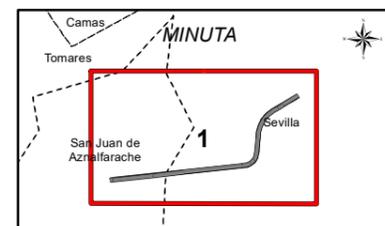
Eje de la UME	Curva de nivel	Edificaciones fuera de estudio
Eje soterrado	Hidrografía	Viaductos
Carreteras	Otros elementos cartográficos	Túneles
Ferrocarril	Ámbito de estudio	Estación metro
Límite de municipio		

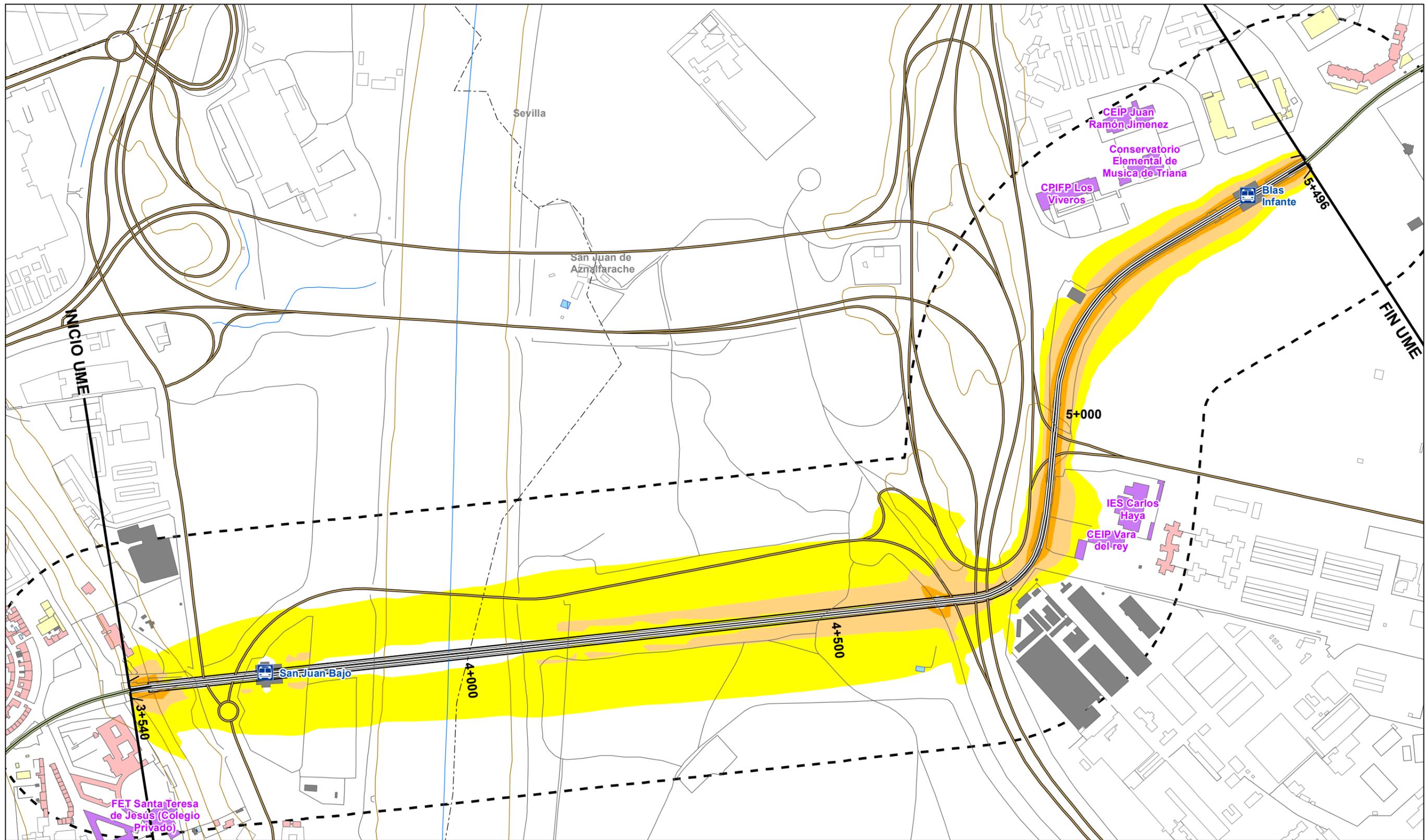
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	70-75





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Ámbito de estudio
Límite de municipio	

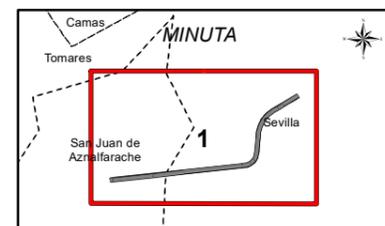
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro

Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75 dB(A) color swatch"/> >75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

	Residencial		Sanitario
	Industrial		Docente
	Recreativo y espectáculos		Cultural
	Terciario		Otros

Elementos Cartográficos

	Eje de la UME		Curva de nivel
	Eje soterrado		Hidrografía
	Carreteras		Otros elementos cartográficos
	Ferrocarril		Ámbito de estudio
	Límite de municipio		

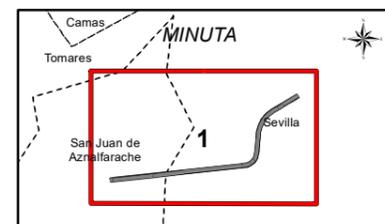
	Edificaciones fuera de estudio
	Viaductos
	Túneles
	Estación metro

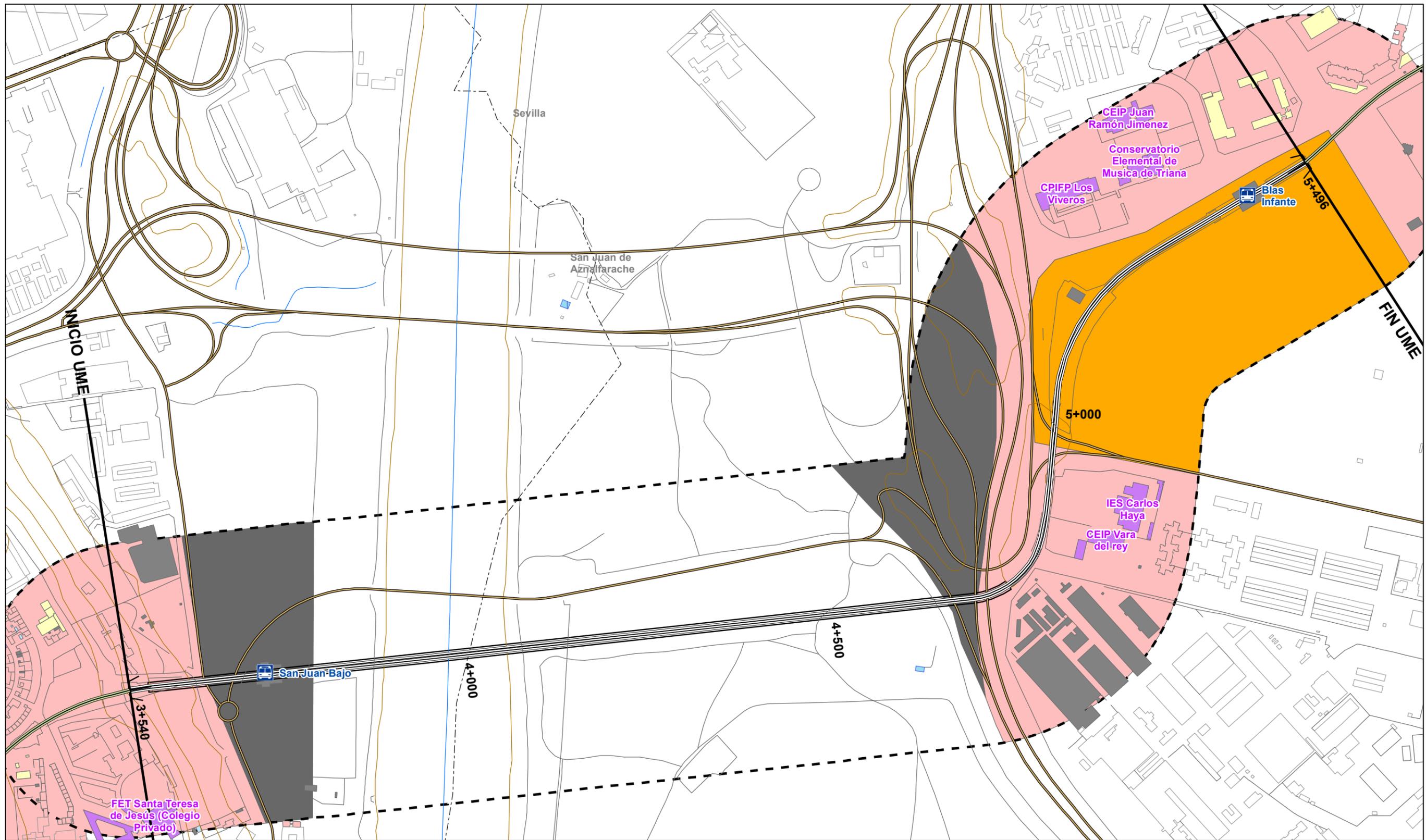
Barreras acústicas

	Pantalla acústica
	Dique de tierra

Zona de afectación

	Zona de afectación
	Isófonas de 55, 65 y 75 dB





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

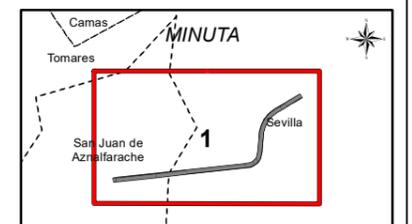
Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Límite de municipio
Viaductos	Ámbito de estudio
Túneles	
Estación metro	

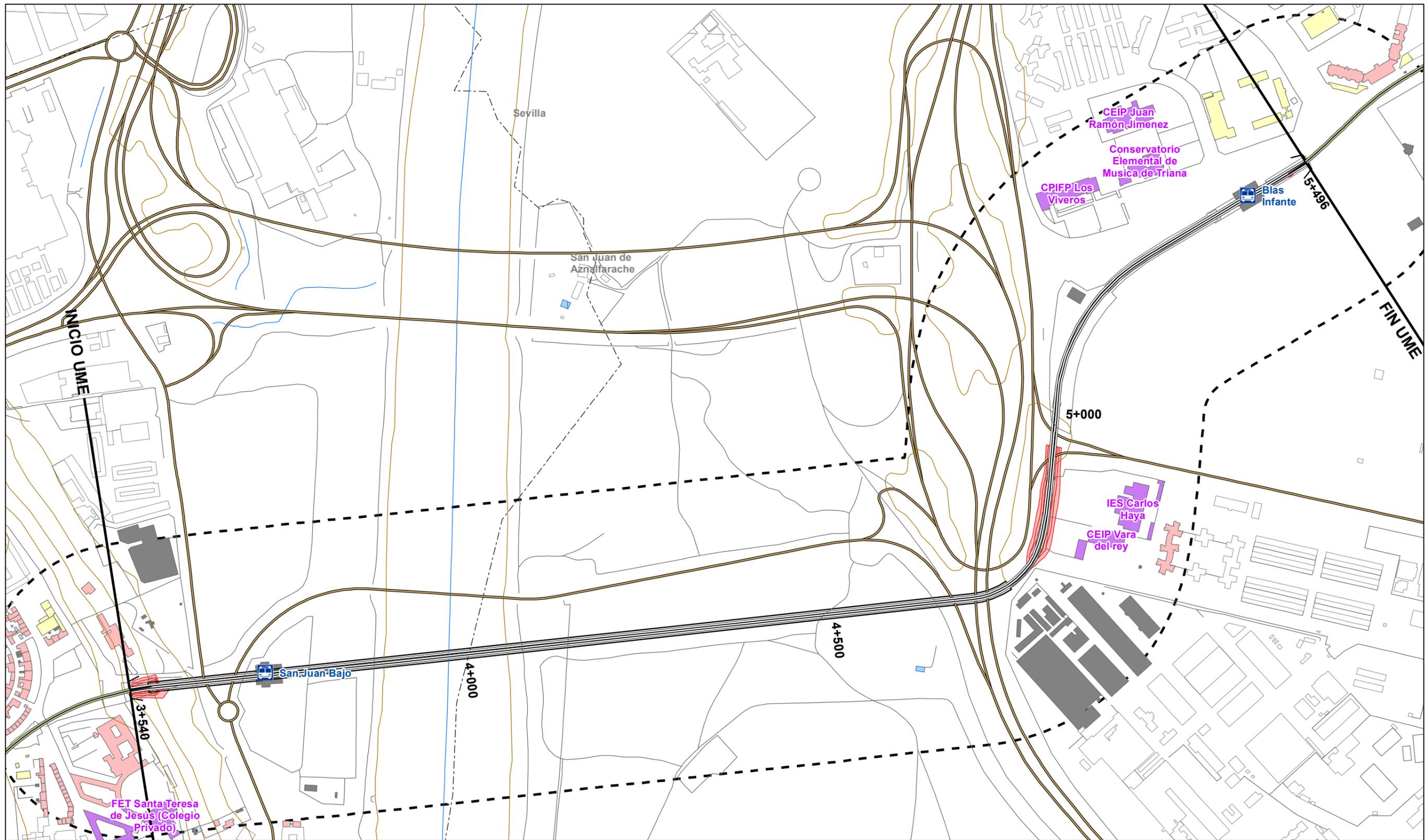
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Zonas acústicas

A: Residencial	E: Sanitario y docente
B: Industrial	F: Infraestructuras
C: Recreativo	G: Espacios naturales
D: Terciario	O: Sin O.C.A.





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

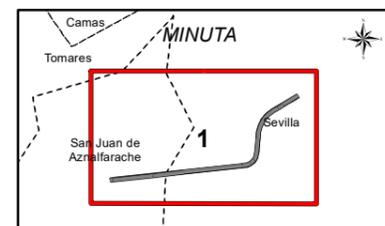
- | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel | Edificaciones fuera de estudio |
| Eje soterrado | Hidrografía | Viaductos |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos | Túneles |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio | Estación metro |
| Límite de municipio | | |

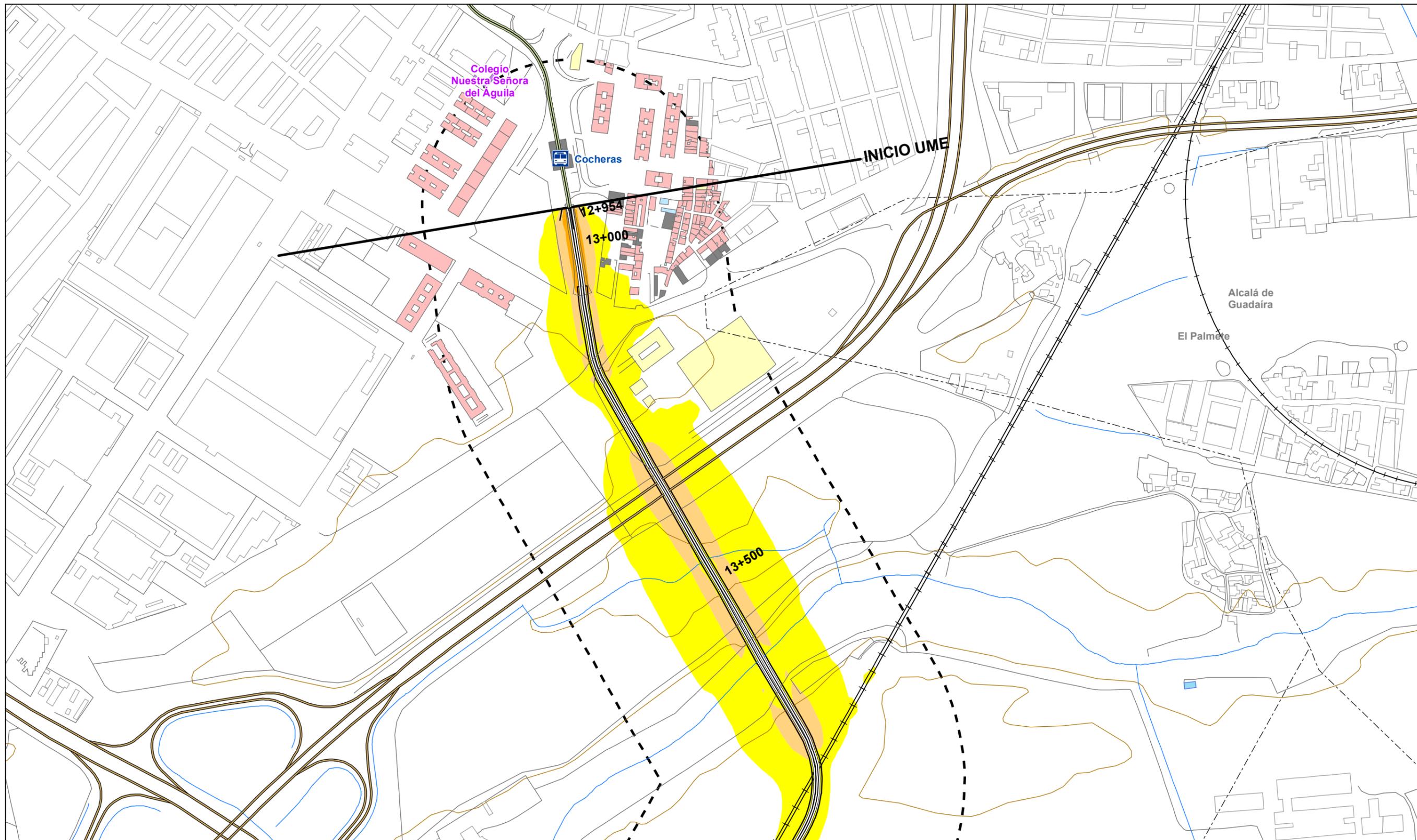
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas de conflicto

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

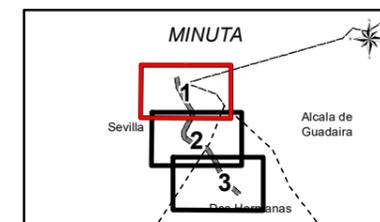
- | | |
|----------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Viaductos | Ámbito de estudio |
| Túneles | |
| Estación metro | |

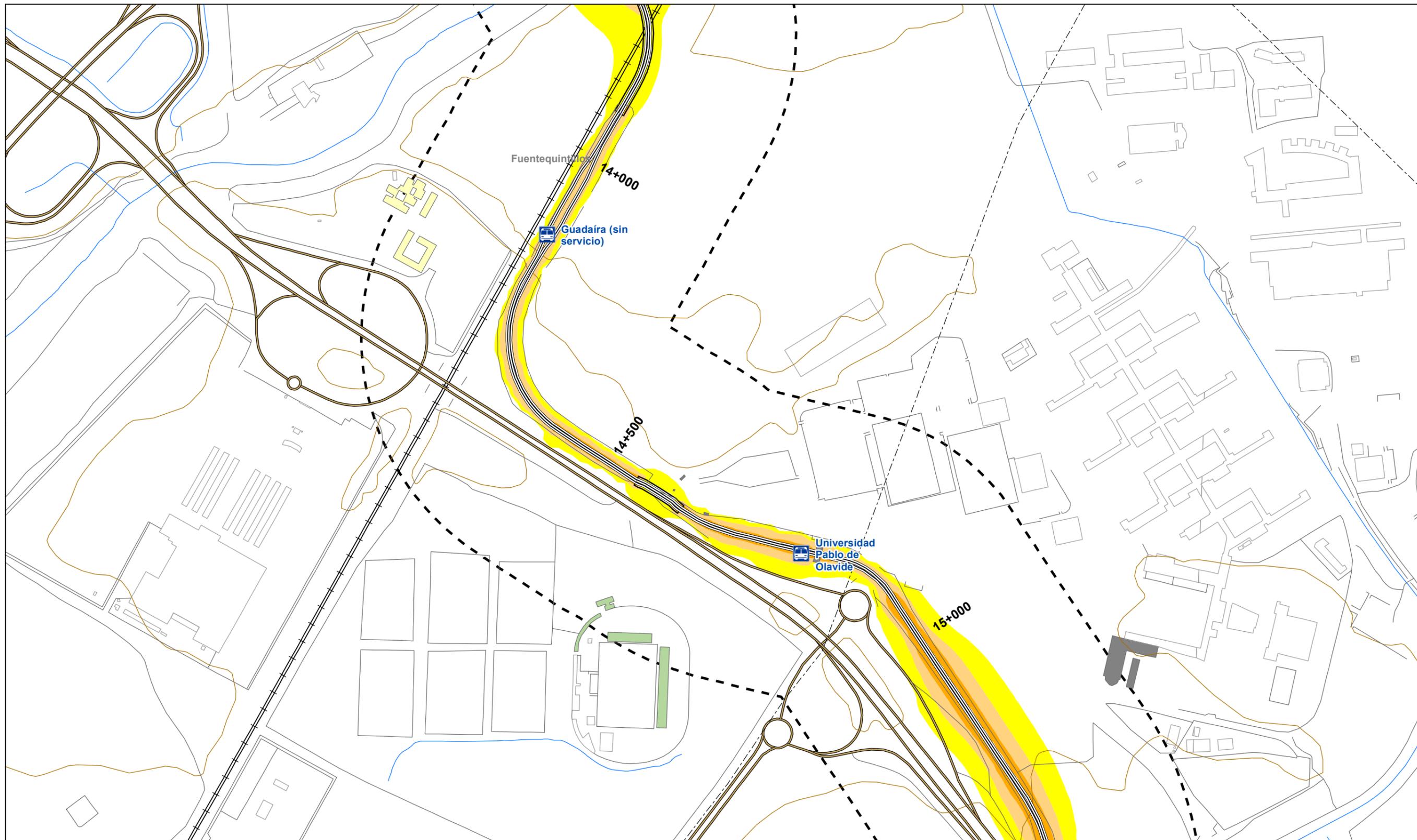
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------------------------------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 dB(A) color swatch"/> >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Ámbito de estudio
Límite de municipio	

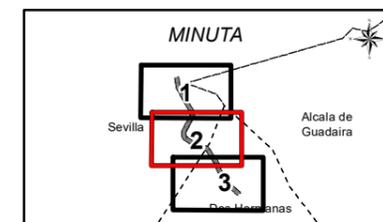
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro

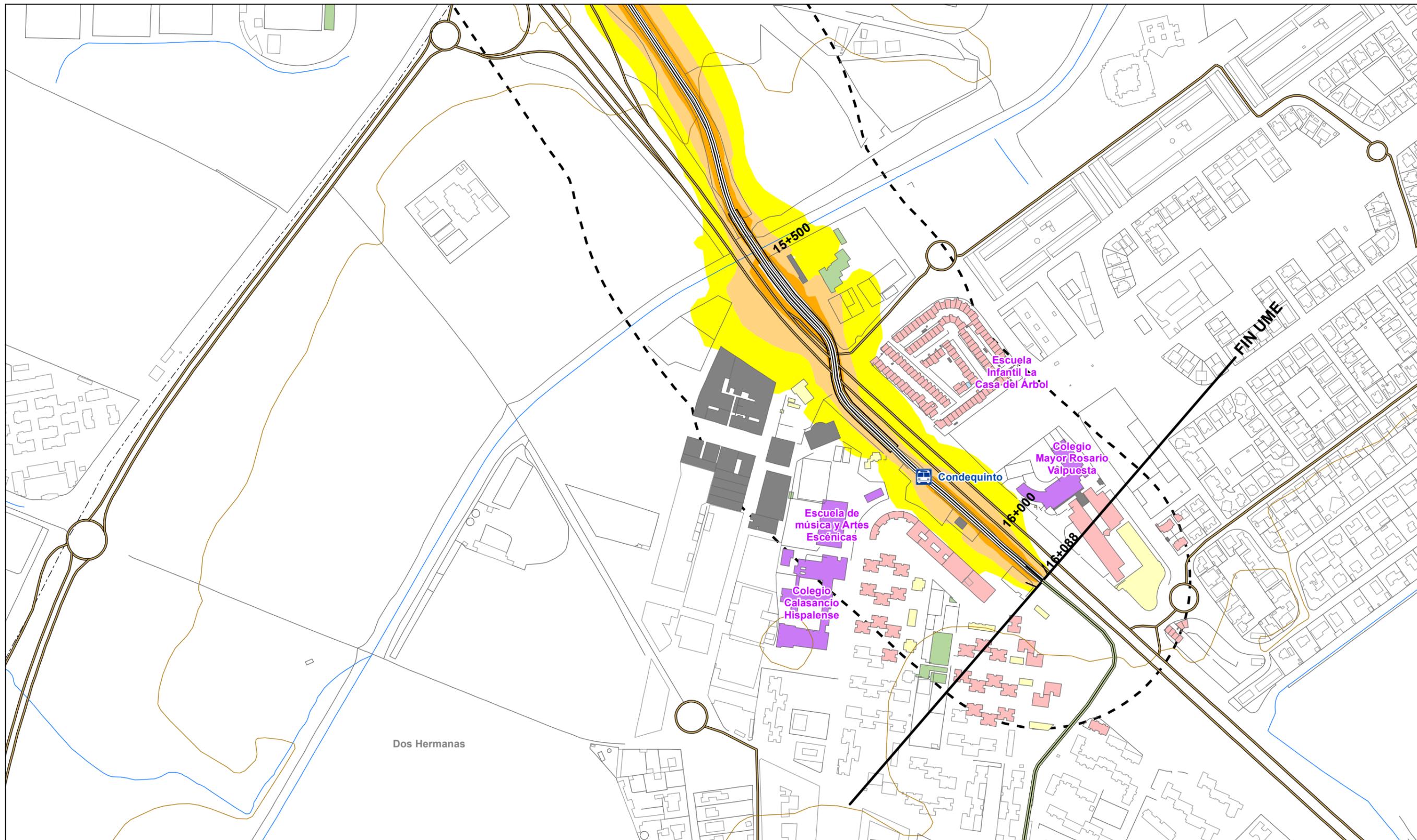
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75 dB(A) color swatch"/> >75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

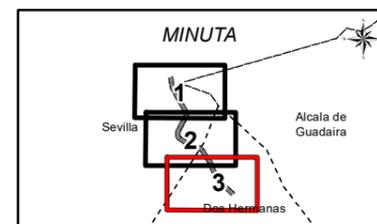
- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio |
| Límite de municipio | |

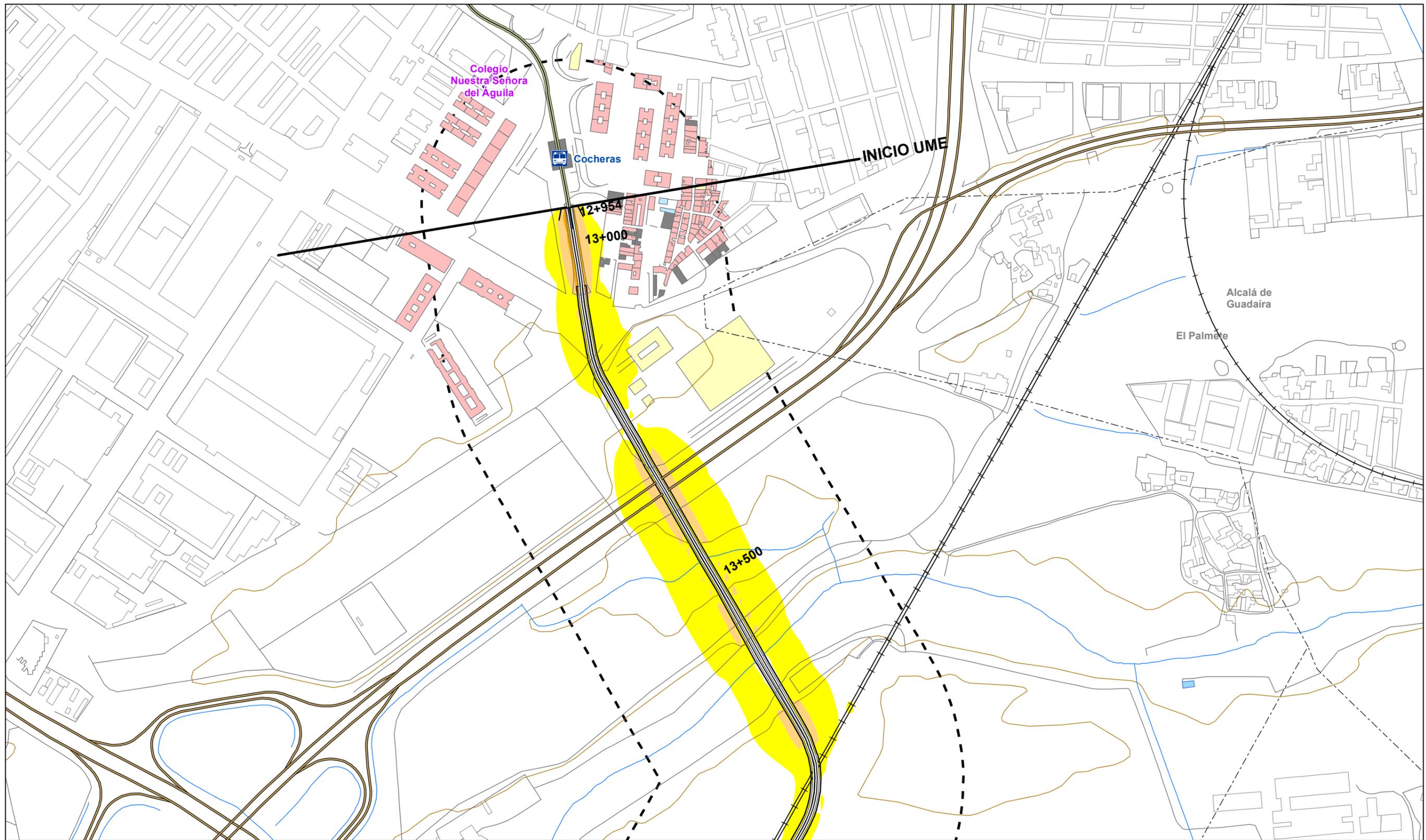
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------------------------------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 dB(A) color swatch"/> >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

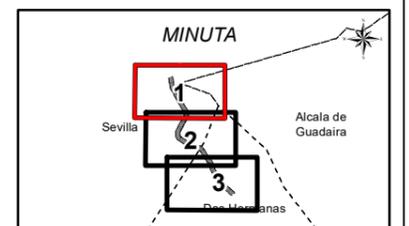
- | | |
|----------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Viaductos | Ámbito de estudio |
| Túneles | |
| Estación metro | |

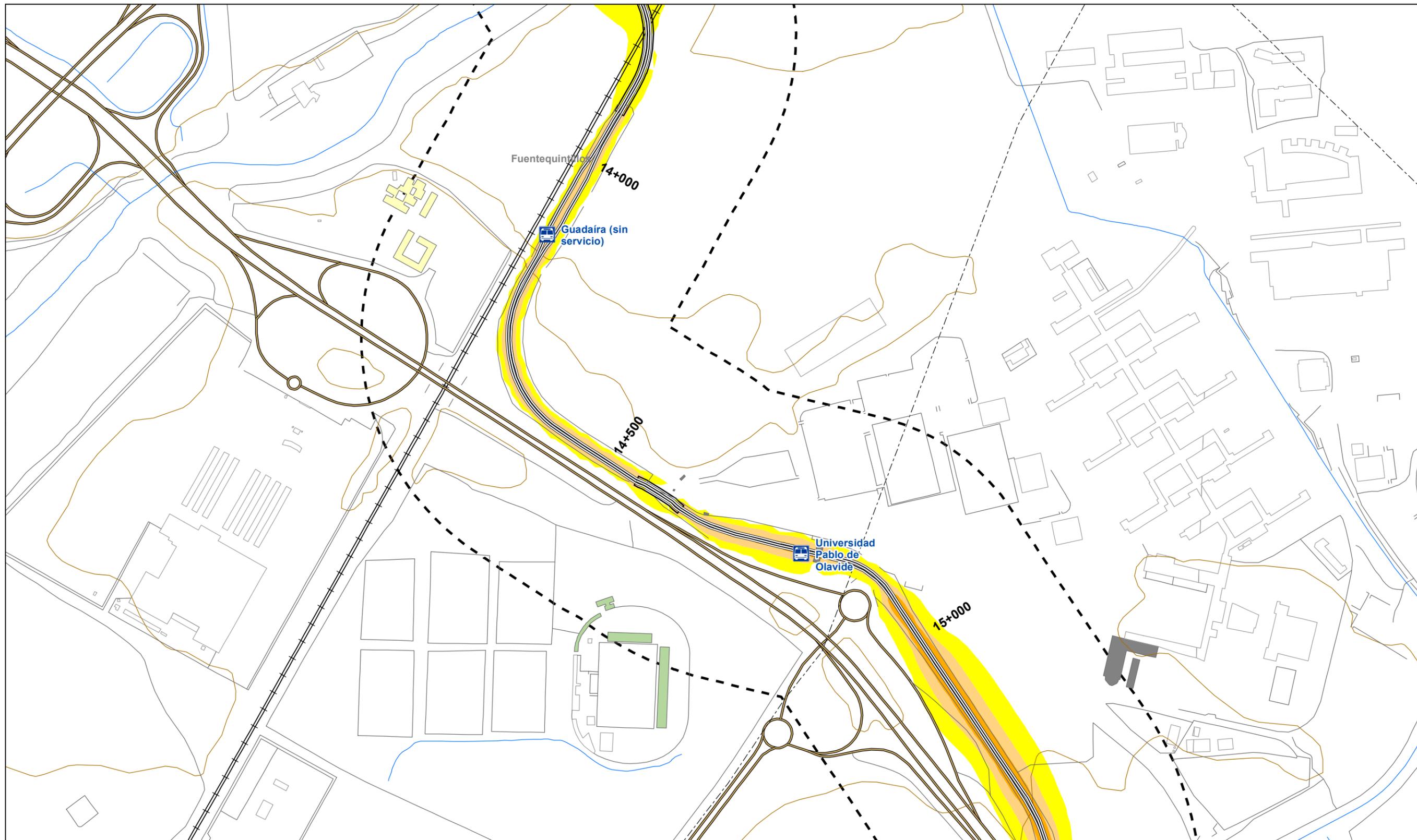
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

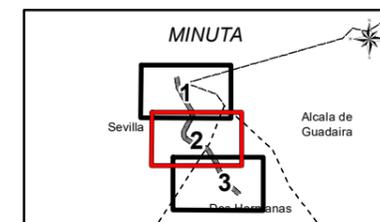
Eje de la UME	Curva de nivel	Edificaciones fuera de estudio
Eje soterrado	Hidrografía	Viaductos
Carreteras	Otros elementos cartográficos	Túneles
Ferrocarril	Ámbito de estudio	Estación metro
Límite de municipio		

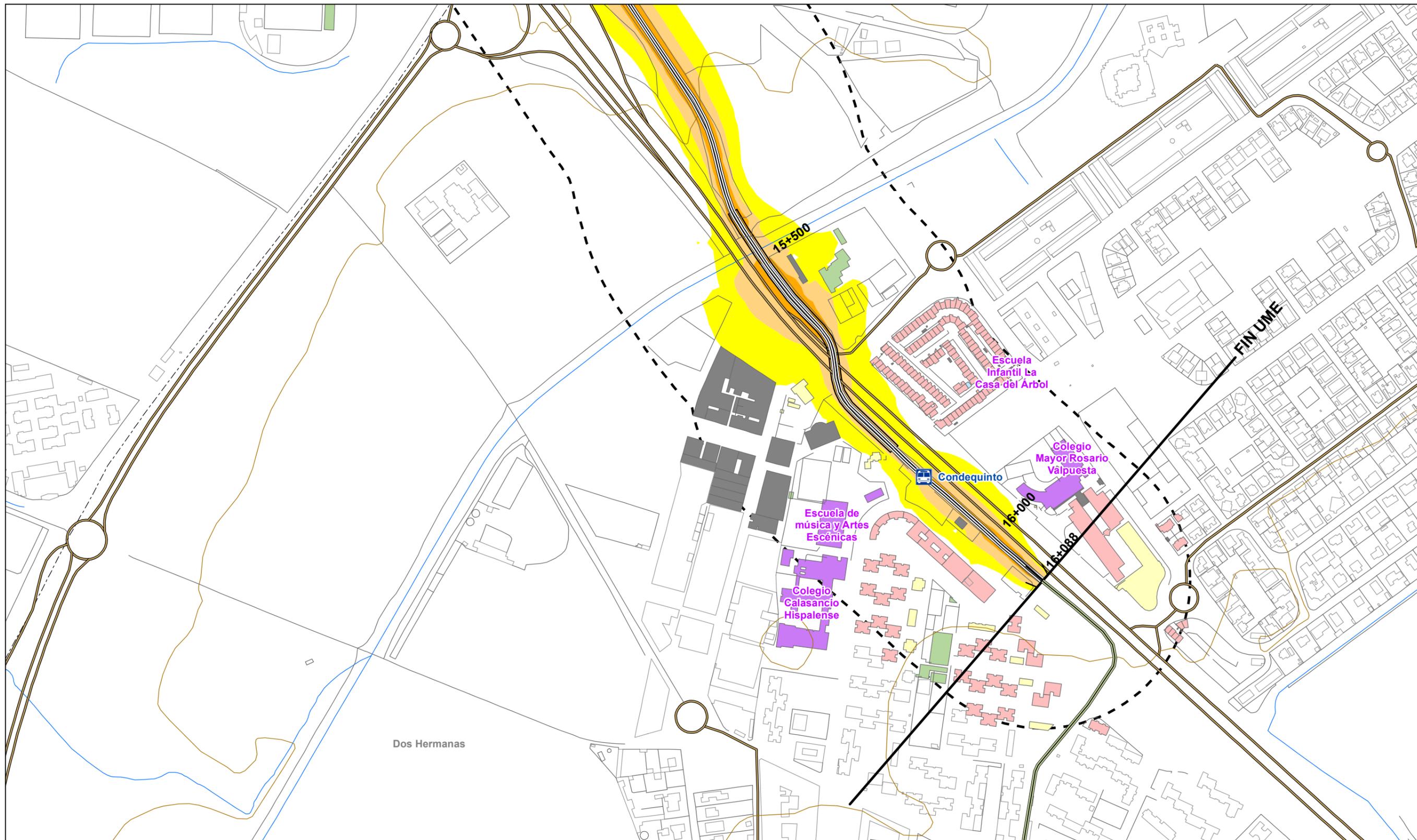
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75 dB(A) color swatch"/> >75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

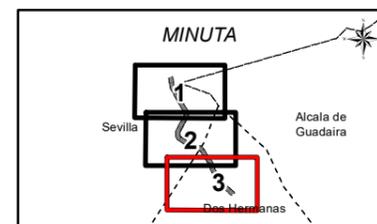
- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio |
| Límite de municipio | |

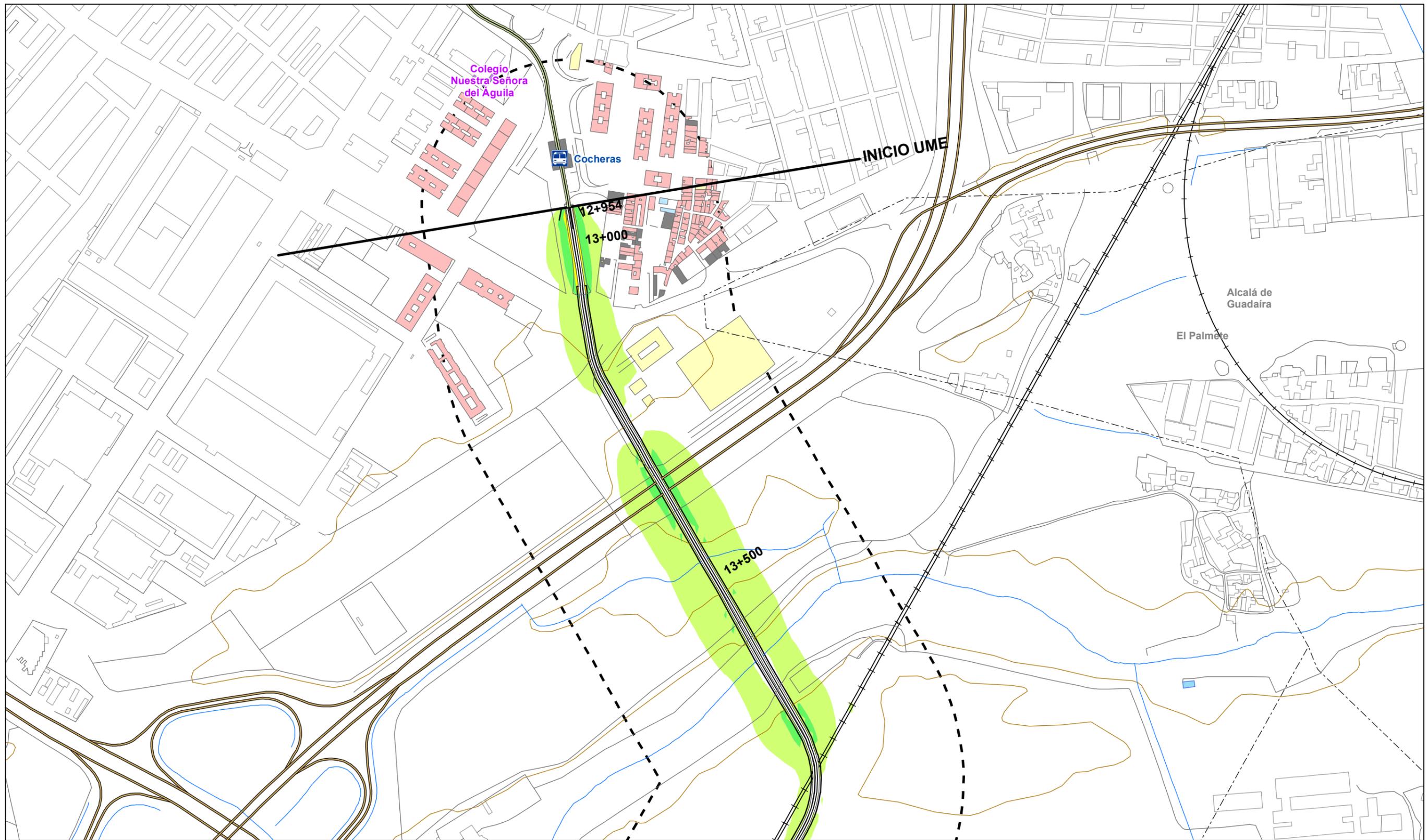
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Límite de municipio
Límite de municipio	Ámbito de estudio

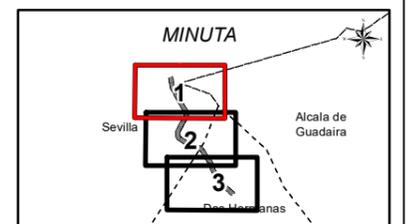
Barreras acústicas

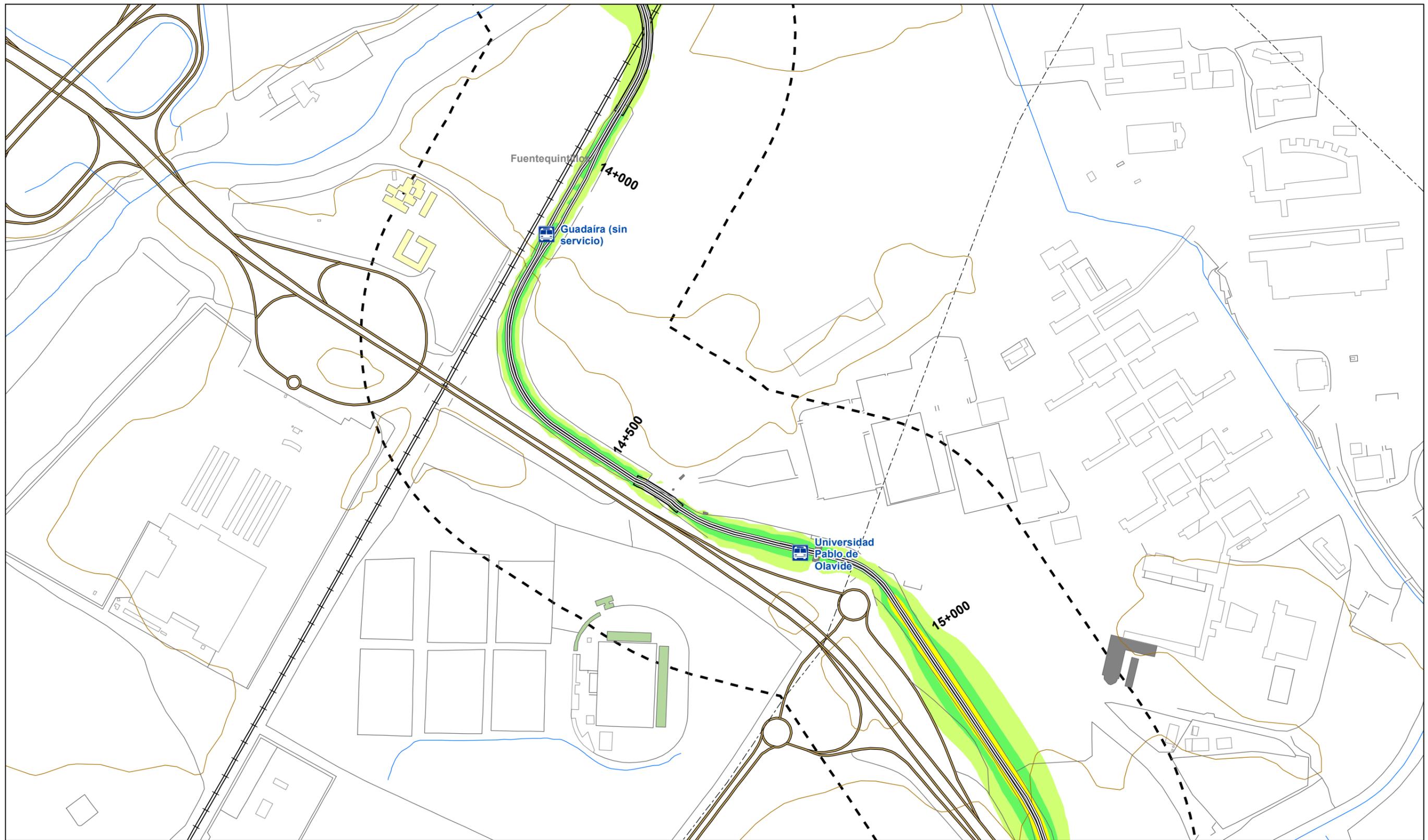
Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	70-75

Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Ámbito de estudio
Límite de municipio	

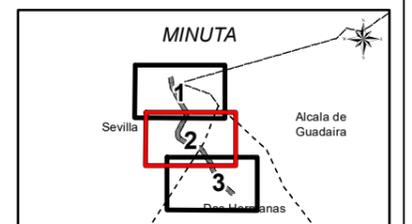
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro

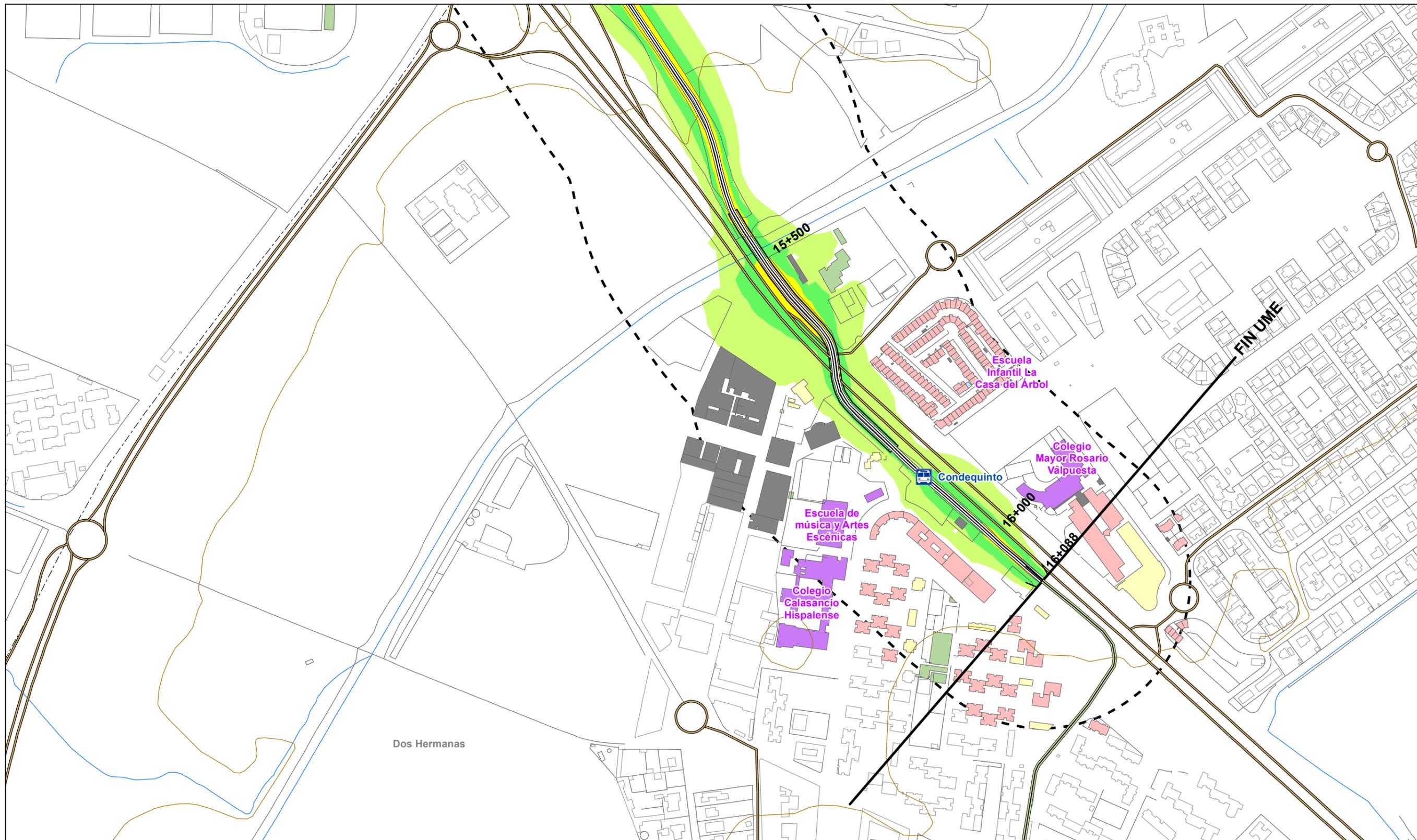
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

45-50	60-65
50-55	65-70
55-60	70-75





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

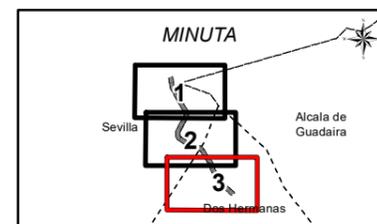
- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio |
| Límite de municipio | |

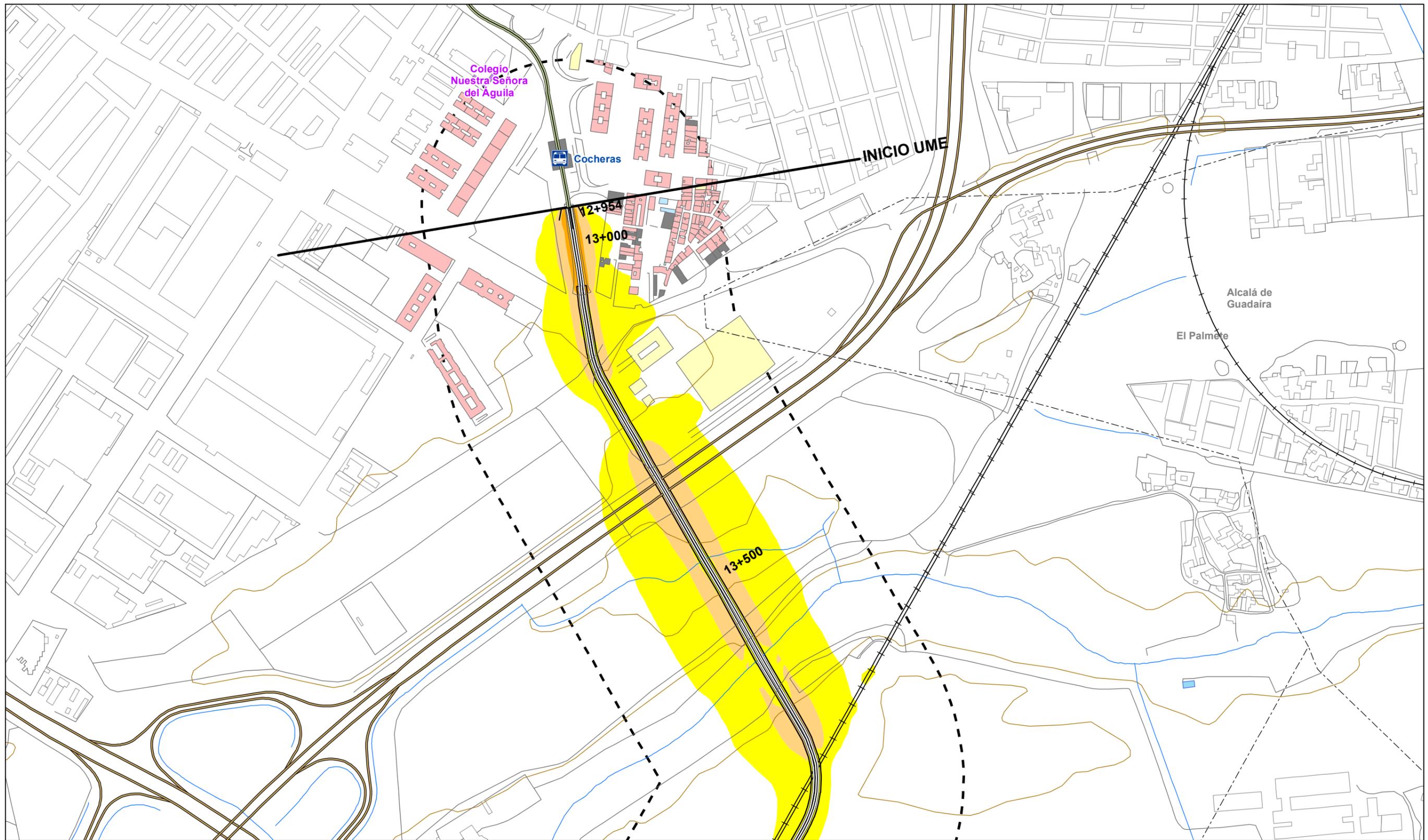
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 45-50 | 60-65 |
| 50-55 | 65-70 |
| 55-60 | 70-75 |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

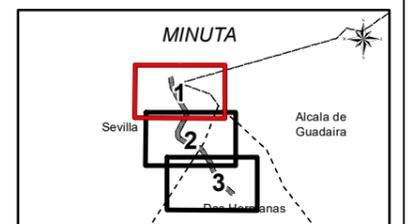
- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de estudio | Límite de estudio |

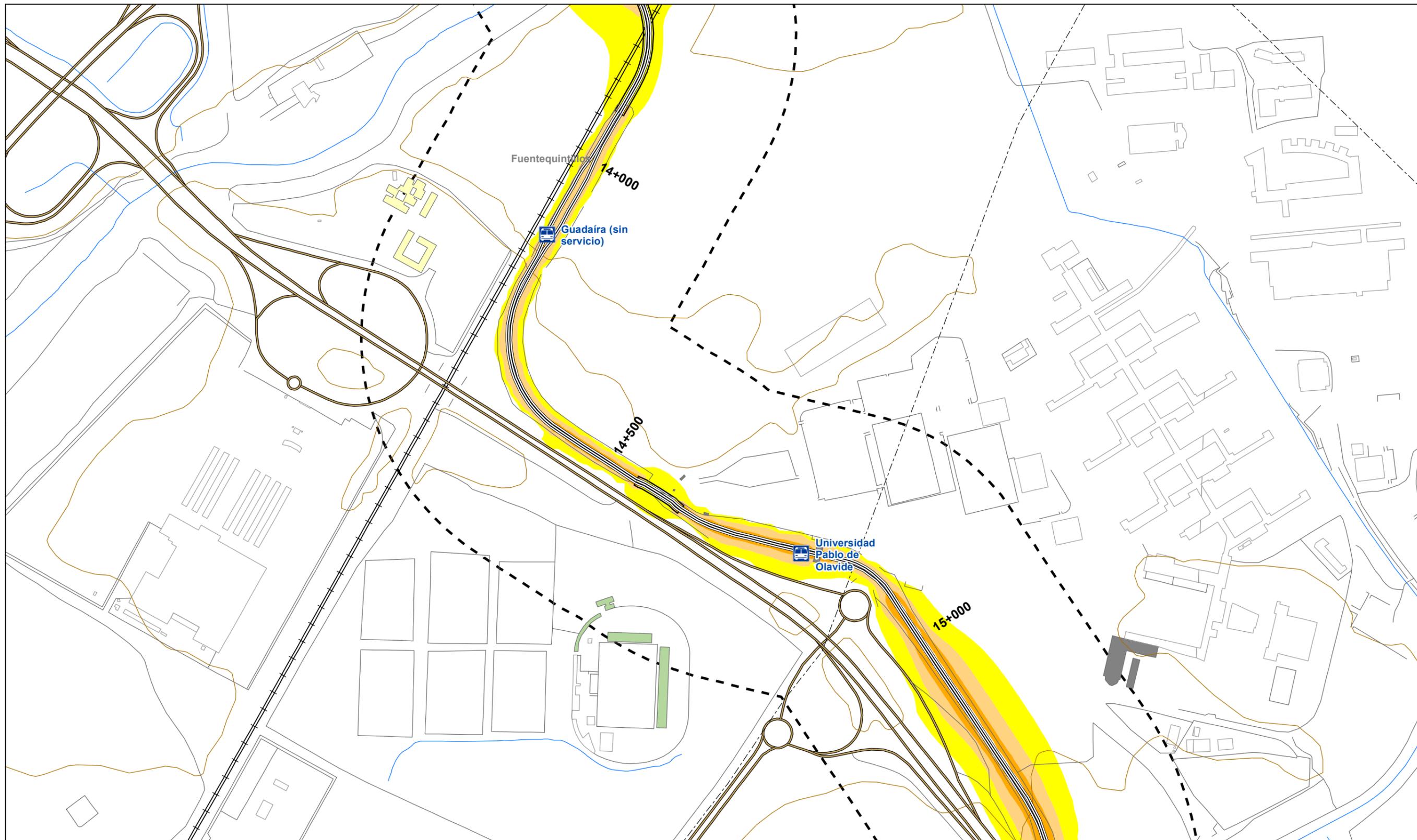
Barreras acústicas

- | | |
|-------------------|----------------|
| Pantalla acústica | Túneles |
| Dique de tierra | Estación metro |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Ámbito de estudio
Límite de municipio	

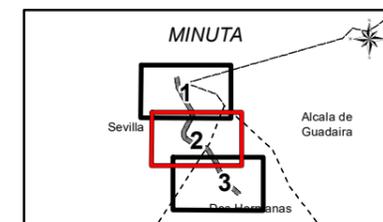
Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro

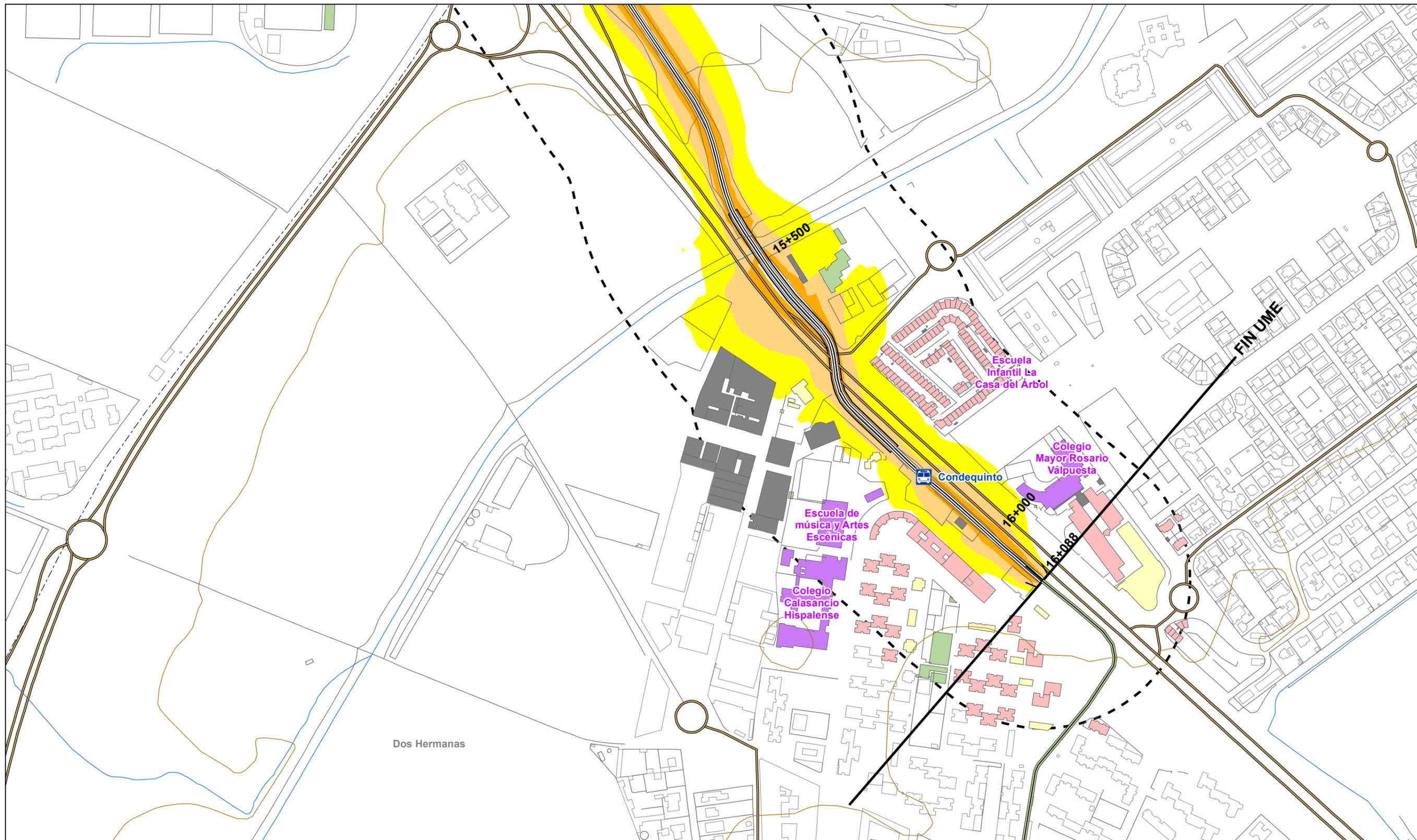
Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75 dB(A) color swatch"/> >75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de estudio | Ámbito de estudio |

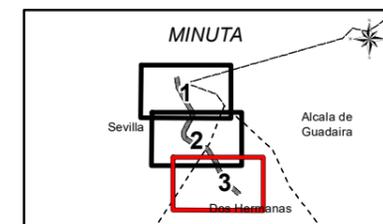
Barreras acústicas

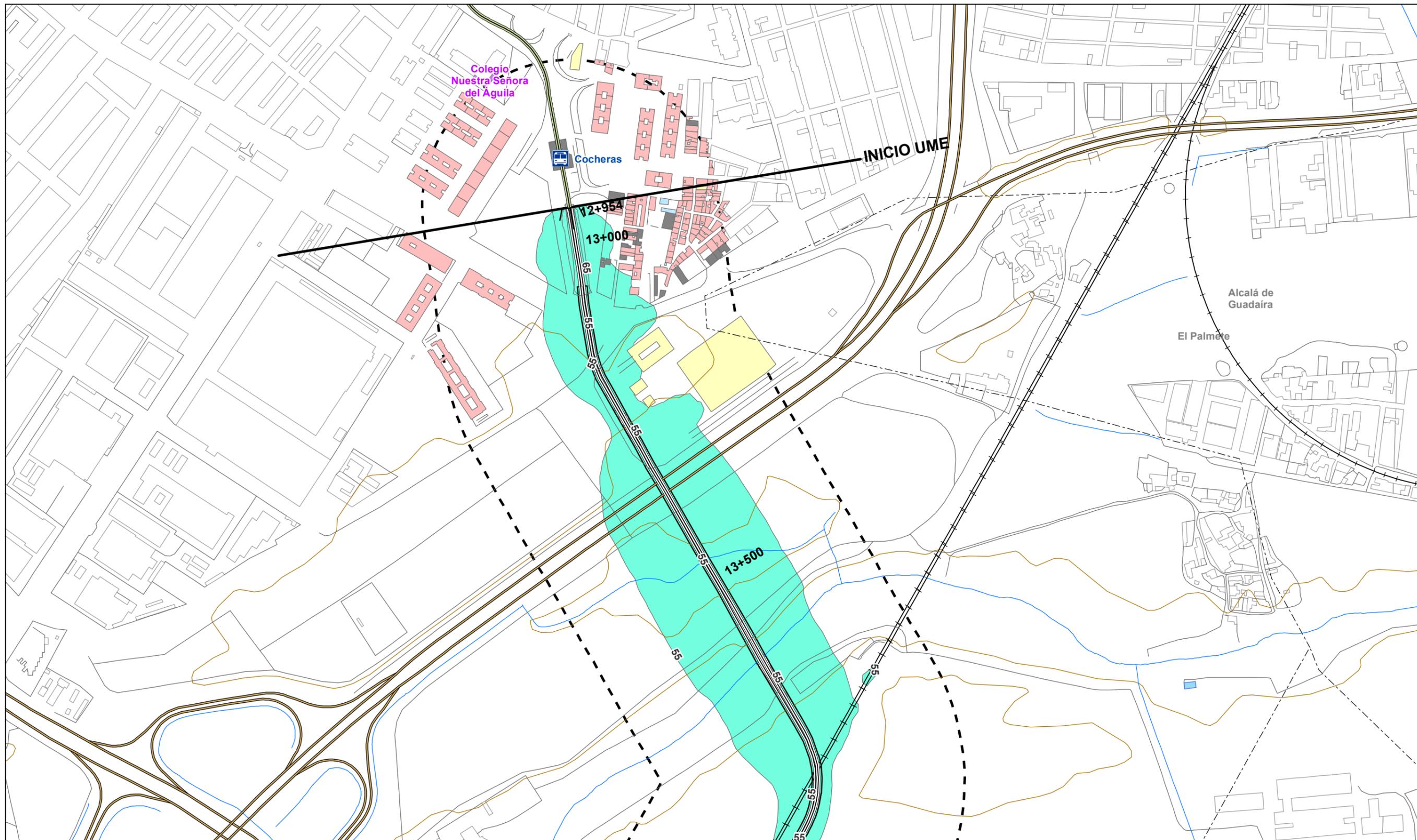
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- Residencial
- Industrial
- Recreativo y espectáculos
- Terciario
- Sanitario
- Docente
- Cultural
- Otros

Elementos Cartográficos

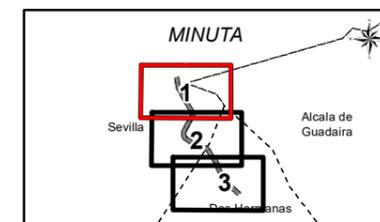
- Eje de la UME
- Eje soterrado
- Carreteras
- Ferrocarril
- Límite de municipio
- Curva de nivel
- Hidrografía
- Otros elementos cartográficos
- Ámbito de estudio

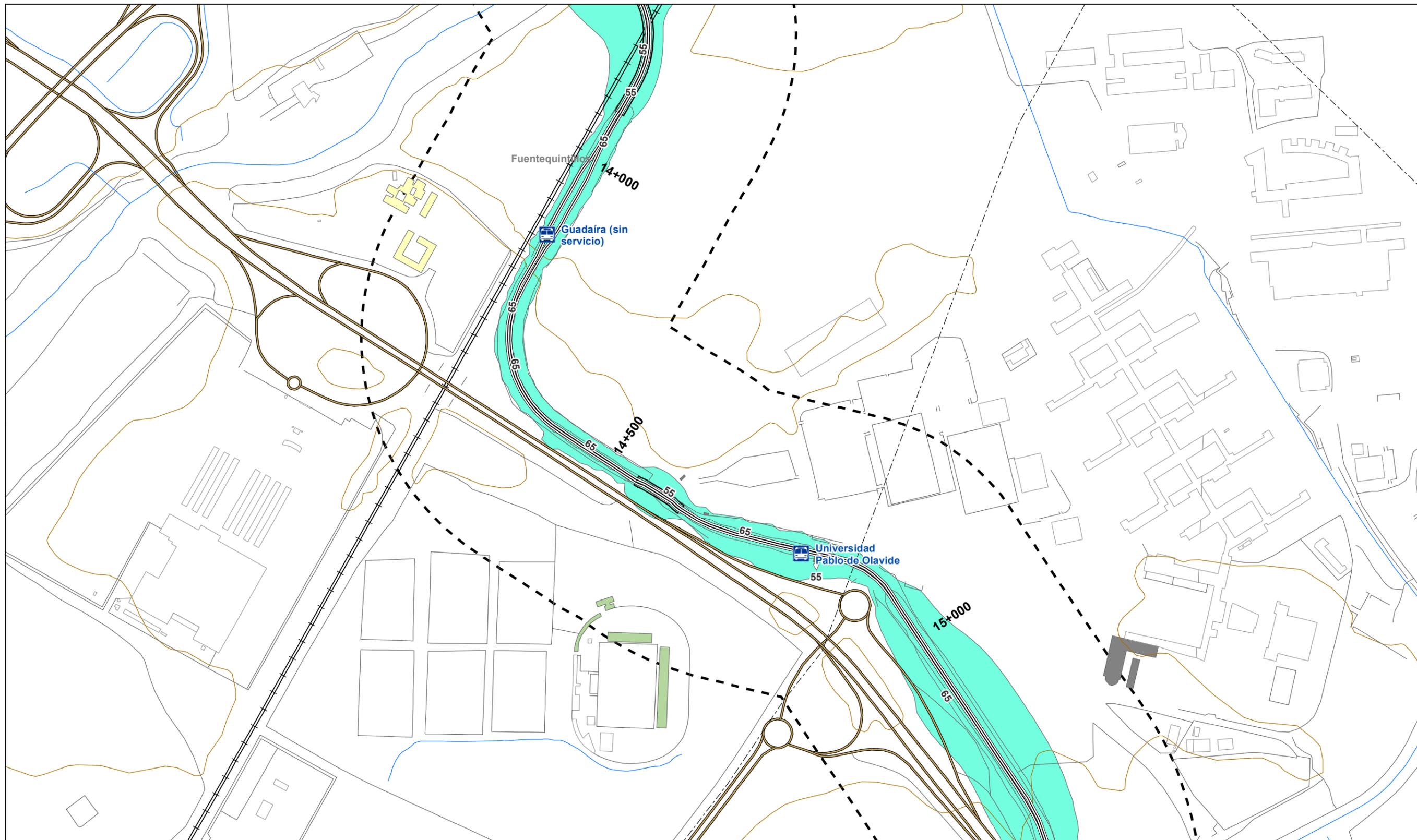
Barreras acústicas

- Edificaciones fuera de estudio
- Viaductos
- Túneles
- Estación metro
- Pantalla acústica
- Dique de tierra

Zona de afección

- Zona de afección
- Isófonas de 55, 65 y 75 dB





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio |
| Límite de municipio | |

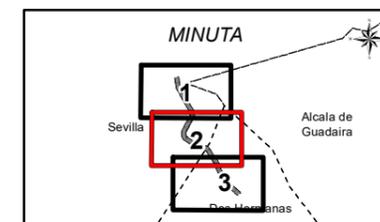
- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |

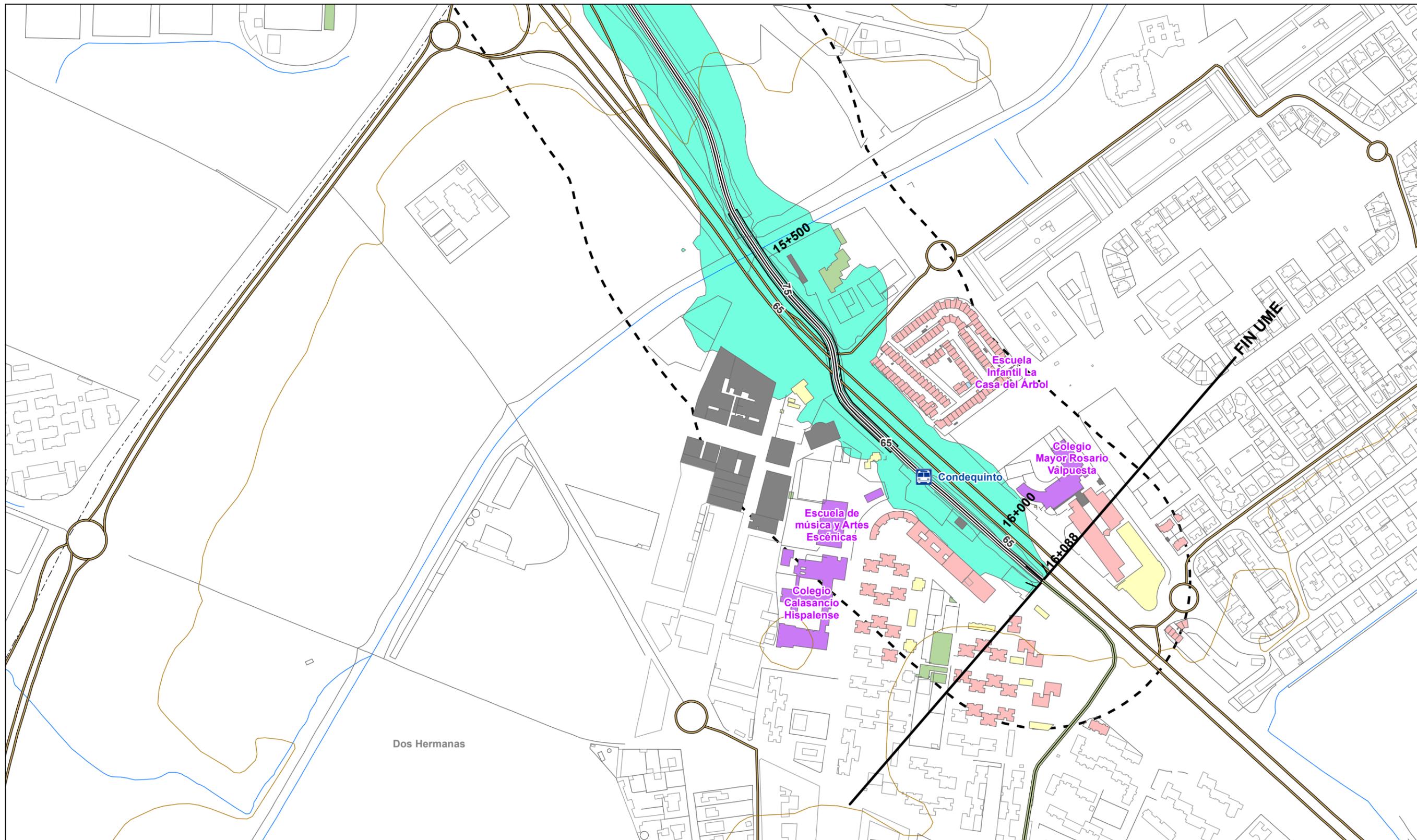
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zona de afectación

- | |
|----------------------------|
| Zona de afectación |
| Isófonas de 55, 65 y 75 dB |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Ámbito de estudio | |

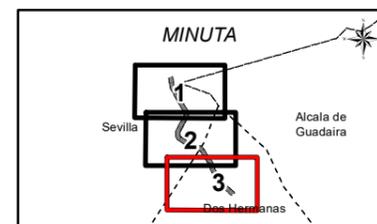
Barreras acústicas

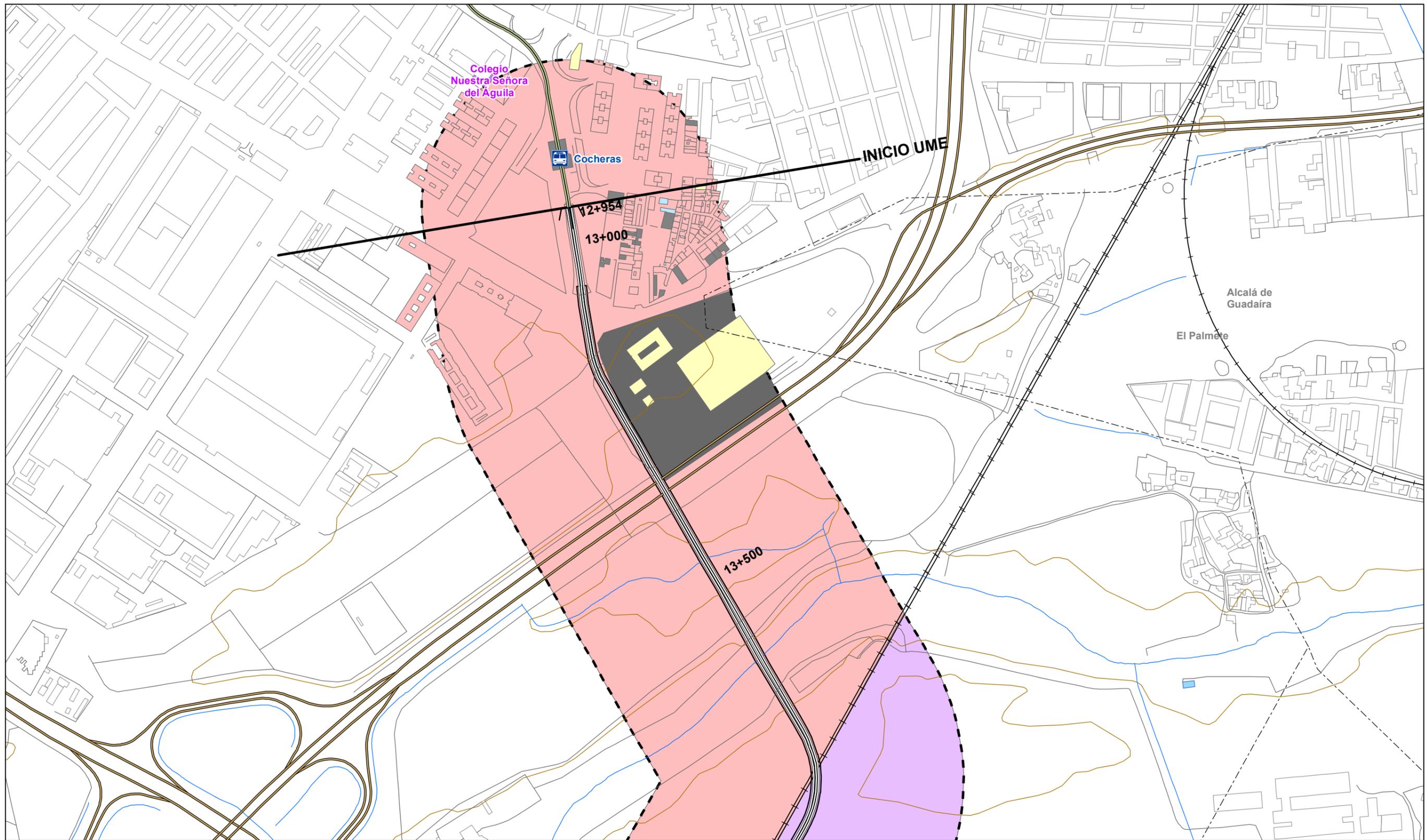
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zona de afectación

- | |
|----------------------------|
| Zona de afectación |
| Isófonas de 55, 65 y 75 dB |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Ámbito de estudio | |

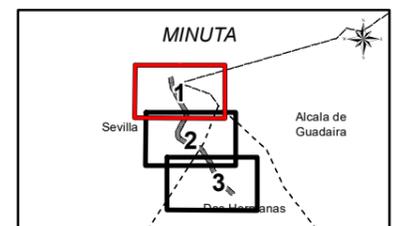
Barreras acústicas

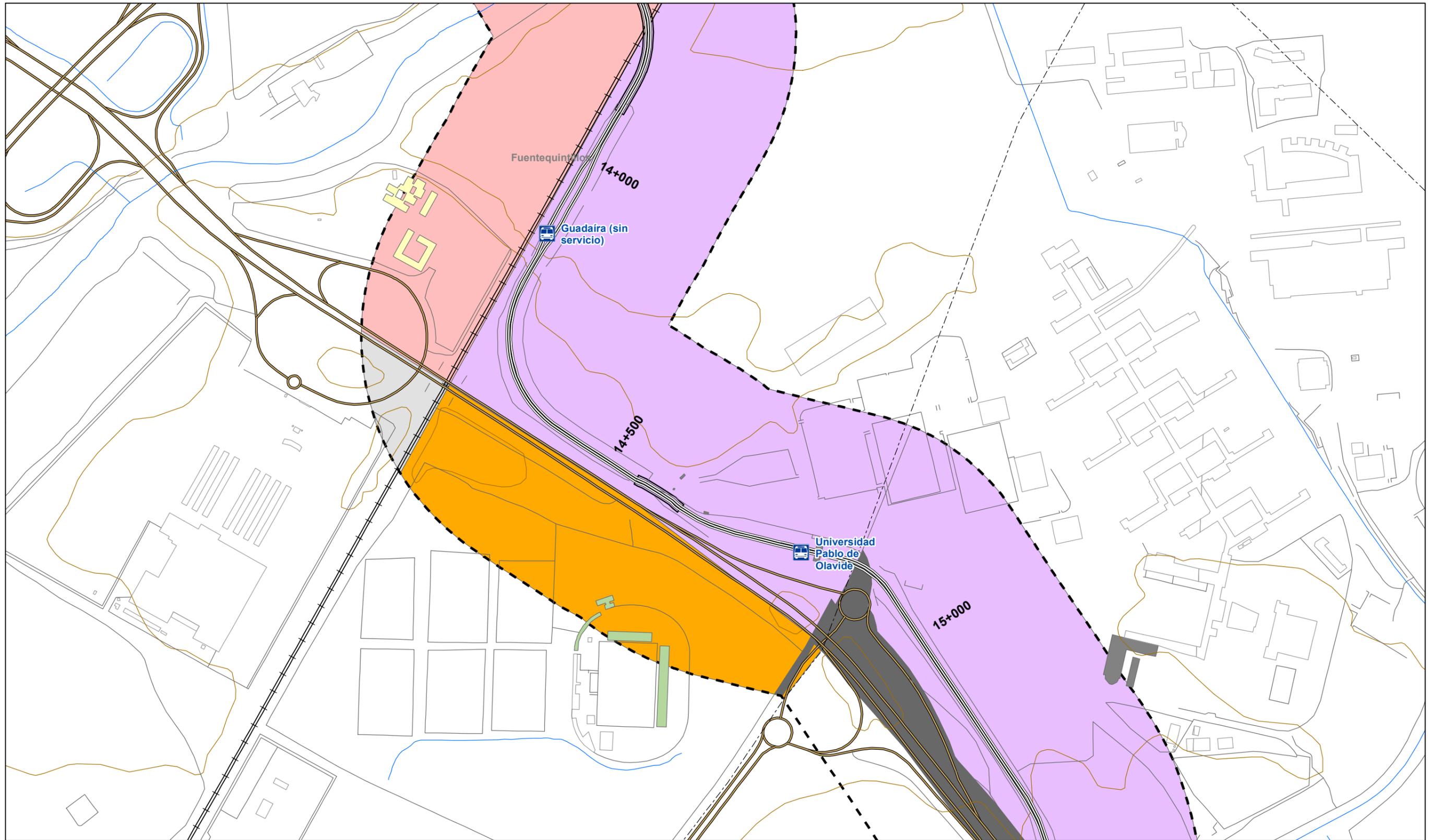
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas acústicas

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | O: Sin O.C.A. |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de estudio | Ámbito de estudio |

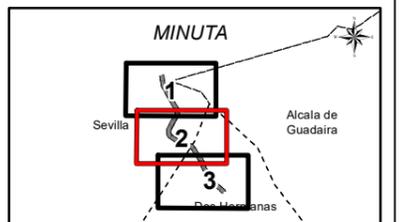
Barreras acústicas

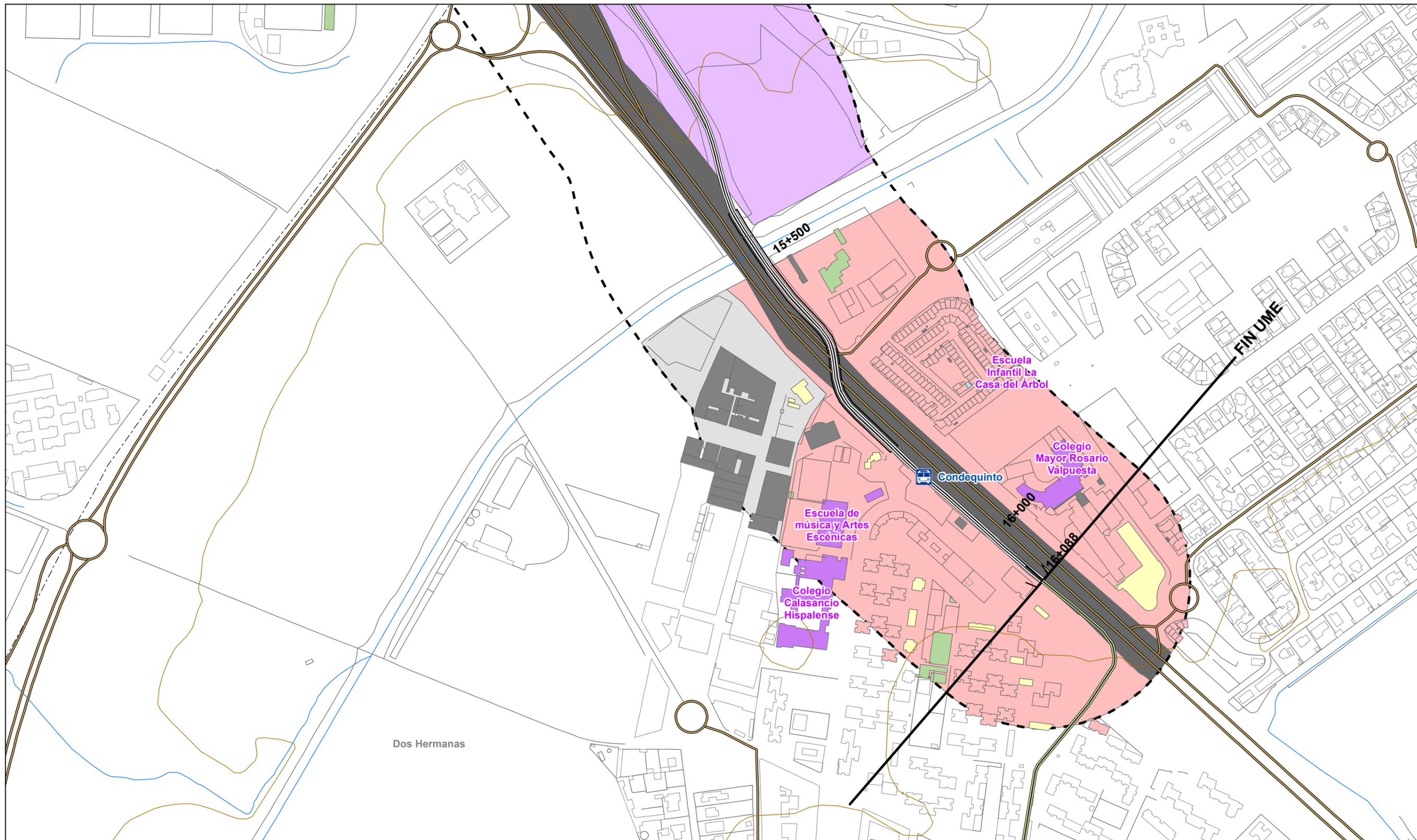
- | | |
|-------------------|-----------------|
| Pantalla acústica | Dique de tierra |
|-------------------|-----------------|

Zonas acústicas

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | O: Sin O.C.A. |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Ámbito de estudio
Límite de municipio	

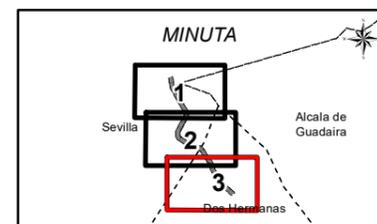
Barreras acústicas

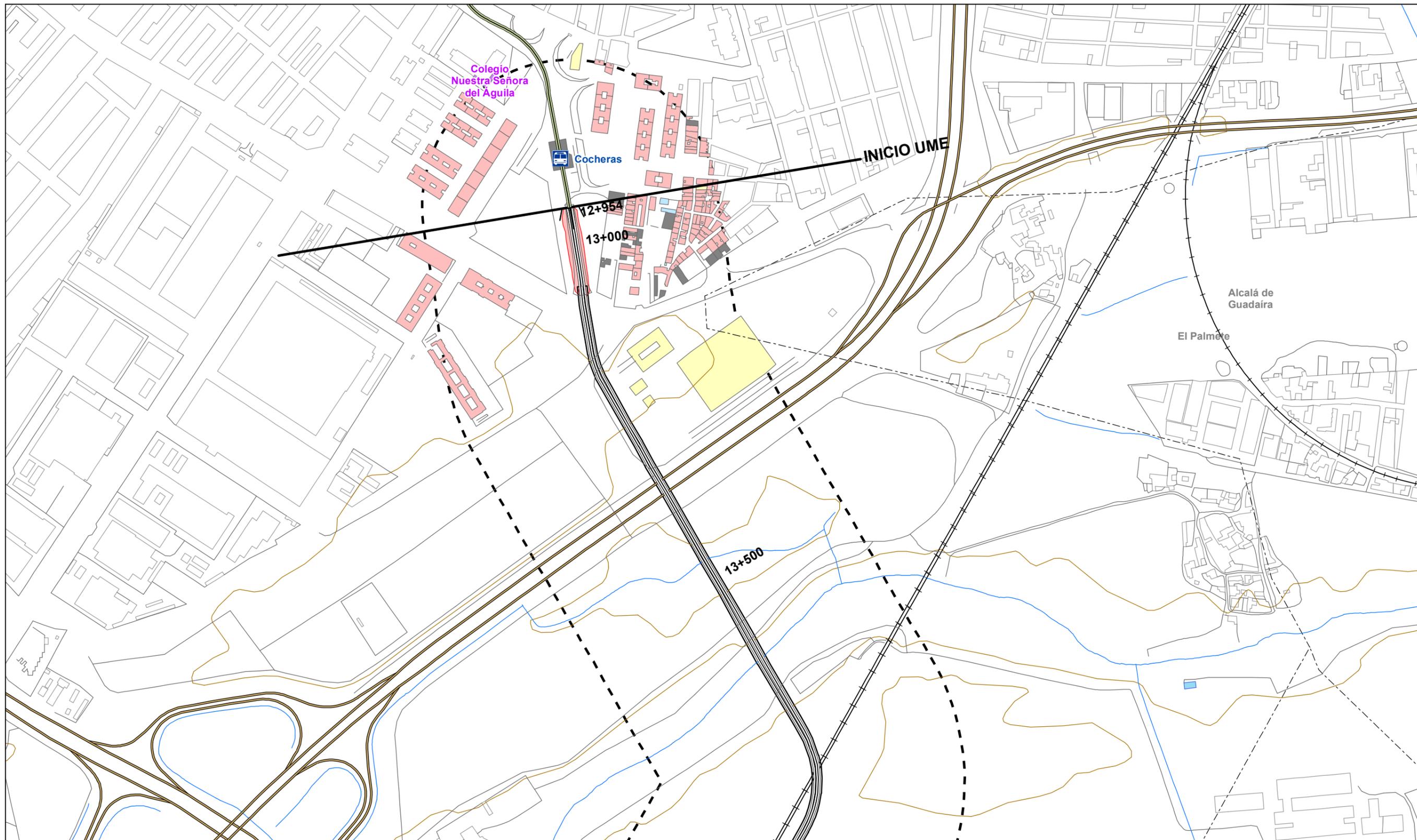
Pantalla acústica
Dique de tierra

Zonas acústicas

A: Residencial	E: Sanitario y docente
B: Industrial	F: Infraestructuras
C: Recreativo	G: Espacios naturales
D: Terciario	O: Sin O.C.A.

Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de estudio | Ámbito de estudio |

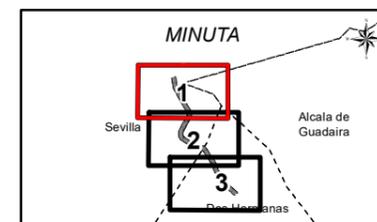
Barreras acústicas

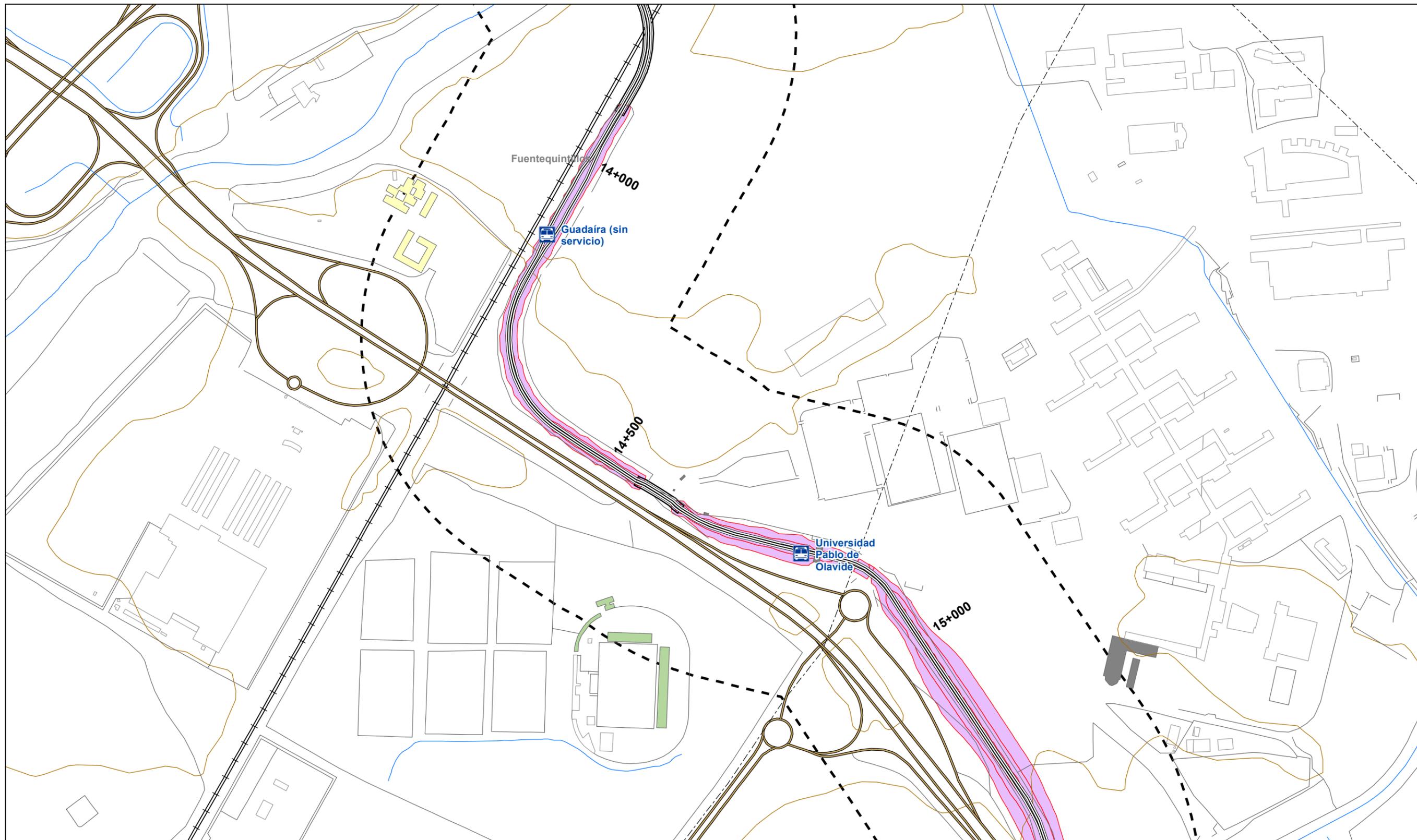
- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas de conflicto

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de estudio | Ámbito de estudio |

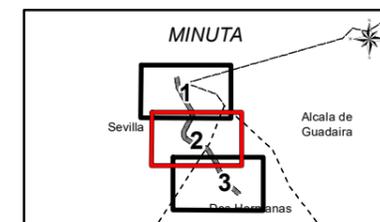
- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |

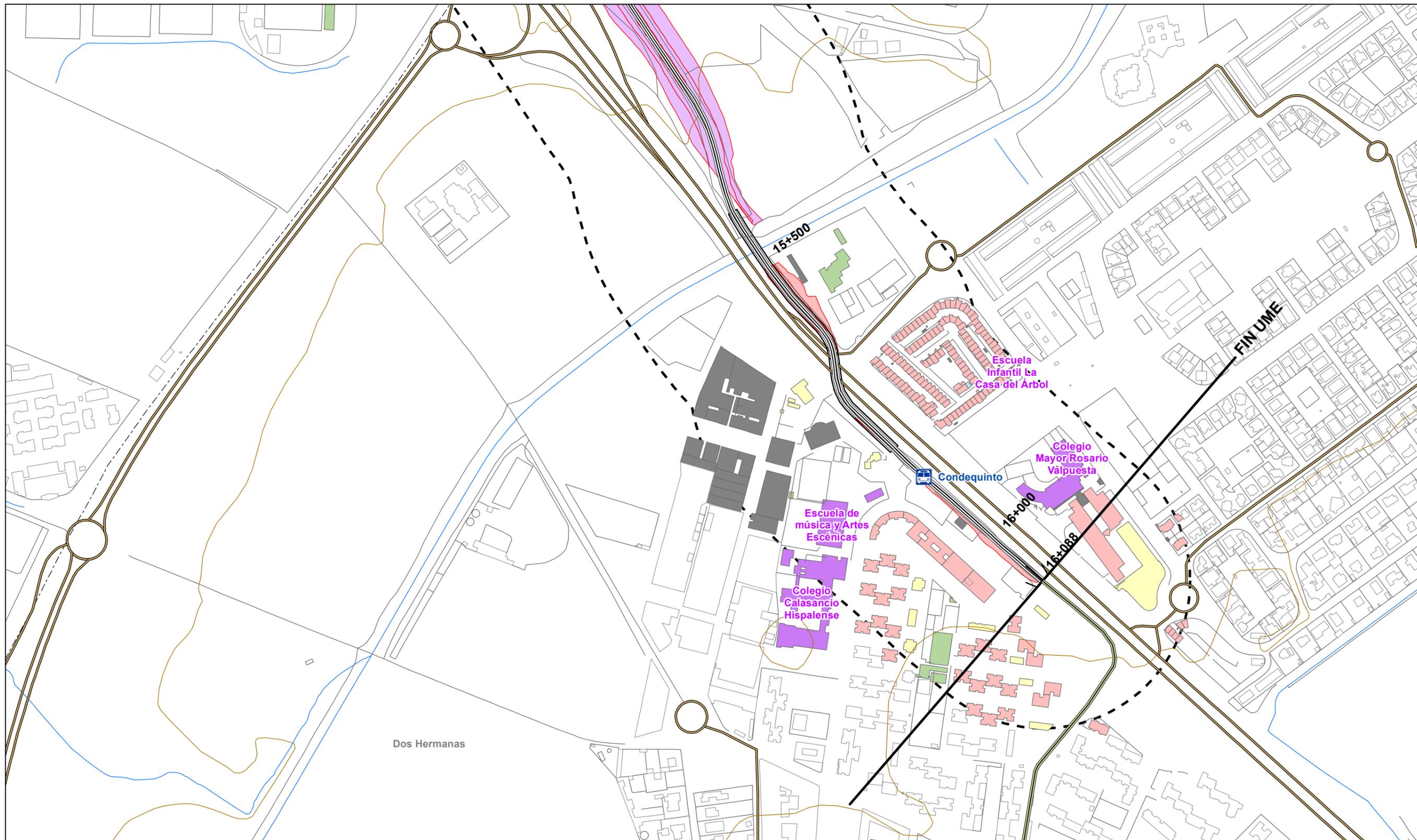
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas de conflicto

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Límite de municipio |
| Límite de estudio | Ámbito de estudio |

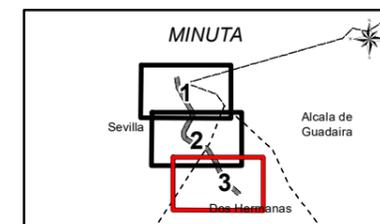
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zonas de conflicto

- | | |
|----------------|------------------------|
| A: Residencial | E: Sanitario y docente |
| B: Industrial | F: Infraestructuras |
| C: Recreativo | G: Espacios naturales |
| D: Terciario | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel | Edificaciones fuera de estudio |
| Eje soterrado | Hidrografía | Viaductos |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos | Túneles |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio | Estación metro |
| Límite de municipio | | |

Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel |
| Eje soterrado | Hidrografía |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio |
| Límite de municipio | |

Barreras acústicas

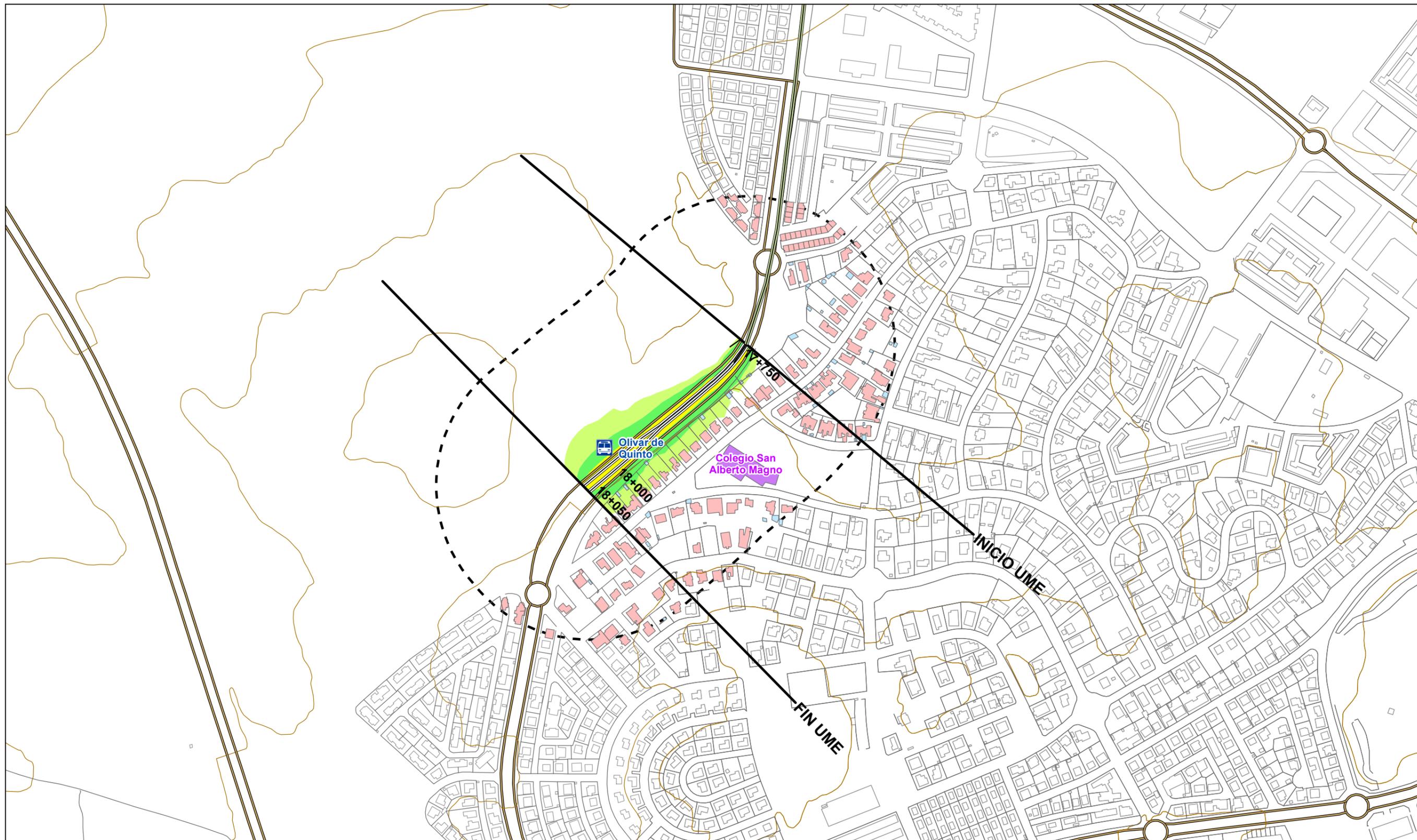
- | | |
|-------------------|-----------------|
| Pantalla acústica | Dique de tierra |
|-------------------|-----------------|

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 |
| 65-70 | |

- | |
|--------------------------------|
| Edificaciones fuera de estudio |
| Viaductos |
| Túneles |
| Estación metro |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel | Edificaciones fuera de estudio |
| Eje soterrado | Hidrografía | Viaductos |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos | Túneles |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio | Estación metro |
| Límite de municipio | | |

Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------|
| 45-50 | 60-65 |
| 50-55 | 65-70 |
| 55-60 | 70-75 |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel | Edificaciones fuera de estudio |
| Eje soterrado | Hidrografía | Viaductos |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos | Túneles |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio | Estación metro |
| Límite de municipio | | |

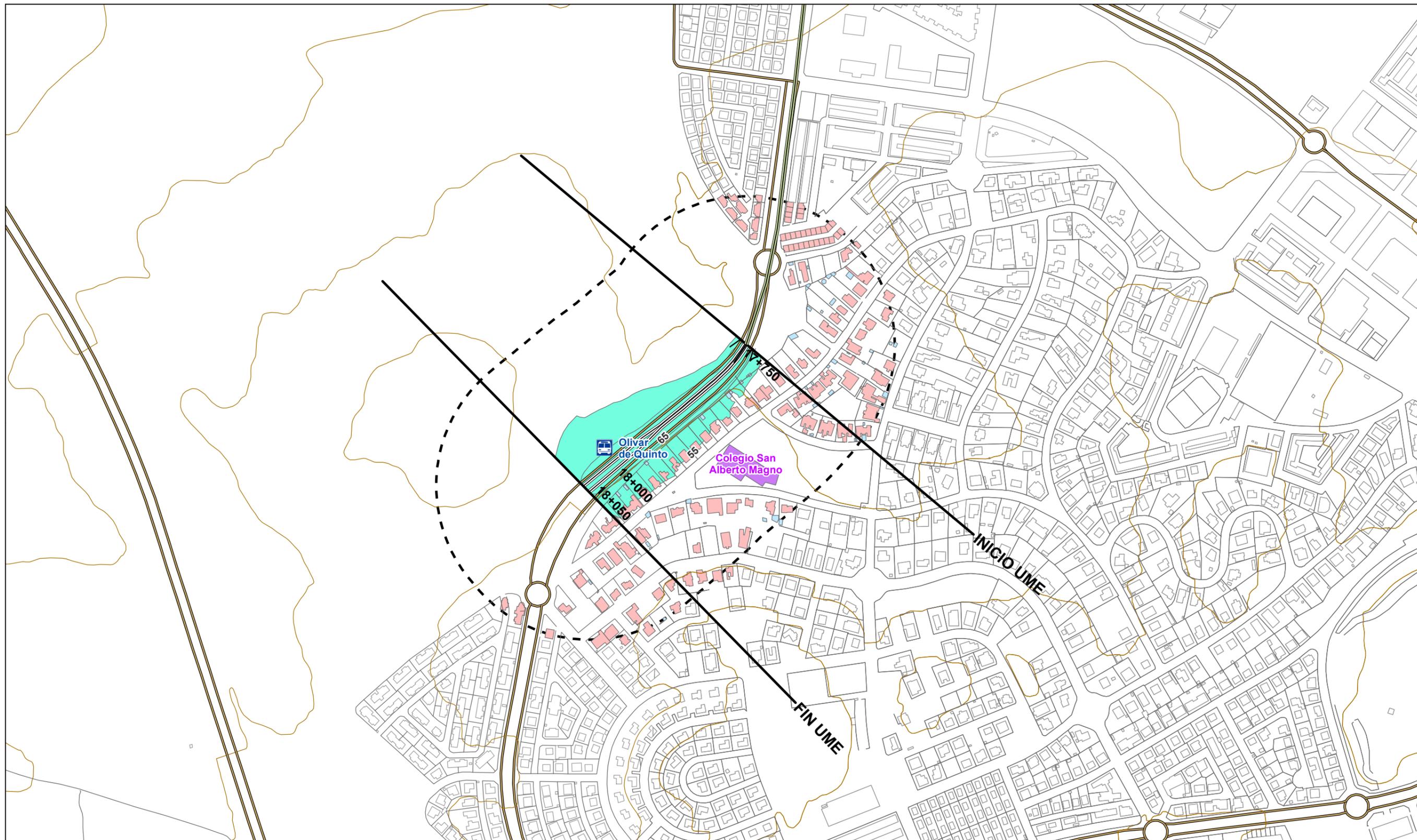
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Nivel sonoro (dB(A))

- | | |
|-------|-------------------------------|
| 55-60 | 70-75 |
| 60-65 | >75 dB(A) color swatch"/> >75 |
| 65-70 | |





LEYENDA

Tipos de edificio

- | | |
|---------------------------|-----------|
| Residencial | Sanitario |
| Industrial | Docente |
| Recreativo y espectáculos | Cultural |
| Terciario | Otros |

Elementos Cartográficos

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Eje de la UME | Curva de nivel | Edificaciones fuera de estudio |
| Eje soterrado | Hidrografía | Viaductos |
| Carreteras | Otros elementos cartográficos | Túneles |
| Ferrocarril | Ámbito de estudio | Estación metro |
| Límite de municipio | | |

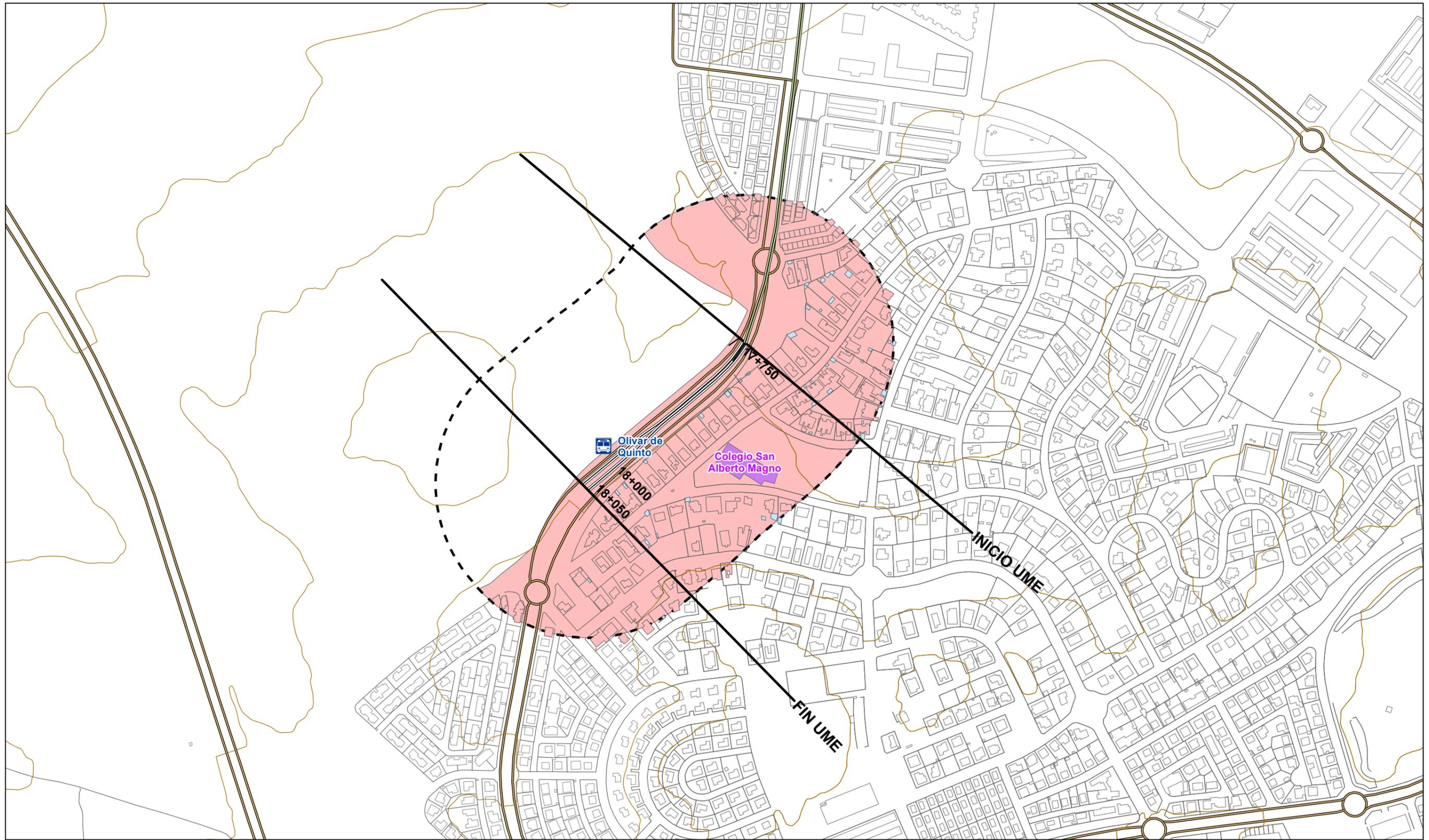
Barreras acústicas

- | |
|-------------------|
| Pantalla acústica |
| Dique de tierra |

Zona de afección

- | |
|----------------------------|
| Zona de afección |
| Isófonas de 55, 65 y 75 dB |





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Límite de municipio
Límite de municipio	Ámbito de estudio

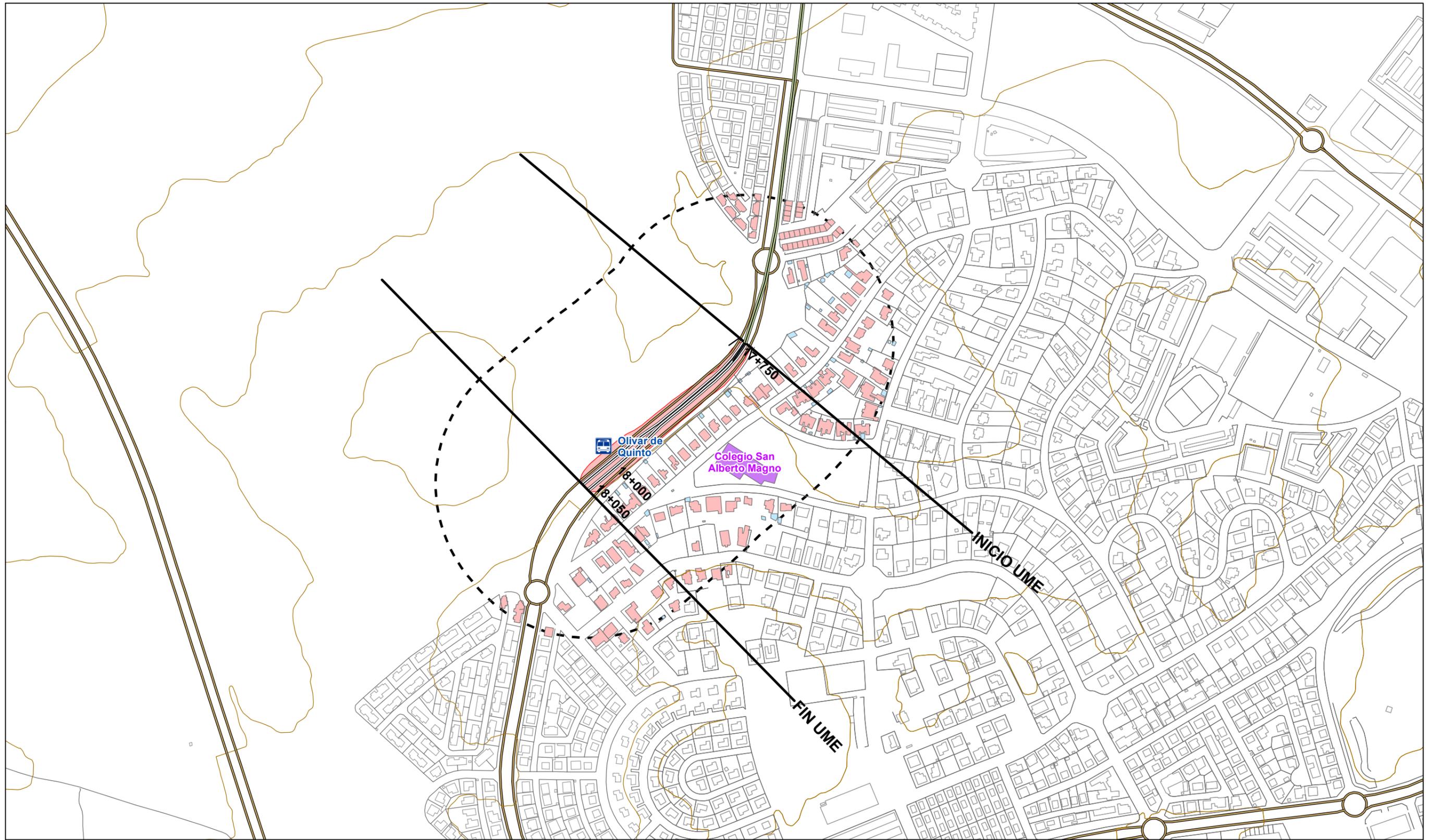
Barreras acústicas

Pantalla acústica	Edificaciones fuera de estudio
Dique de tierra	Viaductos
	Túneles
	Estación metro

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75
65-70	





LEYENDA

Tipos de edificio

Residencial	Sanitario
Industrial	Docente
Recreativo y espectáculos	Cultural
Terciario	Otros

Elementos Cartográficos

Eje de la UME	Curva de nivel
Eje soterrado	Hidrografía
Carreteras	Otros elementos cartográficos
Ferrocarril	Ámbito de estudio
Límite de municipio	

Barreras acústicas

Pantalla acústica
Dique de tierra

Nivel sonoro (dB(A))

55-60	70-75
60-65	>75 dB(A) color swatch"/> >75
65-70	

Edificaciones fuera de estudio
Viaductos
Túneles
Estación metro

