

Trabajo Fin de Máster

Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

REMODELACIÓN DE INTERSECCIÓN DE LA SE-20 CON LA CARRETERA DE BRENES

Autor: Jesús Oteros Sánchez

Tutor: Francisco Manuel Baena Ureña

Dpto. Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del
Transporte

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

2024



Trabajo Fin de Máster
Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
REMODELACIÓN DE INTERSECCIÓN DE LA SE-20 CON LA CARRETERA DE BRENES

Autor:

Jesús Oteros Sánchez

Tutor:

Francisco Manuel Baena Ureña

Dpto. de Ingeniería y Ciencia de los Materiales y del Transporte

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2024

Trabajo Fin de Máster:

**REMODELACIÓN DE INTERSECCIÓN DE LA SE-20 CON LA CARRETERA DE
BRENES**

Autor: Jesús Oteros Sánchez

Tutor: Francisco Manuel Baena Ureña

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi familia por darme la oportunidad de poder estudiar y siempre estar ahí apoyándome.

En segundo lugar a Julia, que ha sido un apoyo incondicional y a la vez un espejo donde mirarme como ingeniero.

En tercer lugar, a mis amigos, que siempre valoran el esfuerzo y me han ayudado a despejarme cuando todo estaba más difícil.

Por último, a mis compañeros de VS, en especial a Paco, mi tutor, que me está ayudando en este camino de formación laboral y académica.

Sevilla, 2024

El Secretario del Tribunal



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE FOMENTO, ARTICULACIÓN
DEL TERRITORIO Y VIVIENDA



Escuela Técnica Superior de
INGENIERÍA DE SEVILLA

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ÍNDICE

1. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	4	8.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.	12
1.1. OBJETO.	4	8.2.1. <i>Unidad geotécnica I. Relleno antrópico.</i>	12
1.2. SITUACIÓN ACTUAL.	4	8.2.2. <i>Unidad geotécnica III. Aluvial fino. Arenas limo-arcillosas y arcillas.</i>	13
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.	4	8.2.3. <i>Unidad geotécnica IV. Aluvial grueso-gravas.</i>	13
2. ANTECEDENTES TÉCNICOS.	4	8.2.4. <i>Unidad geotécnica V. Margas.</i>	13
3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.	5	8.3. ESPESOR DE TIERRA VEGETAL.	13
4. GEOLOGÍA.	5	8.4. AGRESIVIDAD DEL SUELO.	14
5. EFECTOS SÍSMICOS.	5	8.5. AGRESIVIDAD DEL AGUA.	14
6. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.	6	8.6. REUTILIZACIÓN DE MATERIALES.	14
6.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.	6	8.7. SUELO DE LA EXPLANACIÓN O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE.	14
6.2. HIDROLOGÍA.	6	9. TRAZADO.	14
7. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO.	7	9.1. GLORIETAS Y RAMALES.	15
7.1. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.	7	9.2. CAMINOS.	16
7.2. TRÁFICO.	8	10. MOVIMIENTO DE TIERRAS.	16
7.2.1. <i>Estaciones de aforo.</i>	8	11. FIRMES Y PAVIMENTOS.	16
7.2.2. <i>Análisis del tráfico actual.</i>	9	11.1. TRÁFICO DE PROYECTO.	16
7.2.3. <i>Prognosis del tráfico.</i>	9	11.2. CIMIENTO DEL FIRME.	16
7.2.4. <i>Categoría del tráfico pesado.</i>	10	11.3. CLIMA.	17
7.2.5. <i>Nivel de servicio.</i>	10	11.3.1. <i>Zonas térmicas.</i>	17
8. GEOTECNIA.	11	11.3.2. <i>Zonas pluviométricas.</i>	18
8.1. DEFINICIÓN DE LAS LITOLOGÍAS PRESENTES.	12	11.4. FIRME ADOPTADO.	18
		12. DRENAJE.	19

12.1. DRENAJE LONGITUDINAL.....	19	18.2. IMPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES.....	26
12.1.1. Drenaje de la margen izquierda de la línea PP.KK. 1+121,92 a 1+349,089.....	19	18.3. OCUPACIÓN TEMPORAL.....	26
12.1.2. Drenaje de la margen derecha de la línea PP.KK 1+126,27 a 1+349,1.....	19	18.4. COSTE DE EXPROPIACIÓN.....	27
12.1.3. Drenaje de glorieta y ramales de la SE-20.....	19	19. REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.....	27
13. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS.....	20	20. PLAN DE OBRA.....	27
13.1. FASES DE OBRA.....	20	21. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	28
14. SEÑALIZACIÓN BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	20	22. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	28
14.1. NORMATIVA.....	20	23. REVISIÓN DE PRECIOS.....	28
14.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	21	24. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	28
14.3. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	21	25. VALORACIÓN DE ENSAYOS.....	29
14.4. BALIZAMIENTO.....	21	26. SEGURIDAD Y SALUD.....	29
14.5. DEFENSAS.....	22	27. PRESUPUESTO.....	29
14.5.1. Criterios de instalación.....	22		
14.5.2. Sistema de contención adoptado.....	23		
15. INTEGRACIÓN AMBIENTAL.....	23		
16. OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	24		
16.1. URBANIZACIÓN.....	24		
16.1.1. Isleta en glorieta y acceso.....	24		
16.1.2. Instalaciones obra civil (electrificación).....	24		
16.2. LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.....	24		
17. COORDINACIÓN CON ORGANISMOS.....	25		
18. EXPROPIACIONES.....	25		
18.1. OCUPACIÓN PERMANENTE.....	25		

1. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

1.1. OBJETO.

El objeto del presente proyecto es, por un lado, la integración de la carretera A-8005 en el planeamiento urbanístico, procediendo a su reposición entre la glorieta proyectada que da acceso a Talleres y Cocheras, incluida en el Plan Parcial Higuera Norte, y la glorieta de conexión entre esta carretera y la Ronda SE-20.

Este proyecto de remodelación de la glorieta se engloba dentro del Proyecto de Construcción de la Línea 3 del Metro de Sevilla – Tramo Norte Pino Montano – Prado de San Sebastián, el cual, a su vez, se divide en diferentes proyectos (subtramos):

- **PC01_TALLERES Y COCHERAS**
- **PC02_RAMAL TÉCNICO NORTE:** desde el P.K. 0+000 a 0+650 m.
- **PC03_TRAMO NORTE. Subtramo I: Ramal Técnico Sur – Los Carteros:** dividido en dos secciones; comprende el tramo sur del Ramal Técnico, P.K. 0+650 a 1+349,089, y luego continúa el subtramo desde la estación de Pino Montano Norte hasta la estación de Los Mares; P.K. 0+000 a 1+764,065.
- **PC04_TRAMO NORTE Subtramo II: Los Carteros – San Lázaro:** desde la estación de Los Carteros hasta la de San Lázaro; P.K. 1+764,065 a 3+227.
- **PC05_TRAMO NORTE Subtramo III: San Lázaro – Macarena:** incluye la estación del Hospital Virgen Macarena. P.K. 3+227 a 4+239,884.
- **PC06_TRAMO NORTE Subtramo IV: Macarena – M^a Auxiliadora:** desde la estación de La Macarena a la de Capuchinos; P.K. 4+239,884 a 5+304,234.
- **PC07_TRAMO NORTE Subtramo V: M^a Auxiliadora – Menéndez Pelayo:** desde la estación de M^a Auxiliadora a la de Puerta de Carmona; P.K. 5+304,234 a 6+473,632.
- **PC08_TRAMO NORTE Subtramo VI: Menéndez Pelayo – Borbolla:** incluye las estaciones de Jardines de Murillo y Prado de San Sebastián; P.K. 6+473,632 a 7+553,942.

Este proyecto forma parte del Proyecto PC03_TRAMO NORTE. Subtramo I: Ramal Técnico Sur – Los Carteros.

1.2. SITUACIÓN ACTUAL.

La glorieta sobre la que se actúa constituye la intersección entre la carretera de Brenes, A-8005, de entrada a Sevilla y la Ronda SE-20.



Figura 1. Ámbito del proyecto. Glorieta en situación actual.

La actual glorieta consta de una calzada anular de 51 m de diámetro exterior, con dos carriles de 4,25 m de anchura.

La glorieta dispone de 4 accesos, 3 de los cuales disponen de dos carriles de entrada a la glorieta y uno de un carril por sentido, correspondiente al acceso norte a la glorieta desde la A-8005. No obstante, en este caso también existe un ramal segregado de salida desde la carretera A-8005 hacia la SE-20.

El firme de la glorieta y accesos a la misma está constituido por mezclas bituminosas en caliente.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

En este apartado se realiza una descripción general del “**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN REMODELACIÓN DE INTERSECCIÓN DE LA SE-20 CON LA CARRETERA DE BRENES**”.

El trazado del Ramal Técnico Norte, que discurre en su totalidad en superficie, provoca un cruce en superficie con la glorieta existente en la carretera SE-20, en la conexión con la carretera de Brenes A-8005. En el presente proyecto de construcción se incluye la modificación de la actual glorieta, para evitar que el trazado del ramal técnico cruce por el centro de la misma, reduciendo así las afecciones al tráfico que el mismo pueda originar.

2. ANTECEDENTES TÉCNICOS.

La Red de Metro de Sevilla ha venido siendo objeto de estudio por parte de la Junta de Andalucía desde hace más de dos décadas.

Los trabajos más relevantes, que además sirvieron de punto de partida para la redacción del presente Proyecto Constructivo se indican a continuación:

- Proyecto Básico de la Red de Metro de Sevilla.
- Tramitación ambiental del Proyecto Básico de la Red de Metro de Sevilla.
- Anteproyecto de Alternativas de la Línea 3 del Metro de Sevilla.
- Tramitación ambiental del Anteproyecto de Alternativas de la Línea 3 del Metro de Sevilla.
- Alegaciones al Anteproyecto de Alternativas de la Línea 3 del Metro de Sevilla.
- Primer Proyecto Constructivo de la Línea 3 del Metro de Sevilla. Tramo I: Pino Montano – Prado de San Sebastián.
- Asistencia técnica y consultoría para la supervisión de los proyectos constructivos de la Línea 3 del Metro de Sevilla.
- Actualización y adaptación del Proyecto de Construcción de la Línea 3 del Metro de Sevilla. Tramo I: Pino Montano – Prado de San Sebastián.

En el *Anejo Nº1: Antecedentes*, se recoge la información detallada de dichos trabajos.

3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.

Como base cartográfica para los diferentes estudios asociados a la redacción del Presente Proyecto se ha empleado la cartografía oficial disponible del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Así, se ha empleado la siguiente cartografía:

- Mapa Topográfico Nacional 1:50.000, Hoja 984-1 (Olivares), Hoja 984-2 (La Algaba), Hoja 984-3 (Camas) y Hoja 984-4 (Sevilla).
- Mapa Topográfico Nacional 1:25.000, Hoja 984-1 (Olivares), Hoja 984-2 (La Algaba), Hoja 984-3 (Camas) y Hoja 984-4 (Sevilla).

El sistema de referencia empleado para la representación de dicha cartografía es el ETRS-89, mediante el sistema de representación en coordenadas geográficas UTM HUSO 30.

Para la obtención de la topografía del terreno se ha hecho uso de los datos disponibles en el Instituto Geográfico Nacional, a través de los vuelos realizados para los LIDAR 2ª Cobertura (2015-2021).

Se ha realizado un análisis de estos datos a través de Global Mapper, eliminando aquellos puntos de vegetación, edificios, y otros elementos que pueden dificultar la obtención de las curvas de nivel, necesarias para el diseño del trazado en ISTRAM.

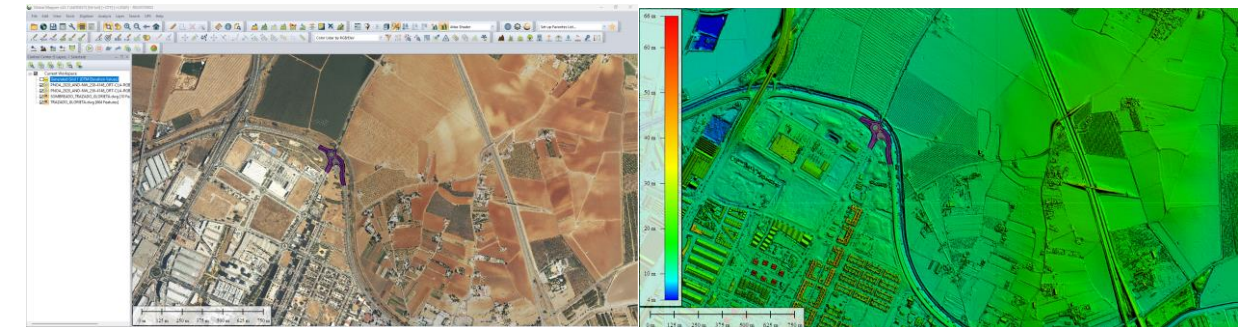


Figura 2. Puntos Lidar y generación del Modelo Digital del Terreno en GlobalMapper. Fuente: Elaboración propia

4. GEOLOGÍA.

En el *Anejo Nº 3: Geología* se recoge el estudio geológico y de procedencia de materiales realizados para el presente proyecto.

La interpretación geológica de los sondeos se ha realizado a partir del estudio los reconocimientos realizados a lo largo de la traza de la Línea 3 del Metro de Sevilla.

5. EFECTOS SÍSMICOS.

En la tabla siguiente se presentan el valor de la aceleración sísmica de cálculo a_c correspondiente a la aceleración sísmica básica a_b , supuesta dicha intensidad una magnitud continua.

Tabla 1. Precipitaciones máximas diarias para los distintos periodos de retorno

T.M.	a_b (g)	K	ρ		$\rho \cdot a_b$	C	S	a_c (g)	a_c (m/s ²)
			$\gamma_I=1,0$	$\gamma_{II}=1$					
Sevilla	0,07·g	1,1	1,0		0,07	1,354	1,083	0,076·g	0,744

El espectro de respuesta elástica asociada es:

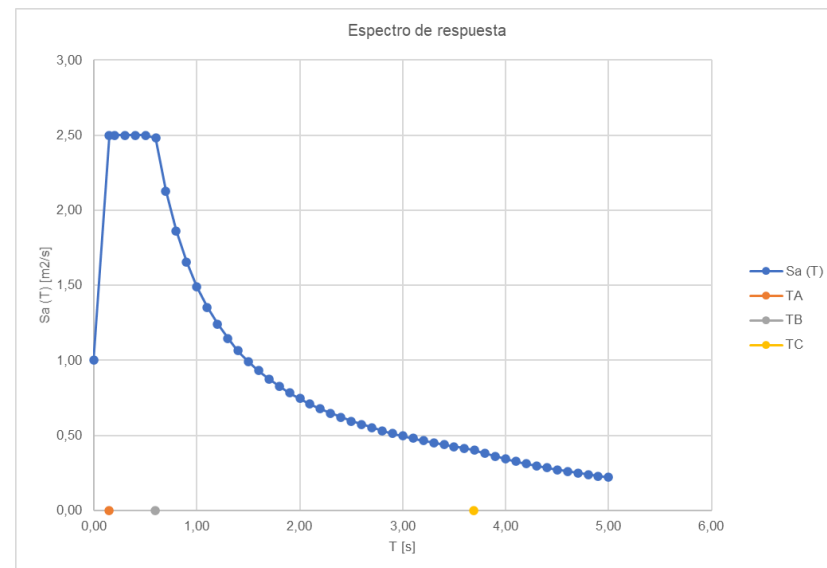


Figura 3. Localización de la zona de proyecto

En el Anejo Nº 4: Efectos sísmicos se recoge el análisis sísmico y los cálculos justificativos.

6. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.

6.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.

El estudio climatológico y el cálculo de las precipitaciones se han llevado a cabo a partir de la información registrada en las estaciones meteorológicas 5783 Sevilla “Aeropuerto”.

La temperatura media anual en Sevilla es de unos 19,2°C. Los meses más cálidos son julio y agosto, con 28°C de media. Enero suele ser el mes más frío, con una temperatura media de 10,9 °C. Los extremos térmicos son valores de -4,4 °C, en enero, y 46,6°C, en julio.

El régimen pluviométrico de la ciudad de Sevilla se caracteriza por una precipitación media anual de 565,0 mm. El promedio anual de días de lluvia es de 51. La mayor parte de la precipitación anual se concentra en los meses que van de octubre a abril, siendo julio y agosto extremadamente secos.

La humedad relativa media anual es del 59%. El total anual de horas de sol es 2917.

Las direcciones más frecuentes son suroeste, con una frecuencia de 12,5% y una velocidad media de 23,4 km/h, y la nordeste, con el 8,5% y 18 km/h, respectivamente.

La clasificación de Köppen es Csa: “Clima templado de verano seco y cálido” y la clasificación según J.Papadakis es Mediterránea subtropical.

6.2. HIDROLOGÍA.

La zona de estudio se enmarca en la provincia de Sevilla y desde el punto de vista hidrológico dentro de la Cuenca del Guadalquivir (Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir).

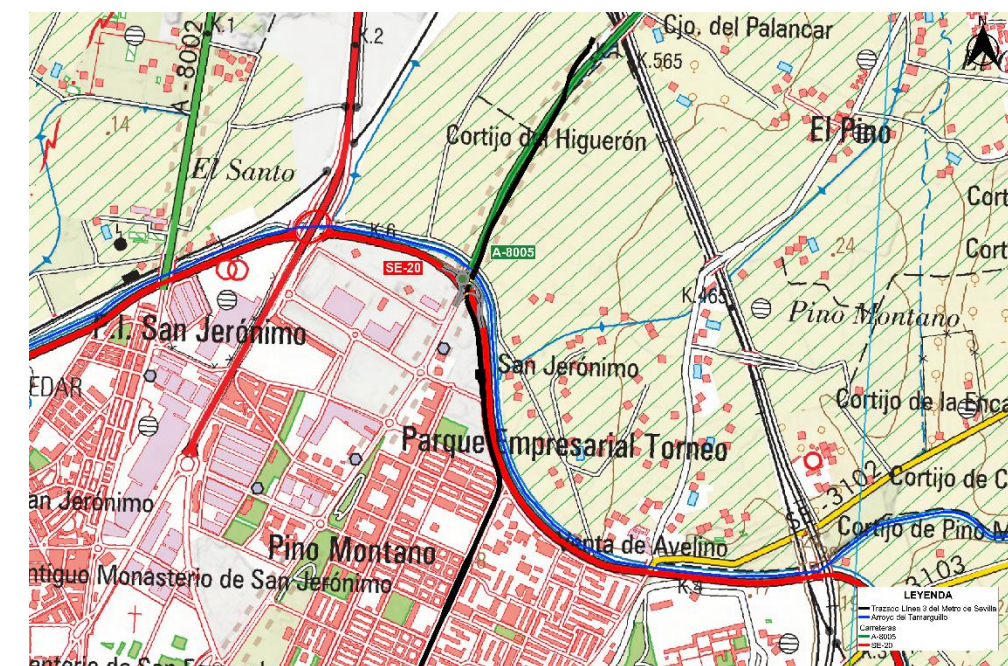


Figura 4. Localización de la zona de proyecto

En la zona de estudio, el principal cauce interceptado por las actuaciones es el arroyo del Tamarguillo, perteneciente a la cuenca del arroyo de Miraflores. El arroyo Tamarguillo, actualmente está canalizado y transcurre por el arco noreste de la ciudad de Sevilla sirviendo de límite entre ésta y las huertas agrícolas situadas en la vega norte. En la actualidad, el arroyo Tamarguillo, hasta su desembocadura excepto en el paraje de San Ildefonso, discurre por un canal artificial. La cabecera del Tamarguillo, en el entorno conocido como paraje de San Ildefonso, constituye el último espacio moderadamente intervenido del arroyo. Tras el cruce con la A-4 discurre canalizado, recogiendo también las aguas del Tagarete y Miraflores, hasta llegar a la desembocadura al Guadalquivir actualmente en la isla de Tercia. El canal transcurre paralelo a la ronda supernoeste.

La precipitación de diseño se ha obtenido a partir del Mapa de Máximas Lluvias de la España Peninsular, obteniéndose los siguientes valores de P y Cv:

Tabla 2. Valores de \bar{P} y C_v

\bar{P} [mm]	54
C_v	0,36

Y los siguientes valores de la precipitación de diseño:

Tabla 3. Precipitaciones máximas diarias para los distintos periodos de retorno

VALORES ZONALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)									
Zona	P (mm/d)	C_v	P_d $T_r=2$ años	P_d $T_r=5$ años	P_d $T_r=10$ años	P_d $T_r=25$ años	P_d $T_r=50$ años	P_d $T_r=100$ años	P_d $T_r=500$ años
SE-20 - A-8005	54	0,36	49,63	66,15	78,08	94,34	107,51	121,55	156,17

Se han obtenido los caudales de diseño a partir del método racional, dado el carácter urbano de la zona de estudio se han tenido en cuenta los caudales de escorrentía por metro lineal de plataforma, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 4. Resumen de caudales por metro lineal

Eje	Caudal de escorrentía por metro lineal de plataforma (m³/s/ml)	Caudal de escorrentía por metro lineal de plataforma (l/s/ml)
Plataforma SE-20	0,00064	0,64
Plataforma A-8005	0,00062	0,62
Glorieta	0,001	1

En el Anejo Nº 5: Climatología e Hidrología se recoge la caracterización climática y en detalle el cálculo de los caudales obtenidos.

7. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO.

7.1. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.

La información relativa al planeamiento urbanístico a la que se hace referencia en este apartado es la recogida en el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Sevilla, aprobado definitivamente el 15 de marzo de 2007, que tiene por objeto la ordenación urbanística de la totalidad del término municipal de Sevilla y la organización de la gestión de su ejecución.

El Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla, en materia de clasificación urbanística, se adapta a lo preceptuado en el artículo 7 de la ley estatal LRSV 6/1998 y en el 44 y siguientes de la LOUA.

El PGOU divide el territorio del término municipal de Sevilla a efectos de su clasificación en las siguientes clases:

- **Suelo Urbano.** El suelo urbano se corresponde a los terrenos que conforman la ciudad existente, incluyendo sus vacíos interiores o los situados en zonas periféricas pero integrados en la malla urbana actual.
- **Suelo Urbanizable.** El Suelo Urbanizable expresa los terrenos de los que se hace depender el crecimiento de la ciudad para satisfacer las necesidades de suelo urbanizado apto en los que implantar adecuadamente los diversos usos urbanos que demanda la sociedad.
- **Suelo No Urbanizable.** Se corresponde con los terrenos excluidos del proceso urbanístico por presentar valores que exigen su preservación o bien por localizarse en posiciones inadecuadas para su integración urbanística.
- **Suelos de Sistemas Territoriales para las Comunicaciones, la Logística, Espacios Libres y Equipamientos Metropolitanos,** correspondientes a aquellos suelos previstos en el Nuevo Plan para las infraestructuras logísticas del Puerto, Aeropuerto, así como aquellos Sistemas Generales de Espacios Libres y de equipamiento de carácter metropolitano: Estadio Deportivo la Cartuja, Centro Penitenciario Sevilla, Universidad Pablo Olavide, Charco de la Pava y los Parques del Alamillo y Guadaira.

En cada una de las clases de suelo expuestas anteriormente se distinguen las siguientes categorías:

- Suelo Urbano
 - o Suelo Urbano Consolidado
 - o Suelo Urbano No Consolidado
- Suelo Urbanizable
 - o Suelo Urbanizable Transitorio
 - o Suelo Urbanizable Ordenado

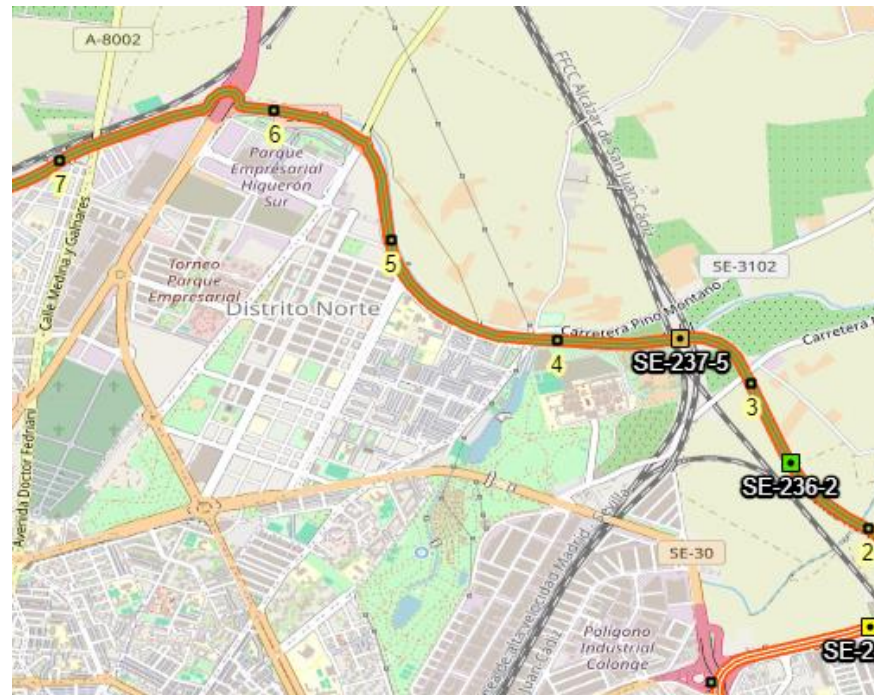


Figura 7. Ubicación de estación de aforo SE-237-5

Las estaciones de aforo seleccionadas son las siguientes:

Tabla 5. Estaciones de aforo seleccionadas

ESTACIÓN	TIPO	RED	CARRETERA	P.K.	N.º CALZADAS	CONFIG.
SC-829	Secundaria	Autonómica	A-8005	2+500	1	1+1
SE-237-5	Semipermanente	Estatal	SE-20	3+450	2	2+2

*No se dispone de estación de aforo específica para la glorieta, sino que los datos publicados indican únicamente la IMD del tramo que llega a la glorieta.

7.2.2. Análisis del tráfico actual.

Se muestran en la siguiente tabla los datos de IMD e IMDpesados en el período 2011-2022 en la estación de aforo seleccionada en la carretera A-8005.

Tabla 6. Datos de tráfico para la estación SC-829 (A-8005)

AÑO	IMD	IMDp (%)
2022	7.362	884 (12%)
2021	6.931	831 (12%)
2020	5.446	871 (16%)
2019	7.178	718 (10%)
2018	7.152	644 (9%)
2017	6.785	611 (9%)

AÑO	IMD	IMDp (%)
2016	6.307	568 (9%)
2015	6.065	668 (11%)
2014	5.786	637 (11%)
2013	5.819	641 (11%)
2012	5.910	591 (10%)
2011	6.498	650 (10%)

Para el tramo de la SE-20 en el que se sitúa la glorieta los datos de IMD son:

Tabla 7. Datos de tráfico para la carretera SE-20

AÑO	IMD	IMDp (%)
2022	31.014	3.890 (12,5)
2021	29.983	3.005 (10%)
2020	24.534	2.283 (9,3%)
2019	32.207	2.416 (7,50%)
2018	31.837	2.468 (7,75%)
2017	31.449	1.587 (5%)
2016	29.210	1.368 (4,7%)
2015	29.775	1.627 (5,5%)

7.2.3. Prognosis del tráfico.

Para la estimación de la intensidad media diaria de tráfico en el año de puesta en servicio, se ha partido del % de crecimiento medio fijado en la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento, que para años posteriores a 2017 establece un incremento anual acumulativo del 1,44%.

En un principio se estima que las obras podrán estar ejecutadas a lo largo del año 2025, estableciéndose el mismo como año de puesta en servicio en este epígrafe.

Para realizar la elevación de tráfico al año 2025 de puesta en servicio, se partirá del año 2022, último año con datos donde la influencia provocada por la pandemia asociada al coronavirus COVID-19 ya se ha diluido. Por lo tanto, se partirá de los datos del año 2022, aplicando una tasa anual de crecimiento constante del 1,44% hasta el año 2025, resultando:

Carretera A-8005:

$$IMD_{2025} = IMD_{2022} \cdot (1 + 0,0144)^3 = 7.362 \cdot 1,0144^3 = 7.685 \text{ veh/día}$$

Carretera SE-20:

$$IMD_{2025} = IMD_{2022} \cdot (1 + 0,0144)^3 = 31.014 \cdot 1,0144^3 = 32.373 \text{ veh/día}$$

7.2.4. Categoría del tráfico pesado.

Con la futura puesta en servicio de la glorieta no se prevé ningún tráfico inducido/generado. Por otra parte, al no disponerse de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado, se asumirá lo siguiente.

- En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.
- En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.
- En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente al 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

Con las intensidades medias diarias en el año 2025 de puesta en servicio ya reflejadas en el capítulo anterior, y considerando para todos los ejes un porcentaje de pesados del promedio de los últimos 5 años con datos (para el caso de la SE-20 se obtiene un 11,8%, por lo que se ha utilizado un 12% para el cálculo y para la A-8005 un 9,4%, se ha llevado al 10%), se obtienen las siguientes categorías de tráfico pesado:

Tabla 8. Categoría de tráfico pesado

	IMD ₂₀₂₅	IMD _{p2025}	IMD _{p2025} CARRIL PROYECTO	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO
RAMAL 03 A-8005	7.685	769	385	T2
RAMAL 04 SE-20	32.373	3.885	1.943	T1 (T0*)
RAMAL 05 SE-20	32.373	3.885	1.943	T1 (T0*)
RAMAL 06 CARRETERA DE BRENES	7.685	769	385	T2
CALZADA ANULAR GLORIETA	32.373	3.885	1.943	T1 (T0*)

*Dada la proximidad con el límite, se adopta un valor de T0, del lado de la seguridad.

7.2.5. Nivel de servicio.

Siguiendo la metodología descrita en el HCM 2010, se ha analizado el nivel de servicio de la glorieta para el año de puesta en servicio (2026) y el año horizonte (2046).

Para calcular los niveles de servicio es indispensable contar con datos relativos a tráfico, puesto que el HCM trabaja con intensidades horarias (veh/h) para calcular los mismos. Por lo tanto, habrá que transformar los valores de IMD a intensidades de diseño en vehículos/hora.

Los datos utilizados son los proporcionados por las estaciones indicadas (IMD), y datos proporcionados por el Ayuntamiento de Sevilla sobre el estado del tráfico a través de su web www.traficosevilla.es. Estos datos los proporciona el ayuntamiento en veh/5min.

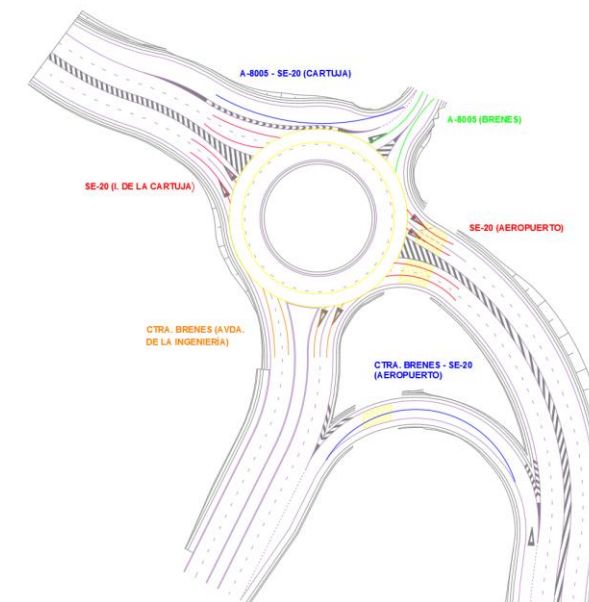


Figura 8. Esquema de la glorieta

Tabla 9. Distribuciones del tráfico

%	A-8005 (BRENES)	SE-20 (I. DE LA CARTUJA)	CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA)	SE-20 (AEROPUERTO)
A-8005 (BRENES)	2,00%	5,00 %	15,00%	10,00%
SE-20 (I. DE LA CARTUJA)	63,00%	2,00%	23,00%	73,00%
CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA)	20,00%	8,00%	2,00%	15,00%
SE-20 (AEROPUERTO)	15,00%	85,00%	60,00%	2,00%
TOTALES	100%	100%	100%	100%

(1)* Los bypass se han tomado como la opción para realizar los giros A-8005 – I. de la Cartuja y Ctra. Brenes – Aeropuerto.

(2)* Los porcentajes se han redondeado a la unidad.

Tabla 10. Intensidades para el año de puesta en servicio (2026)

O/D (2026)	A-8005 (BRENES)	SE-20 (I. DE LA CARTUJA)	CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA)	SE-20 (AEROPUERTO)	TOTALES
A-8005 (BRENES)	13	110	64	217	404
SE-20 (I. DE LA CARTUJA)	381	42	98	1.578	2.099
CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA)	121	163	9	325	618
SE-20 (AEROPUERTO)	91	1.773	256	44	2.164
TOTALES	606	2.088	427	2.164	5.285

Tabla 11. Intensidades para el año horizonte (2046)

O/D (2046)	A-8005 (BRENES)	SE-20 (I. DE LA CARTUJA)	CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA)	SE-20 (AEROPUERTO)	TOTALES
A-8005 (BRENES)	17	146	86	289	538
SE-20 (I. DE LA CARTUJA)	506	56	129	2.102	2.793
CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA)	162	215	12	433	822
SE-20 (AEROPUERTO)	122	2.361	341	58	2.882
TOTALES	807	2.778	568	2.882	7.035

A partir de la distribución de tráfico adoptada, y los volúmenes obtenidos para cada acceso, pueden obtenerse las capacidades y la demora, que definen el nivel de servicio según el HCM 2010.

Tabla 12. Niveles de servicio en función de la demora d y la ratio x . Fuente: Exhibit 21.1 del HCM 2010

Control Delay (s/veh)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio ^a	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Note: ^a For approaches and intersectionwide assessment, LOS is defined solely by control delay.

Realizando los cálculos necesarios, obtenemos los niveles de servicio en los accesos a la glorieta:

Tabla 13. Demora y nivel de servicio por carril para el año de puesta en servicio 2026

RAMAL	INTENSIDAD V_e (2026)	CAPACIDAD C_e (2026)	X (2026)	d (s/veh)	LOS
A-8005 (BRENES)	225	261	0,86	66,53	F
SE-20 (I. DE LA CARTUJA) - L	940	719	1,31	167,08	F
SE-20 (I. DE LA CARTUJA) - R	1.148	741	1,55	270,04	F
CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA) - L	77	239	0,32	23,67	C
CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA) - R	94	265	0,35	22,64	C
SE-20 (AEROPUERTO) - L	974	879	1,11	84,73	F
SE-20 (AEROPUERTO) - R	1.190	894	1,33	172,75	F

Tabla 14. Demora y nivel de servicio por carril para el año horizonte 2046

RAMAL	INTENSIDAD V_e (2046)	CAPACIDAD C_e (2046)	X (2046)	d (s/veh)	LOS
A-8005 (BRENES)	301	161	1,87	461,95	F
SE-20 (I. DE LA CARTUJA) - L	1.251	619	2,02	481,50	F
SE-20 (I. DE LA CARTUJA) - R	1.527	644	2,37	637,11	F
CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA) - L	103	164	0,63	56,33	F
CTRA. BRENES (AVDA. DE LA INGENIERÍA) - R	124	164	0,76	73,23	F
SE-20 (AEROPUERTO) - L	1.297	809	1,60	292,25	F
SE-20 (AEROPUERTO) - R	1.585	827	1,92	430,72	F

El nivel de servicio de la glorieta se obtiene mediante la relación ponderada de los niveles de servicio obtenidos en los accesos:

$$d_{glorieta} = \frac{\sum d_i \cdot v_i}{\sum v_i}$$

Concluyéndose que la glorieta se encuentra saturada, con un nivel de servicio F para el año de puesta en servicio (2026) y el año horizonte (2046).

$$d_{glorieta_{2026}} = 167 \frac{s}{veh}$$

$$d_{glorieta_{2046}} = 441 \frac{s}{veh}$$

En el Anejo Nº 6: Planeamiento y tráfico se incluyen los cálculos relativos al tráfico y al nivel de servicio, así como las fichas de planeamiento urbano.

8. GEOTECNIA.

Para la redacción del presente Anejo se ha dispuesto de información geotécnica antecedente, correspondiente:

- Anejo de Geotecnia del Proyecto Constructivo de la línea 3 del metro de Sevilla – Tramo Norte: Pino Montano –Prado de San Sebastián.

Para la realización de dicho anejo se realizaron dos campañas geotécnicas que sirvieran para determinar las características litológicas y geotécnicas de los materiales a lo largo de la traza de la línea 3, incluyendo sondeos para el ramal técnico y los talleres y cocheras. Sobre las muestras obtenidas de los sondeos, se han realizado ensayos de laboratorio que permitieran definir las características litológicas y geotécnicas de cada una de las unidades detectadas. Las dos campañas que se realizaron fueron las siguientes:

- Campaña geotécnica realizada por GEOCISA en 2011 para el Proyecto Constructivo de la línea 3 del metro de Sevilla en su totalidad.
- Campaña geotécnica realizada por ELABORA en 2020, consistente en trabajos de reconocimiento del terreno realizados como complemento y ampliación de la información geotécnica disponible

Atendiendo a la *Figura 9*, donde se muestra la ubicación de los sondeos, para el estudio geotécnico objeto del presente anejo será suficiente con el análisis de las muestras obtenidas en los sondeos que se muestran en la *Tabla 15*, al ubicarse en la zona donde se proyecta la glorieta de la SE-20.

Tabla 15. Coordenadas de los sondeos

SONDEO	CAMPAÑA GEOTÉCNICA	PROFUNDIDAD (m)	X	Y
S-50	2011	11,00	237.541	4.147.117
S-57	2011	18,60	237.601	4.147.249
N-08	2020	28,02	237.581	4.147.236

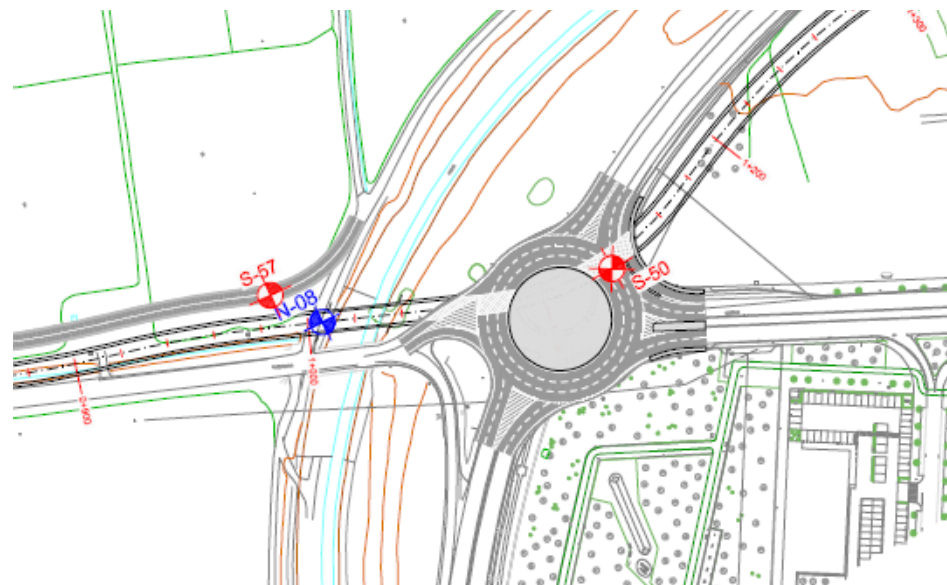


Figura 9. Ubicación de sondeos geotécnicos en el ámbito del proyecto como parte de la campaña geotécnica realizada en 2011 así como de la campaña geotécnica actual para el proyecto de la línea 3 de metro

8.1. DEFINICIÓN DE LAS LITOLOGÍAS PRESENTES.

Según los datos obtenidos, tanto de los trabajos de campo como de los trabajos de laboratorio de la campaña realizada, se ha definido el siguiente modelo estratigráfico:

UG-I. Rellenos antrópicos

UG-IIIb. Arcillas y limos (aluvial fino Cuaternario).

Dentro de esta unidad se han incluido los niveles más arcillosos de la terraza aluvial de granulometría fina. Está compuesto por arcillas limosas y arcillas con nivelillos arenosos. Se observa la presencia de gravillas en unos casos y de materia orgánica en otros. En ocasiones este nivel se presenta como arenas arcillosas. Son de color marrón rojizo.

UG-IIIa. Arenas limo-arcillosas (aluvial fino Cuaternario).

Dentro de esta unidad se han incluido los niveles más arenosos de la terraza aluvial fina. Está compuesto por arenas arcillosas y arenas limosas, a veces con gravas y gravillas redondeadas. Presenta un color marrón, en ocasiones rojizo o grisáceo.

UG-IV. Gravas (Aluvial grueso Cuaternario).

Esta unidad está compuesta por las gravas y bolos de la terraza del Guadalquivir. Se encuentra encuadrada dentro de la unidad geológica QT. Está compuesta por gravas y bolos en matriz areno-limosa. Las gravas son heterométricas y subredondeadas y con un tamaño centimétrico. La matriz presenta un color marrón y es de naturaleza limosa. En ocasiones aparecen niveles de arenas con gravas. Estas gravas aparecen bajo los niveles aluviales y de terraza más finos descritos con anterioridad y se depositan sobre las margas azules.

UG-V. Arcillas margosas (Mioceno).

Dentro de esta unidad se han incluido las que suelen denominarse arcillas margosas del Mioceno, más habitualmente llamadas “margas azules del Guadalquivir”. Se corresponden con la unidad geológica TM descrita en el anejo de Geología. Está compuesta por arcillas margosas de consistencia muy firme a dura. Se observa un color gris a gris oscuro, con tonalidades pardas en ocasiones. Se encuentra bajo las gravas areno-arcillosas de terraza aluvial descrita anteriormente.

8.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.

8.2.1. Unidad geotécnica I. Relleno antrópico.

Este nivel se caracteriza como arcilla arenosa o limosa, con tonalidad marrón y presencia de cantos esporádicos y carbonatos. Asimismo, se observan rellenos de alberos y zahorras pertenecientes a las vías de comunicación.

Se puede observar que los espesores detectados en los distintos reconocimientos son relativamente reducidos.

8.2.2. Unidad geotécnica III. Aluvial fino. Arenas limo-arcillosas y arcillas.

Dentro de esta unidad geotécnica se ha incluido la fracción más fina de los materiales de terraza aluvial descritos dentro de la unidad geológica Q_T. Está formada por arenas limo-arcillosas y arcillas arenosas. Se ha subdividido en dos unidades distintas, en función de la granulometría del suelo, puesto que presentarán características y propiedades diferenciadas.

Aunque en ocasiones aparecen estas unidades entremezcladas, puede decirse que existe una gradación de las granulometrías: en primer lugar, aparecen los niveles más arcillosos (unidades II y III_b) y bajo ellos las arenas limo-arcillosas (UG-III_a) que se depositan sobre las gravas (UG-IV).

8.2.3. Unidad geotécnica IV. Aluvial grueso-gravas.

Esta unidad está compuesta por las gravas y bolos de la terraza del Guadalquivir. Se encuentra encuadrada dentro de la unidad geológica Q_T.

Litológicamente lo componen gravas y bolos en matriz areno-limosa. Las gravas son heterométricas y subredondeadas y con un tamaño centimétrico. La matriz presenta un color marrón y es de naturaleza limosa. En ocasiones aparecen niveles de arenas con gravas. Dicho nivel ha sido el material objeto de la explotación de la gravera.

Estas gravas aparecen directamente bajo los depósitos aluviales finos III_a o III_b y se depositan sobre las margas azules. Se han detectado en todos los reconocimientos realizados.

8.2.4. Unidad geotécnica V. Margas.

Dentro de esta unidad se han incluido las que suelen denominarse arcillas margosas del Mioceno, más habitualmente llamadas “margas azules del Guadalquivir”. Realmente se trata de arcillas fisuradas cuyo contenido en carbonatos no justifica su denominación como margas, dado que habitualmente sólo contienen del 8-15 % de CO₂ y para que sean margas deben tener del orden del doble. En adelante mantendremos el nombre común de “arcillas margosas”, aunque no son margas, ni siempre azules, ya que bajo Sevilla suelen tener una tonalidad gris oscura o pardo grisácea.

Se corresponden con la unidad geológica TM descrita en el anejo de Geología.

Está compuesta por arcillas margosas de consistencia muy firme a dura. Se observa un color gris a gris oscuro, con tonalidades pardas en ocasiones.

Esta unidad constituye el sustrato de la ciudad de Sevilla, habiéndose detectado bajo los rellenos y materiales de terraza aluvial, en todos los sondeos de más de 15 m de longitud. En sondeos de otros proyectos se han detectado espesores de más de 100 m. Se encuentra bajo las gravas areno-arcillosas de terraza aluvial descritas en el apartado anterior y la profundidad de su techo oscila entre 15 y 20 m.

Tabla 16. Resumen de parámetros geotécnicos para las UG de la línea 3 del metro de Sevilla en el tramo I. (Fuente: Anejo 8. Geotecnia, PC de la línea 3 del metro de Sevilla. Tramo I).

UNIDAD		UG-I (Rellenos antrópicos)	UG-IIIa (Arena arcillosa)	UG-IIIb (Arcillas y limos) ¹	UG-IV (Gravas arenosas)	UG-V* (Arcillas margosas)
PARÁMETRO						
Granulometría	Pasa #0,08 (%)	-	21	73	13	98
Plasticidad	LL	-	NP	33	NP	58
	IP	-	NP	14	NP	37
Estado	Yap (KN/m ³)	17	17,5	19	20	19
Químicos	Sulfatos (mg/kg)	-	165	<300	135	-
	Acidez BG	-	0	4	0	0
Volumétricos	Expansividad	-	Baja	Baja	Baja	Alta
	Colapso	-	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Resistencia	qu (KPa)	0	-	125	-	380 (190)
	cu (KPa)	0	-	62,5	-	190 (95)
	c' (KPa)	0	0	10	0	30 (15)
	φ (°)	25	32	26	37	22
	N _{SPT}	-	13	-	50	32
Deformabilidad	E (MPa)	3	14	14	45	67 (33,5)
	v	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

8.3. ESPESOR DE TIERRA VEGETAL.

La mayor parte del área de estudio es utilizada como tierra de labor por lo que posee un nivel superficial de terreno vegetal.

Según los trabajos de campo y laboratorio realizados, a lo largo del ramal técnico se ha detectado un espesor de tierra vegetal que oscila 0,20 y 0,70 m. se ha considerado un espesor promedio de 0,45 m de terreno vegetal en toda la traza.

Tabla 17. Tierra vegetal para los sondeos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN
S-50	0,00-0,50	0,50	Terreno vegetal
S-57	0,00-0,50	0,50	Terreno vegetal
N-08	0,00-0,70	0,70	Terreno vegetal

8.4. AGRESIVIDAD DEL SUELO.

Se han realizado ensayos de contenido en sulfatos y de Acidez B. Gully en algunas muestras de los sondeos realizados y se han comparado los resultados con lo establecido en el Capítulo 9 del Código Estructural.

Tanto el contenido en sulfatos como la acidez Bauman-Gully es muy reducido, por lo que el suelo puede ser clasificado como no agresivo.

8.5. AGRESIVIDAD DEL AGUA.

Se han analizado las muestras de agua extraídas de varios reconocimientos, comparándose sus valores con lo establecido en el Capítulo 9 del Código Estructural para establecer el grado de agresividad.

Los ensayos sobre las muestras de agua extraídas en el ramal técnico no indican agresividad alguna. No obstante, se recomienda tener en cuenta para este subtramo el ambiente Qa.

8.6. REUTILIZACIÓN DE MATERIALES.

De muro a techo, las unidades geológicas afectadas son las siguientes:

- Terciario:
 - o Margas azules (T_M / UG-V)
- Cuaternario:
 - o Terrazas (QT2 y QT3 / UG-III y UG-IV) subniveles: QT2a / UG-IIIb. QT2b / UG-IIIa y QT3c / UG-IV (gravas)-

En la Tabla 18 se resumen las características de cada una de las unidades geológicas de la traza, desde el punto de vista de su posible reutilización en obra y clasificación con respecto a diferentes normativas.

En el anejo de procedencia de materiales se detalla si dicha reutilización de materiales es viable dados los condicionantes técnicos, económicos y logísticos o si será necesaria la procedencia de los materiales desde canteras y/o graveras autorizadas.

Tabla 18. Clasificación y uso en obra de las unidades geológicas.

U. GEOLÓGICA	FORMACIONES GEOLÓGICAS	CLASIFICACIÓN			USO EN LA OBRA
		PG-3	ICAFIR	N.A.V	
R (UG-I)	Rellenos antrópicos.	Inadecuado	SIN	QS0	No utilizable
R-AL	Transición relleno - aluvial	Inadecuado	SIN	QS0	No utilizable
Al (UG-II)	Aluvial	Inadecuado	SIN	QS0	No utilizable
QT _{2a} , QT _{3a} (UG-IIIb)	Arcillas con algún nódulo carbonatado.	-	-	QS0	No utilizable
QT _{2b} , QT _{3b} (UG-IIIa)	Arenas, arenas arcillosas con gravas.	Adecuado	S1	QS1-3	Suelo adecuado, material de saneo, núcleo de terraplén.
QT _{2c} , QT _{3c} (UG-IV)	Gravas y bolos en matriz areno-limosa.	Seleccionado*	S2*	QS2-1; QS3-1	Suelo seleccionado, material de saneo, núcleo y coronación de terraplén.

* En obra será necesario realizar ensayos CBR, que permitan definir las características del material.

8.7. SUELO DE LA EXPLANACIÓN O DE LA OBRA DE TIERRA SUBYACENTE.

De acuerdo con el análisis realizado en los apartados previos, las conclusiones obtenidas respecto al suelo de la explanación del tramo son que el suelo de la explanación, como normal general y de acuerdo con los criterios fijados por el PG-3, está constituido por **suelos Tolerables (Tipo S0)**.

Debe garantizarse el apoyo en terreno natural de suficiente capacidad portante, por lo que, en caso de detectarse rellenos antrópicos que afecten a la traza deberán retirarse mediante saneos. Si durante las obras se observase un espesor de rellenos superior al indicado, deberá ser saneado, garantizándose que la traza se apoya sobre terreno natural.

En el Anejo Nº 7: Geotecnia se incluye como apéndices los sondeos y la campaña geotécnica utilizada para el análisis geotécnico.

9. TRAZADO.

El trazado del ramal técnico norte, que discurre en su totalidad en superficie, provoca un cruce con la glorieta existente en la carretera SE-20, en la conexión con la carretera de Brenes, A-8005. En el presente proyecto de construcción se incluye la modificación de la actual glorieta, para evitar que el trazado del ramal técnico, cruce por el centro de la misma, reduciendo así las afecciones al tráfico que el mismo pueda originar.

9.1. GLORIETAS Y RAMALES.

La glorieta indicada forma parte del proyecto del sistema general de red viaria constitutivo del desdoblamiento de la carretera de Sevilla-Brenes, y, asimismo, de la ampliación de la actual rotonda de conexión entre la carretera de Brenes y la Ronda SE-20.

En el presente proyecto constructivo se define la modificación de la segunda glorieta perteneciente al Ramal Técnico y de sus ramales de acceso, para evitar que el que trazado del ramal técnico, cruce por el centro de la misma, reduciendo así las afecciones al tráfico que el mismo pueda originar, como ya se ha comentado.

Se relacionan a continuación la glorieta y ramales proyectados:

Tabla 19. Longitud de ejes de viales proyectados

Eje	Longitud (m)
Glorieta 02 SE-20	163,363
Ramal 03 A-8005	22,363
Ramal 04 SE-20	66,530
Ramal 05 SE-20	202,634
Ramal 06 Carretera de Brenes	88,013
Ramal 07 Carretera de Brenes	101,762
Ramal 08 Carretera de Brenes	97,676

La glorieta 02 SE-20 se ubica en planta en la zona de la actual glorieta de conexión entre la carretera de Brenes, la carretera A-8005 y la ronda SE-20, aunque desplazada respecto a su posición actual para evitar que el Ramal Técnico cruce por el centro de la misma. Forma parte del proyecto del sistema general de red viaria constitutivo del desdoblamiento de la carretera de Sevilla-Brenes y, así mismo, de la ampliación de la actual rotonda de conexión entre la carretera de Brenes y la Ronda SE-20.

Se trata de una glorieta ligeramente mayor a la actual, concretamente posee 52 m de diámetro exterior. Su sección tipo está formada por 2 carriles de 4,50 m de anchura, 0,5 m de arcén interior y 1,00 m de arcén exterior. Las pendientes longitudinales de la misma oscilan entre el 1,30% y 1,70%.

Al ubicarse esta glorieta en una posición modificada respecto a la situación actual y haberse variado algo sus dimensiones, es necesario proyectar los ramales de acceso a la misma desde la SE-20, carretera A-8005 y la carretera de Brenes, así como dos ramales segregados de conexión desde la carretera de Brenes hacia la SE-20.

El Ramal 03 A-8005 se proyecta sobre la actual carretera A-8005, y está formado por una alineación recta y una alineación curva de radio 30 m. Su sección tipo está constituida por dos carriles de 3,50 m y arcenes de 1 m. Tiene una pendiente longitudinal constante del 1,00%, sin acuerdos.

El Ramal 04 SE-20 se proyecta sobre la actual SE-20, aunque ajustando su trazado para definir el entronque con la glorieta, mediante una alineación curva a la izquierda de 63 m de radio seguida de otra curva a la derecha de 85 m de radio y con una sección tipo formada por dos carriles por sentido de 3,50 m de ancho, una mediana de ancho variable y arcenes de 1,00 m. La pendiente longitudinal máxima en alzado es del 1,80%, la mínima del 0,50% y la longitud del acuerdo vertical es de 40 m.

El Ramal 05 SE-20 se proyecta también sobre la SE-20 y, al igual que en el caso del ramal anterior, ajustando su trazado para definir el entronque con la glorieta. En planta consta de una curva a la derecha de 85 m de radio, seguida de otra a la izquierda de 190 m y otra final a la derecha de 400 m de radio. En alzado posee una pendiente longitudinal de 0,30% y un acuerdo vertical de entronque a la glorieta de 40 m de longitud. La sección tipo está formada por dos carriles por sentido de 3,50 m de ancho, una mediana de ancho variable, arcén de 1,00 m a la izquierda y otro de la misma anchura a la derecha en el tramo que va desde la glorieta hasta el ramal segregado, y un acerado de 1,75 m a la derecha desde la conexión con el ramal segregado hasta el final del ramal.

El Ramal 06 Carretera de Brenes se proyecta mediante una alineación curva de salida de 59 m de radio y una alineación recta sobre la actual carretera de Brenes. La sección tipo proyectada no se ajusta a la existente, sino que se trata de la sección tipo incluida en el proyecto de desdoblamiento de dicha carretera, es decir, dos carriles por sentido de 3,75 m de ancho, una mediana de 3,50 m, y un acerado de 1,75 m a la izquierda desde el ramal segregado hasta el final de ramal. La pendiente longitudinal máxima de este ramal es del 0,45% y la longitud mínima del acuerdo vertical de conexión a la glorieta es de 25 m.

El Ramal 07 Carretera de Brenes, se trata de un ramal segregado que enlaza dicha carretera con la SE-20 mediante una alineación curva de 36 m. Su sección tipo está constituida por un ramal de ancho variable entre 3,50 y 5,12 m, y un acerado de 1,75 m. La pendiente longitudinal máxima de este ramal es del 1,45% y la longitud mínima del acuerdo vertical es de 35 m.

El Ramal 08 Carretera de Brenes, se trata de otro ramal segregado que enlaza también la carretera de Brenes con la SE-20. En planta consta de una sucesión de curvas a derecha e izquierda para adaptarse a la planta de la glorieta y del Ramal 04, con radios que van desde un mínimo de 27 a un máximo de 77 m, Su sección tipo

está constituida por un ramal de ancho variable entre 3,50 y 5,65 m. La pendiente longitudinal máxima de este ramal es del 1,80% y la longitud mínima del acuerdo vertical es de 22 m.

En el *Anejo N° 8: Trazado geométrico* se adjuntan los listados de la definición del trazado en planta y alzado.

9.2. CAMINOS.

La definición de la glorieta y ramales indicados no requiere de la reposición de ningún camino existente ni se proyectan caminos nuevos.

10. MOVIMIENTO DE TIERRAS.

A continuación, se presenta un cuadro con el resumen de los volúmenes resultantes del movimiento de tierras:

Tabla 20. Resumen de movimiento de tierras

MATERIAL	VOLUMEN (m ³)
FIRME	5.476,83
D. TIERRA	4.834,10
SUELO SEL. 1	9.447,90
TERRAPLÉN	972,65
VEGETAL	5.887,53

En el *Anejo N° 9: Movimiento de tierras* se recogen los listados por eje de los movimientos de tierras, así como las hipótesis consideradas para el cálculo.

11. FIRMES Y PAVIMENTOS.

Para el diseño del firme de la carretera se ha seguido la metodología propuesta en la Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía. Según esta instrucción, el diseño del firme será función del tráfico que vaya a circular por la vía, del cimiento sobre el que se asiente y de la climatología de la zona.

11.1. TRÁFICO DE PROYECTO.

Se considera como tráfico de proyecto, TE, al número acumulado de ejes equivalentes de 13 tn que se prevea para el carril de proyecto durante el período de proyecto.

Para la determinación del tráfico de proyecto (TE) se utiliza la siguiente expresión:

$$TE = IMD_{PA} \cdot CE \cdot 365 \cdot F \cdot \gamma_t$$

Donde:

- IMD_{PA} : Intensidad Media Diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto considerado, en el año de apertura al tráfico. Por homogeneidad en el diseño de la glorieta y los ramales, se ha tomado el valor de 1.943 veh pesados/día, valor de los vehículos pesado para la SE-20, la carretera con mayor tráfico, según la prognosis de tráfico realizada en el *Anejo N°5*.
- CE: Coeficiente de equivalencia de los vehículos pesados en número de aplicaciones del eje tipo, obtenido mediante la distribución de cargas por eje.
 - o CE=0,5, para pavimentos bituminosos.
 - o CE=0,8 para firmes tratados con base de cemento.
 - o CE=1, para pavimentos de hormigón.
- F: Factor de crecimiento del tráfico de vehículos pesados, se obtiene de:

$$F = \frac{(1+r)^n - 1}{r} = \frac{(1+0.0144)^{20} - 1}{0.0144} \cong 22,99$$

Donde:

- o r: tasa de crecimiento interanual, que se ha tomado como 1,44%.
- o n=período de proyecto. Se toma 20 años para pavimentos semirrígidos y flexibles y de 30 años para pavimentos rígidos.
- γ_t : Coeficiente de seguridad en cargas. Siendo:
 - o $\gamma_t=1,06$ para carreteras de tráfico T4.
 - o $\gamma_t=1,12$ para carreteras de tráfico T3 y T2.
 - o $\gamma_t=1,15$ para carreteras de tráfico T1 y T0.

$$TE = 1.943 \cdot 0,8 \cdot 365 \cdot 22,99 \cdot 1,15 \cong 15.000.041 \text{ ejes equivalentes}$$

11.2. CIMIENTO DEL FIRME.

Se entiende como Cimiento del Firme (ver *Figura 10*) el conjunto formado por capas de suelos u otros materiales que se encuentran bajo el firme. El plano de Explanada constituye la superficie superior del cimiento, sobre la que se apoya el firme.

El cimiento del firme está constituido a su vez por el Terreno Natural Subyacente (TNS) en fondo de desmonte, los suelos o materiales de aportación en núcleo de terraplenes o pedraplenes, y ambas formaciones en las secciones a media ladera, y generalmente por las Capas de Asiento del firme.

Las capas de asiento están formadas por capas de suelos o materiales de aportación, por la estabilización de los existentes, cuya finalidad es facilitar las labores de construcción, mejorar y homogeneizar la capacidad soporte del cimiento del firme, proteger los suelos susceptibles al agua mediante impermeabilización o evacuación, y obtener las superficies geométricas precisas.

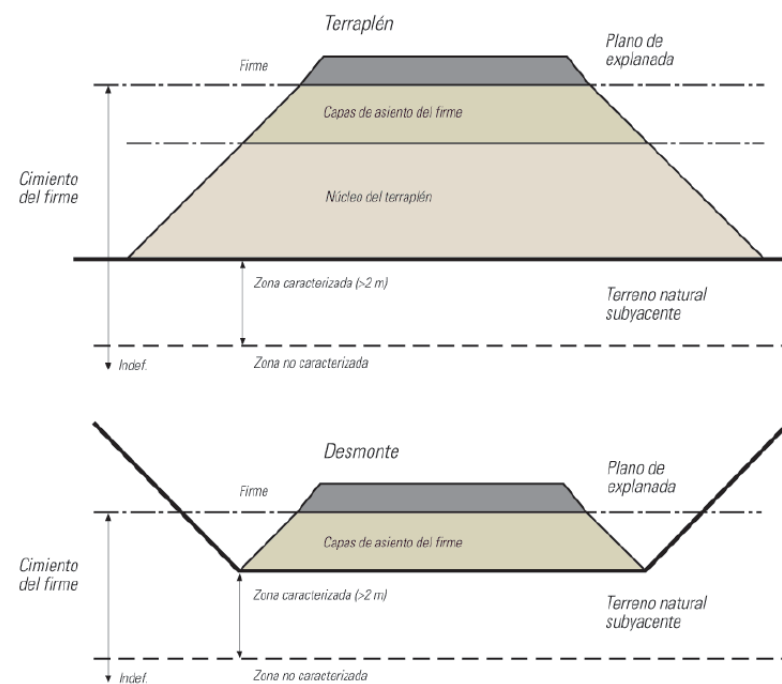


Figura 10. Esquema del cimiento del firme. Fuente: Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía (Figura 4.1)

Se consideran las tres categorías de cimiento del firme que se indican en la siguiente tabla, según su capacidad de soporte, definida por su módulo de Young equivalente E_e , calculado según el procedimiento descrito en el capítulo 5 “Dimensionamiento de firmes”. Además, deberán cumplirse todos los criterios definidos en el capítulo 4 “Criterios de proyecto”, relativos al cimiento del firme de la “Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía”.

Tabla 21. Categorías del cimiento del firme. Fuente: Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía (Tabla 4.5)

Categoría de cimiento	Módulo equivalente, E_e (MPa)	Categorías válidas de tráfico de proyecto
BAJA	≥ 60	T4
MEDIA	≥ 100	T3 y T4
ALTA	≥ 160	T00 a T2

11.3. CLIMA.

El clima se define a partir de dos variables, la temperatura y la pluviometría de la zona.

11.3.1. Zonas térmicas.

A efectos del proyecto de firmes con pavimento bituminoso se definen cuatro zonas térmicas, en función de las temperaturas ambientales máxima y mínima, con los criterios mostrados a continuación:

Tabla 22. Zonas térmicas. Fuente: Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía (Tabla 3.6)

ZONA TÉRMICA	ZT1	ZT2	ZT3	ZT4
Temperatura máxima (°C)	$TM \leq 30$	$TM < 35$	$30 < TM \leq 35$	$TM > 35$
Temperatura mínima (°C)	$Tm \leq -8$	$Tm > -8$	$Tm \leq -8$	-

Donde:

- TM: Temperatura ambiente máxima anual de las medias mensuales máximas diarias, en °C, para un período de medida de 20 años.
- Tm: Temperatura mínima anual absoluta, en °C, en la estación meteorológica más próxima a la zona por la que se transcurre la carretera, para un período de medida de 20 años.

En caso de no disponer de datos de estaciones meteorológicas, puede utilizarse la clasificación de la zona térmica mediante el mapa siguiente:

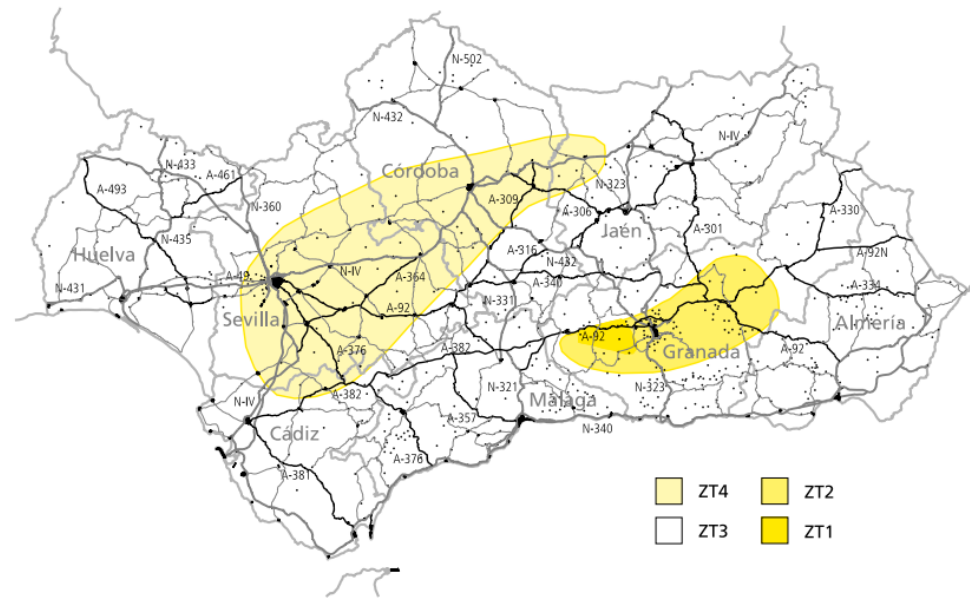


Figura 11. Mapa de zonas térmicas. Fuente: Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía (Figura 3.1)

Según este mapa, se tiene **una zona térmica ZT4**.

11.3.2. Zonas pluviométricas.

Se definen dos zonas pluviométricas en función de la precipitación, con los criterios mostrados en la Tabla 23, siendo P la precipitación media anual en un periodo de 20 años. En caso de no disponerse de datos de precipitaciones, puede utilizarse el mapa de la Figura 12.

Tabla 23. Zonas pluviométricas. Fuente: Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía (Tabla 3.7)

ZONA PLUVIOMÉTRICA	ZPS	ZPH
P (mm)	≤ 700	>700

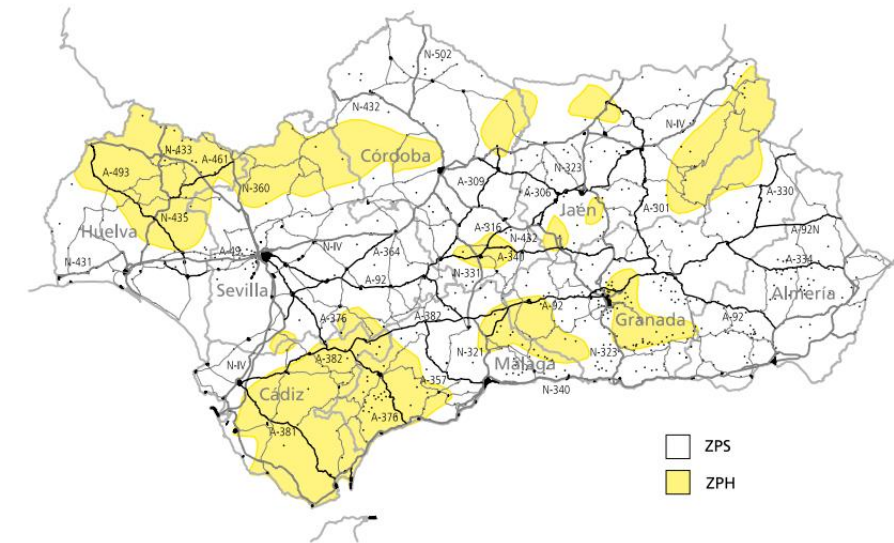


Figura 12. Mapa de zonas pluviométricas. Fuente: Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía (Figura 3.2)

Según este mapa, se obtiene **una zona pluviométrica ZPS**.

11.4. FIRME ADOPTADO.

Se adjunta a continuación una tabla resumen con la sección de firme adoptado para cada eje.

Tabla 24. Firme adoptado

Eje	Terraplén	Cimiento del firme	Sección del firme
Glorieta 02 SE-20	Mínimo suelo tolerable	75 cm suelo seleccionado CBR ≥ 20	3 cm BBTM 11A BM-3c 7 cm AC 22 bin 60/70 S 10 cm AC 32 base 60/70 S 25 cm de suelo-cemento tipo SC4
Ramal 03 A-8005	Mínimo suelo tolerable	75 cm suelo seleccionado CBR ≥ 20	3 cm BBTM 11A BM-3c 7 cm AC 22 bin 60/70 S 10 cm AC 32 base 60/70 S 25 cm de suelo-cemento tipo SC4
Ramal 04 SE-20	Mínimo suelo tolerable	75 cm suelo seleccionado CBR ≥ 20	3 cm BBTM 11A BM-3c 7 cm AC 22 bin 60/70 S 10 cm AC 32 base 60/70 S 25 cm de suelo-cemento tipo SC4
Ramal 05 SE-20	Mínimo suelo tolerable	75 cm suelo seleccionado CBR ≥ 20	3 cm BBTM 11A BM-3c 7 cm AC 22 bin 60/70 S 10 cm AC 32 base 60/70 S 25 cm de suelo-cemento tipo SC4
Ramal 06 Carretera de Brenes	Mínimo suelo tolerable	75 cm suelo seleccionado CBR ≥ 20	3 cm BBTM 11A BM-3c 7 cm AC 22 bin 60/70 S 10 cm AC 32 base 60/70 S 25 cm de suelo-cemento tipo SC4

Eje	Terraplén	Cimiento del firme	Sección del firme
Ramal 07 Carretera de Brenes	Mínimo suelo tolerable	75 cm suelo seleccionado CBR \geq 20	3 cm BBTM 11A BM-3c 7 cm AC 22 bin 60/70 S 10 cm AC 32 base 60/70 S 25 cm de suelo-cemento tipo SC4
Ramal 08 Carretera de Brenes	Mínimo suelo tolerable	75 cm suelo seleccionado CBR \geq 20	3 cm BBTM 11A BM-3c 7 cm AC 22 bin 60/70 S 10 cm AC 32 base 60/70 S 25 cm de suelo-cemento tipo SC4

En el *Anejo Nº 10: Firmes y Pavimentos* se recoge el desarrollo del cálculo del firme y los resultados mediante el software ICAFIR.

12. DRENAJE.

El ramal técnico de la línea 3 del Metro de Sevilla discurre, en su totalidad, en superficie. El trazado presenta puntos altos y bajos, aunque la pendiente máxima no llega a 15 milésimas. El drenaje de la plataforma y sus márgenes se ha planteado de forma que la escorrentía sea dirigida por gravedad hacia puntos bajos de los que resulte posible su evacuación.

Se plantea, asimismo, la necesidad de reconducir la escorrentía aportada por una cuenca natural situada en la margen izquierda de la línea. Para ello, se ha optado por la reposición de un cunetón existente en la actualidad y que conduce aquella hacia el arroyo Tamarguillo.

Para el cálculo del drenaje longitudinal se ha considerado la aportación debida al agua de lluvia, comprobándose la capacidad para evacuar el agua necesaria para la extinción de un eventual incendio.

Para la integración de la carretera SE-20 con el ramal técnico se ha diseñado el drenaje de la plataforma de forma coordinada con el diseño del sistema de drenaje del ramal técnico, descrito en los párrafos anteriores.

12.1. DRENAJE LONGITUDINAL.

12.1.1. Drenaje de la margen izquierda de la línea PP.KK. 1+121,92 a 1+349,089.

A lo largo de la margen izquierda de la línea se proyecta una cuneta para la recogida de la escorrentía generada en la zona comprendida entre aquella y la SE-20. Dicha cuneta tendrá la pendiente del trazado cuando ésta resulte suficiente para la evacuación del agua. El agua recogida en este sector será conducida hacia el punto bajo existente en el PK 1+179.82.

Tabla 25. Cunetas proyectadas en la margen izquierda de la plataforma

PP.KK	j (m/m)	Q (m ³ /s)	Calado (m)	Vm (m/s)	Régimen
1+121.90 a 1+179.82	0,01455	0,0397	0,15	1,41	Rápido
1+179.82 a 1+278.22	0,01077	0,0382	0,14	1,39	Rápido
1+278.22 a 1+349.1	0,002	0,0493	0,17	0,65	Lento

12.1.2. Drenaje de la margen derecha de la línea PP.KK 1+126,27 a 1+349,1.

En el sector PP.KK.. 1+126.27 a 1+349.1 el borde derecho de la plataforma se encuentra a menor cota que el terreno adyacente, creándose una pequeña vaguada en la que se generará escorrentía de lluvia que deberá ser evacuada. Para ello. Se dispone una cuneta trapezoidal de 0.3 m de ancho, altura de 0.2 m y talud 1:1 junto a la cara exterior del prisma de comunicaciones. La presencia de un punto bajo del trazado en el PK 1+179.82 crea dos segmentos de caz cuyos caudales convergerán hacia el mismo.

Tabla 26. Cunetas proyectadas en la margen derecha de la plataforma

PP.KK	j (m/m)	Q (m ³ /s)	Calado (m)	Vm (m/s)	Régimen
1+126.27 a 1+179.82	0,01455	0,0067	0,03	0,72	Rápido
1+179.82 a 1+278.22	0,01077	0,0233	0,07	0,95	Rápido
1+278.22 a 1+349.1	0,0015	0,0128	0,08	0,40	Lento

12.1.3. Drenaje de glorieta y ramales de la SE-20.

Siguiendo el sistema de drenaje existente en la actual glorieta de la SE-20, se ha previsto disponer cuatro cuentas triangulares, con taludes 1/1 y 0,50 m de profundidad, para el drenaje longitudinal en aquellos tramos de los ramales que quedan definidos con sección ligeramente en desmonte.

Tabla 27. Cunetas proyectadas en glorieta y ramales

Cuneta	n (manning)	j (m/m)	Q (m ³ /s)	Calado (m)	Vm (m/s)	Régimen
CT-1	0,013	0,0030	0,027	0,20	0,71	Subcrítico
CT-2	0,013	0,0100	0,030	0,16	1,14	Supercrítico
CT-3	0,013	0,0080	0,010	0,11	0,80	Supercrítico
CT-4	0,013	0,0067	0,006	0,10	0,66	Subcrítico

El drenaje interior de la glorieta, según las indicaciones de la sección tipo, está rellenado con tierra vegetal, previéndose su drenaje por infiltración, que se considera que sería entre rápida y moderada.

El drenaje interior de isletas entre ramales se produce por escorrentía hacia el sistema de drenaje longitudinal del ramal técnico.

En el *Documento N°2: Planos*, se incluyen los planos de drenaje con la ubicación y detalles de los elementos proyectados.

13. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS.

Las soluciones planteadas en este proyecto tienen el carácter de propuesta, debiendo consensuarse adecuadamente, de forma previa al inicio de las obras, con el Consorcio de Transporte Metropolitano del Área de Sevilla, y todas las partes implicadas (Ayuntamiento, Junta de Andalucía, etc.), de acuerdo a la situación real del tráfico en ese momento.

13.1. FASES DE OBRA.

En coordinación con los desvíos y soluciones al tráfico durante las obras previstos en los proyectos de referencia, del Ramal técnico Norte y Sur, se va a distinguir las siguientes fases:

- **Fase 0:** Implantación inicial. Consiste en la implantación de señalización de la zona mediante marcas viales, señalización vertical y bandas transversales de alerta.
- **Fase I:** Esta primera fase se va a dividir en dos subfases:
 - o **Fase I.1:** Ejecución de desvíos de servicios afectados.
 - o **Fase I.2:** Ejecución de la infraestructura tranviaria en los tramos 0+320 – 1+040 y 1+140 – Final del subtramo. Acondicionamiento de la glorieta existente en la intersección entre las carreteras SE-20 y A-8005 (Carretera de Brenes), por medio de la transformación de la misma en una intersección en cruz, y primera fase de ejecución de la glorieta definitiva. Ejecución de los viales a ejecutar al margen este la carretera de Brenes (sin afección a la misma).
- **Fase II:** Ejecución de la segunda fase de la glorieta definitiva.
- **Fase III:** Ejecución del resto de la infraestructura tranviaria (no ejecutada en fase I). Tercera fase de ejecución de la glorieta definitiva. Resto de viales a ejecutar (no ejecutados en fase I). En esta fase se produce el corte de la circulación de la carretera A-8005, por lo que se define un itinerario alternativo por la carretera A-8002.
- **Fase IV:** Ejecución de la última fase de la glorieta definitiva.

En el *Documento N°2: Planos*, se muestra gráficamente la zona de obras correspondiente a cada una de las fases definidas, así como la solución propuesta para el tráfico en función del grado de ejecución de la obra en cada momento.

En el *Anejo N° 16: Soluciones al tráfico durante las obras* se describe con detalle los trabajos a realizar durante las obras, así como la señalización de obras necesaria a disponer.

14. SEÑALIZACIÓN BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.

El presente anejo tiene por objeto el análisis y justificación de la señalización horizontal y vertical, el balizamiento y las defensas que garanticen la seguridad vial en el tramo proyectado una vez finalizadas las obras.

La función última de estos es conseguir el máximo grado de seguridad en la circulación de los vehículos. Esto se logra de tres formas:

1. Informando de manera clara y concisa a los usuarios de todos aquellos aspectos que puedan interesarles ya sea de su situación geográfica, de un servicio o advirtiéndoles de un posible peligro.
2. Prohibiendo todas aquellas maniobras que pudiesen poner en peligro su vida o la de otros.
3. Delimitando claramente la zona por donde se puede circular.

La señalización debe cumplir una serie de características, como son: claridad, sencillez, uniformidad, homogeneidad, coherencia, etc. No debe sembrar dudas en el conductor, debiendo avisar con la suficiente antelación y debe estar bien emplazada en el terreno, resaltando de forma potente las incidencias, etc.

Es importante destacar la gran repercusión que tiene la señalización sobre la seguridad vial. Los accidentes se producen mayoritariamente, por una mala interpretación de la vía y su funcionamiento por parte del conductor. Este debe percibir perfectamente con tiempo suficiente y de forma continua, y en todo tipo condiciones climatológicas (lluvia, niebla, noche, etc.) el desarrollo de la vía. Para ello la mejor guía de la que dispone es la señalización.

14.1. NORMATIVA.

Será de aplicación la siguiente normativa:

- Instrucción 8.1-IC “Señalización vertical” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, marzo de 2014.

- Catálogo de señales verticales de circulación de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T. junio 1992.
- Instrucción 8.2-IC “Marcas viales” de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T., aprobada por Orden Ministerial de 16 de Julio de 1987 (BOE nº 185 de 4 de agosto de 1987).
- Nota Técnica sobre “Aumento de la anchura de algunas marcas viales longitudinales de separación de carriles” de la D.G.C. (junio de 2019).
- Para el estudio de la disposición de hitos de arista se han seguido los criterios contenidos en la Orden Circular nº 309/90 C y E. “Sobre hitos de arista” publicada por la Dirección General de Carreteras el 15 de enero de 1990.
- Para el resto de elementos de balizamiento, incluidos a título complementario de la Orden Circular nº 309/90 también los hitos de arista, se ha tomado como referencia la “Guía de Nudos Viarios” (Orden Circular 32/2012) publicada por la Dirección General de Carreteras en diciembre de 2012
- Orden circular 35/2014 sobre “Sistemas de Contención de vehículos” por la que quedan derogadas las siguientes:
 - Orden Circular 321/95 T. y P., "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos", del año 1996 de la Dirección General de Carreteras.
 - Orden Circular 28/2009 sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas. Deroga a la Orden Circular 321/95 T. y P en lo relativo a las barreras de seguridad metálicas.

14.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

La señalización horizontal son líneas o figuras, aplicadas sobre el pavimento, que tienen por misión satisfacer una o varias de las siguientes funciones:

- Delimitar los carriles de circulación.
- Separar los sentidos de circulación.
- Indicar el borde de la calzada.
- Delimitar las zonas excluidas a la circulación de vehículos.
- Reglamentar la circulación, especialmente el adelantamiento, la parada y el estacionamiento.
- Completar o precisar el significado de señales verticales o semáforos.
- Repetir o recordar una señal vertical.

- Permitir los movimientos indicados.
- Anunciar, guiar y orientar a los usuarios.

La señalización horizontal cumple con las prescripciones descritas en la Instrucción 8.2-IC “Marcas viales” del Ministerio de Fomento y los códigos utilizados están de acuerdo con los allí empleados. Estos códigos definen las dimensiones de las marcas viales a utilizar.

La señalización horizontal al colocar en las diferentes vías proyectadas, a través de las marcas viales, constituir una ayuda para los usuarios de estas contribuyendo a mejorar la circulación.

En el *Anejo Nº 17: Señalización, balizamiento y defensas* se describen las marcas viales utilizadas en el presente proyecto.

14.3. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

La señalización vertical persigue tres objetivos:

- Aumentar la seguridad de la circulación.
- Aumentar la eficacia de la circulación.
- Aumentar la comodidad de la circulación.

El diseño de la señalización vertical a disponer en el tramo proyectado se ha realizado siguiendo los criterios definidos en la Instrucción 8.1-IC, según se ha mencionado anteriormente.

En el *Anejo Nº 17: Señalización, balizamiento y defensas* se describen las señales verticales empleadas en el presente proyecto, y su ubicación en el *Documento Nº2: Planos*.

14.4. BALIZAMIENTO.

Se puede definir balizamiento como “el conjunto de elementos que delimitan la calzada o alguna de sus partes que impiden o encauzan físicamente la circulación de vehículos en la misma y/o en determinados tramos”.

Existen distintos elementos de balizamiento, hitos de arista, captafaros, hitos de vértice, balizas cilíndricas, etc. Los elementos de balizamiento proyectados son captafaros, en concreto, captafaros de barrera.

14.5. DEFENSAS.

Las barreras de seguridad son elementos esenciales en la viabilidad de las carreteras, pues afectan directamente a la seguridad del usuario. En función de la velocidad que se pueda llegar a desarrollar, se diseñan las barreras de seguridad de forma que tengan la suficiente longitud y altura como para favorecer la reentrada a la calzada del vehículo que se ha salido de la vía.

Si bien la misión de las barreras de seguridad es impedir que un vehículo pueda chocar con algo más peligroso que la propia barrera, la colisión con la barrera de seguridad produce un daño en el vehículo y sus ocupantes, que a veces puede resultar muy grave. En base a lo anterior y a criterios de economía, la norma O.C. 35/2014 se instalarán barreras de seguridad en estos dos supuestos:

- Cuando haya zonas en las que se detecte, como consecuencia de la presencia de obstáculos, desniveles o elementos de riesgo próximos a la calzada, la probabilidad de que se produzca un accidente normal, grave o muy grave y haya que descartar al no ser posibles técnica o económicamente alguna de las soluciones alternativas previstas en el apartado 2.1 “Consideraciones previas” de esta misma norma.
- Zonas cuya protección haya sido incluida entre las medidas correctoras derivadas de una Declaración de Impacto Ambiental (como lagos, humedales, cursos de agua, yacimientos arqueológicos, etc.), aun cuando no haya un obstáculo o desnivel en las proximidades del borde de la calzada.

Se ha tenido en cuenta especialmente el punto 4 de esta norma “Criterios de empleo de las barreras de seguridad y pretilas” para definir la instalación de barreras de seguridad pertinentes. Este último punto engloba los distintos casos de aplicación de sistemas de contención que para este caso se darán fundamentalmente en las medianas, márgenes de la carretera, cursos de agua y obstáculos fijos.

Por otra parte, de acuerdo con la misma norma O.C. 35/2014 que mantiene los criterios de la antigua Orden Circular 321/95 T. y P. sobre "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos", la necesidad de la implantación de barreras de seguridad se evalúa en función de la gravedad del accidente que se trata de evitar. Así, se clasifican en tres grupos: Accidente normal, grave y muy grave.

Así mismo, de conformidad con lo establecido en la Orden Circular 35/2014 deben considerarse anulados todos los criterios de instalación y disposición específicos de las barreras de seguridad señaladas en las “Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos”, aprobadas por la Orden Circular 321/95 T. y P. En lo que a barreras de seguridad metálicas se refiere se ha tenido en cuenta el Catálogo anexo de la O.C.

28/09, aunque esté derogada por la O.C. 35/2014, ya que sus criterios, así como nomenclatura siguen siendo de utilidad a día de hoy.

14.5.1. Criterios de instalación.

La selección del nivel de contención de una barrera de seguridad se efectuará atendiendo a las circunstancias propias de cada tramo (tráfico, trazado, gravedad del accidente a evitar).

Las características de la vía junto con la tipología de los accidentes que puedan producirse, determinan la inclusión de éstos entre lo definido como "accidente normal" y “accidente grave”, realizándose el estudio de su implantación para los siguientes casos:

- Choque con obstáculos, árboles o postes, de más de 15 cm. de diámetro.
- Choque con carteles de señalización cuyo poste no esté provisto de un fusible estructural que permita su fácil desprendimiento o abatimiento ante un impacto.
- Choque muros o con elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno más de 7 cm
- Paso por cunetas trapeziales de más de 15 cm de profundidad, excepto las denominadas “de seguridad”.
- Zonas cuyos cambios de inclinación transversal no se haya suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1% de variación de dicha inclinación.
- Terraplenes de altura superior a 3 m.
- Choque que pueda producir daños graves en elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.

Se instalará la barrera de seguridad siempre que la distancia entre el borde de la calzada y los obstáculos anteriormente descritos sea inferior a 14 metros.

La elección del tipo concreto de barrera de seguridad se efectuará atendiendo a las ventajas e inconvenientes que presentan los diferentes modelos. Se tendrá en cuenta, especialmente:

- El funcionamiento y comportamiento de cada sistema.
- El coste de implantación y conservación.
- Las condiciones del terreno para su cimiento y, en su caso, del anclaje.
- El espacio disponible, incluso para una eventual deformación del sistema.

14.5.2. Sistema de contención adoptado.

Por todo ello, una vez seleccionado el nivel de contención, se optará por las barreras de seguridad que a continuación se definen:

Tabla 28. Sistema de contención adoptado

TIPO	CARACTERÍSTICAS	ANCHO DE TRABAJO / DEFLEXIÓN DINÁMICA	COLOCACIÓN
BMSNA2/C	Metálica simple con separador	W4/1,1 m (contención normal)	Margen carretera
BMDNA2/T	Metálica doble con separador	W5/1,6 m (Contención alta)	Mediana

En cuanto al índice de severidad de impacto (cualidad de un sistema que cuantifica el daño sufrido en el interior del habitáculo de un vehículo que impacta contra un sistema de contención) de los modelos de barreras escogidos deberá ser de mínimo “B”, siendo preferibles los “A”, y no aceptándose sistemas de contención con índices “C”, por no garantizar la seguridad de los ocupantes en caso de accidente y por estar prohibida su instalación en los países de la UE. Además, será obligatorio que todos los sistemas de contención de vehículos que se instalen posean el marcado CE de seguridad, que indica que cumple de acuerdo a lo establecido en la norma armonizada UNE EN-1317.

15. INTEGRACIÓN AMBIENTAL.

Para el encuadre medioambiental de la zona se ha consultado el catálogo de espacios naturales protegidos de la Red Natura 2000, el cual aporta los diferentes espacios considerados como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA); también se han consultado los Espacios Naturales de Andalucía y las Reservas de la Biosfera.

Del análisis realizado se deduce que no existe ningún espacio natural protegido en el entorno inmediato del ámbito del proyecto.

De igual forma, se ha consultado el Inventario de Vías Pecuarias de la Junta de Andalucía, habiéndose determinado junto a las parcelas objeto de estudio transcurre la vía pecuaria:

Tabla 29. Vías pecuarias según Plan de Recuperación y Ordenación de la Junta de Andalucía (B.O.J.A. nº 74)

CÓDIGO	NOMBRE	AL (m)	UG	UP	UE
41091004_05	Cañada Real del Bodegón de las Cañas o de Córdoba a Sevilla	75	0	3	0

AL: Anchura legal
UG: Uso Ganadero
UP: Uso Público
UE: Uso Ecológico

0= Uso no contemplado
1= 1º Nivel de prioridad
2= 2º Nivel de prioridad
3= 3º Nivel de prioridad

En cuanto a la flora, la vegetación actual de la zona dista mucho de esta vegetación potencial. En la actualidad los bosques de encinas en la provincia de Sevilla son casi inexistentes. En todo el entorno de la ciudad de Sevilla los terrenos se han deforestado en su totalidad para la dedicación exclusiva de la agricultura intensiva.

Para el caso de la fauna se incluye una relación de especies no catalogadas cuya presencia en la zona de estudio es más que probable:

Tabla 30. Inventario de especies de aves

ESPECIES SIN FIGURA DE PROTECCIÓN			
GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PRESENCIA
AVES	Columba livia	paloma bravía	Obs
	Streptopelia decaocto	tórtola turca	Obs
	Streptopelia turtur	tórtola común	Psg
	Corvus monedula	grajilla	Obs
	Sturnus vulgaris	estornino pinto	Psg
	Sturnus unicolor	estornino negro	Obs
	Passer domesticus	gorrión común	Obs
	Serinus serinus	verdecillo	Obs
	Carduelis chloris	verderón	Obs
	Carduelis carduelis	jilguero	Obs
	Carduelis cannabina	pardillo común	Obs
	Melospittacus undulatus	periquito	Obs
	Serinus canaria	canario	Obs
	Miliaria calandra	triguero	Obs
ANFIBIOS Y REPTILES	Rana perezi	rana común	Obs
	Mauremys leprosa	galápago leproso	Obs
	acerta lepida	lagarto ocelado	Obs
INSECTOS	Blatta orientalis	Cucaracha común	Obs
	Blattella germanica	Cucaracha rubia	Obs
	Periplaneta americana	Cucaracha voladora	Obs
MAMÍFEROS	Rattus norvegicus	rata de alcantarilla	Obs
	Rattus rattus	rata de campo	Obs
	Mus musculus	ratón común	Obs
	Sylvaemus sylvaticus	ratón de campo	Ppr

ESPECIES SIN FIGURA DE PROTECCIÓN			
GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	PRESENCIA
	Talpa europaea	topo común	Ppr
	Elyomys quercinus	lirón careto	Psg
	Mesocricetus auratus	hamster	Psg
	Felis silvestris catus	gato doméstico	Obs
	Canis familiaris	perro	Obs
	Equus mulus	Mula	Obs
	Equus caballus	Caballo	Obs

No obstante, se han establecido, a nivel general, una serie de medidas correctoras para paliar el impacto ambiental de las obras, las cuales se centran en impactos sobre la atmósfera, el ruido y vibraciones, el suelo (geología e hidrología), la vegetación, la fauna, el medio físico, el medio socioeconómico y el medio paisajístico y patrimonial

El encuadre ambiental realizado y las medidas correctoras propuestas se exponen con mayor grado de detalle en el *Anejo Nº18: Integración ambiental*.

16. OBRAS COMPLEMENTARIAS.

Los trabajos relacionados con las obras complementarias son aquellos relativos a:

- Urbanización. (Isletas y obra civil).
- Limpieza y terminación de las obras.

16.1. URBANIZACIÓN.

16.1.1. Isleta en glorieta y acceso.

Se ejecutará la remodelación de la glorieta, en cuya parte central y en el acceso del Ramal 06 (Carretera de Brenes desde Sevilla) se materializarán una serie de isletas. Dichas isletas estarán formadas por un bordillo que generará un espacio interno que será rellenado con hormigón impreso; finalmente, la superficie resultante será pintada con pintura verde. En el centro de las glorietas proyectadas se dejará un primer tramo, junto al bordillo, relleno de hormigón y pintado de verde, y la parte central será rellenada con tierra vegetal procedente de las excavaciones realizadas, con objeto de proceder a la integración ambiental de las obras.

16.1.2. Instalaciones obra civil (electrificación).

Será necesario dotar a la intersección de una red de canalizaciones que permitan la distribución de la energía eléctrica necesaria para alimentar los semáforos y los dispositivos de señalización ferroviaria, que habrá que disponer para la posterior puesta en servicio de la Línea 3 del Metro.

16.2. LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

Según la Orden Circular 15/2003 sobre Señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras, se indica que una vez terminada la obra, y antes de su recepción provisional, se procederá a su limpieza general.

La fase de limpieza y terminación de las obras es crucial para asegurar la funcionalidad, seguridad y estética de la remodelación de una glorieta interurbana con paso ferroviario. Las actuaciones necesarias en esta etapa son las siguientes:

1. Limpieza general de la zona de obra. Consistirá en:

- Retiro de escombros: Se eliminarán todos los restos de materiales de construcción, escombros y basura generados durante la obra.
- Barrido y limpieza de superficies: Se procederá a barrer y limpiar todas las superficies, incluyendo calzadas, aceras y áreas verdes.
- Limpieza de drenajes y alcantarillas: Se asegurarán de que todos los sistemas de drenaje y alcantarillado estén despejados y funcionando correctamente para evitar inundaciones.
- Limpieza de vías: tanto de la infraestructura ferroviaria como de la calzada.
- Despeje y acondicionamiento de los caminos de obra, nivelando, compactando y perfilando el terreno.

2. Trabajos en áreas verdes y paisajismo. Se llevarán a cabo las siguientes tareas:

- Plantación de vegetación: Se realizará la plantación de árboles, arbustos, césped y flores según el diseño paisajístico del proyecto.
- Instalación de sistemas de riego: Se asegurará que los sistemas de riego estén correctamente instalados y funcionando para mantener la vegetación.
- Mantenimiento de jardinería: Se recortará el césped y arbustos, se eliminarán las malas hierbas y se asegurará que todas las plantas estén en buen estado.
- Perfilado y revisión de taludes en terraplenes, desmontes y en el revestimiento de los taludes con tierra vegetal.

3. **Elementos provisionales.** Se retirarán barreras, señalización temporal y otros elementos provisionales utilizados durante la construcción.
4. **Comprobación general.** Se comprobará:
 - La calzada: El estado de la misma, tanto del firme como de la señalización horizontal.
 - Las infraestructuras: como pueden ser el alumbrado dispuesto, la señalización, semáforos, etc.

17. COORDINACIÓN CON ORGANISMOS.

Con el fin de conocer el alcance de estas afecciones, su reposición, así como recabar toda la información sobre determinados aspectos de las obras se ha procedido a establecer contactos con todos y cada uno de los propietarios de los servicios e instalaciones.

A continuación, se relacionan los organismos y administraciones de las cuales se ha solicitado información, de acuerdo con las necesidades del Proyecto:

- Ayuntamiento de Sevilla.
- Diputación de Sevilla.
- Consejería de Turismo, Cultura y Deporte. Delegación Territorial.
- Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda. Servicio de Carreteras.
- Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda. Empresa Pública de Suelo de Andalucía (EPSA).
- Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda. Consorcio de Transportes Metropolitano de Sevilla.
- Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Delegación Territorial.
- Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Delegación Territorial.
- Jefatura Provincial de Tráfico de Sevilla (DGT).
- Empresa Municipal de Aguas de Sevilla (EMASESA).
- ENDESA.
- Red Eléctrica de España.
- IBERDROLA.
- CORREOS TELECOM.
- MOVISTAR.
- VODAFONE ESPAÑA S.A.U.
- ORANGE.

- JAZZTEL.
- NATURGY IBERIA, S.A.
- ENAGAS.
- REPSOL YPF.
- EXOLUM CORPORATION, S.A.

La información en forma de respuesta de dichos organismos se ha obtenido a partir del Proyecto: “Actualización y adaptación del Proyecto Constructivo de la Línea 3 del Metro de Sevilla. Tramo I: Pino Montano – Prado de San Sebastián”, el cual se indica en los antecedentes.

18. EXPROPIACIONES.

Para la correcta ejecución de las obras contenidas en el presente Proyecto, se definen tres tipos de afección: la expropiación por ocupación permanente, la imposición de servidumbres y la ocupación temporal.

18.1. OCUPACIÓN PERMANENTE.

Se expropia el pleno dominio de las superficies que ocupen la explanación de la línea férrea, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él y, en todo caso, las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de Obras, en especial las contenidas en el TÍTULO IV, CAPÍTULO III de la Ley 9/2006, de 26 de diciembre, de Servicios Ferroviarios de Andalucía, relativo a las limitaciones a la propiedad.

La fijación de la línea perimetral de la expropiación con relación a la arista exterior de la explanación queda estrictamente definida en los planos parcelarios que forman parte presente Anejo. Dicha línea perimetral se establece en función de los siguientes parámetros:

- La calificación fiscal de los terrenos afectados.
- Las características topográficas de los mismos.

En suelo clasificado como urbano consolidado por el correspondiente planeamiento urbanístico, las distancias establecidas para la protección de la infraestructura ferroviaria serán de cinco metros para la zona de dominio público y de ocho metros para la de protección, contados en todos los casos desde las aristas exteriores de la explanación. Dichas distancias podrán ser reducidas por la Consejería competente en materia de transportes,

siempre que se acredite la necesidad de la reducción, la inexistencia de afección negativa a la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, y no se ocasione perjuicio a la regularidad, conservación y el libre tránsito del ferrocarril. En ningún caso, la distancia correspondiente a la zona de dominio público puede ser inferior a dos metros garantizando en todo caso la seguridad.

Los criterios finalmente adoptados para la fijación de los límites de expropiación quedan definidos a continuación:

- Tramos en superficie y una franja a 5 metros del borde exterior de la traza en terrenos urbanos.
- Viales nuevos y una franja a 5 metros del borde exterior en terrenos urbanos.
- Tramos en superficie y una franja a 8 metros del borde exterior de la traza en terrenos de uso agrícola.
- Viales nuevos y una franja a 8 m del borde exterior en terrenos rústicos.
- Elementos emergentes de la traza, las estaciones, bocas de acceso y castilletes de ascensores, se expropia la zona ocupada y una franja a 2 metros del borde exterior de la misma.
- Salidas de emergencia, se expropia la zona ocupada por las trampillas de las salidas de emergencia y una franja a 2 metros del borde exterior de la misma.
- Pozos de ventilación, se expropia la zona ocupada por la rejilla de ventilación y una franja a 2 metros del borde exterior de la misma.
- Arquetas de las acometidas asociadas a los pozos de bombeo, se expropia la zona ocupada por las arquetas y una franja de 2 metros del borde exterior de la misma.
- Arquetas nuevas, no las desplazadas de una ubicación a otra, asociadas a los servicios existentes, se expropia la zona ocupada por las arquetas y una franja de 2 metros del borde exterior de la misma.
- Centros de transformación desplazados, se expropia la zona ocupada por los centros de transformación y una franja de 2 metros del borde exterior de la misma.

A la hora de aplicar los criterios anteriormente expuestos para definir los límites de expropiación, se ha tenido en cuenta la proximidad de los denominados “límites impuestos” (carreteras, vías, etc), que en algunos casos serán los que realmente definan hasta dónde se debe expropiar.

La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros anteriormente expuestos afecta a una superficie de 12.082,70 m², de los cuales 4.960,63 m² (41,05%) están clasificados

como dominio público, 355,89 m² están clasificados como suelo urbano (2,95%) y los 6.766,18 m² (56%) restantes corresponden a superficies agrarias improductivas.

El desglose de las superficies objeto de expropiación en este tramo se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 31. Superficies a expropiar

TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIES A EXPROPIAR			
	SUELO URBANO (m ²)	DOMINIO PÚBLICO (m ²)	SUELO AGRARIO (m ²)	TOTAL (m ²)
SEVILLA	355,89	4.960,63	6.766,18	12.082,70

18.2. IMPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES.

Se define como imposición de servidumbre, las correspondientes franjas de terreno sobre las que es imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del inmueble.

En el presente proyecto se han incluido las servidumbres generadas por la instalación de servicios (líneas eléctricas y redes de telecomunicaciones de la DGT.).

Estas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable, en función de la naturaleza u objeto de la correspondiente servidumbre, concretándose las mencionadas imposiciones de servidumbre, mediante el oportuno grafiado con la trama correspondiente determinada para este fin, en los respectivos planos parcelarios que forman parte de este anejo de expropiaciones para este proyecto.

18.3. OCUPACIÓN TEMPORAL.

Se definen de este modo aquellas franjas de terreno que resulta estrictamente necesario ocupar para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras contenidas en el proyecto y por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de las mismas.

No se producen Ocupaciones Temporales en este Proyecto.

18.4. COSTE DE EXPROPIACIÓN.

De la aplicación de los precios unitarios adoptados a las superficies afectadas para los diferentes tipos de aprovechamiento y demás circunstancias, se obtienen los valores parciales y totales de dichas afecciones.

Tabla 32. Coste total de expropiación de las superficies afectadas

C-INE	REFERENCIA CATASTRAL	POLIGONO	PARCELA	TIPO	USO	APROVECHAMIENTO	ÁREA AFECTADA [m ²]	PRECIO UNITARIO (€/m ²)	PRECIO TOTAL (€)
410917-01	7272101TG347780001XE	-	-	Urbano	Suelo sin edificar	-	47,44	21,60	1.024,66
410917-02	41900A0090900800001X	009	9008	Rústico	Agrario	VT Vía de comunicación de Dominio Público RONDA NORTE (SEVILLA)	3.849,62	0,00	-
410917-03	41900A0090900500001K	009	9005	Rústico	Agrario	HG Hidrografía Natural NUEVO CAUCE TAMARGUILLO (SEVILLA)	147,68	0,00	-
410917-04	41900A0090900100001T	009	9001	Rústico	Agrario	VT Vía de comunicación de Dominio Público CARRETERA A8005 (SEVILLA)	963,32	0,00	-
410917-05	41900A0100900500001A	010	9005	Rústico	Agrario	Improductivo	1.228,58	1,75	2.150,01
410917-06	41900A0100901200001Q	010	9012	Rústico	Agrario	Improductivo	5.537,60	1,75	9.690,81
410917-07	7671904TG3476N0001ZQ	-	-	Urbano	Suelo sin edificar	-	308,45	21,60	6.662,61
									19.528,09

Las afecciones 410917-02, 410917-03 y 410917-04, no se consideran superficies a expropiar al pertenecer directamente a las administraciones públicas (Dominio Público), por tanto, el coste total de expropiación es de **DIECINUEVE MIL QUIENTOS VEINTIOCHO EUROS con NUEVE CÉNTIMOS (19.529,09 €)**.

En el Documento Nº2: Planos: se identifican las parcelas afectadas.

19. REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.

En la zona afectada por dichas obras se han identificado varios servicios afectados por la ejecución de las obras de las diferentes Compañías u Organismos. En la Tabla 33 se muestran dichos servicios afectados:

Tabla 33. Servicios afectados por la ejecución de las obras

TIPO DE INSTALACIÓN	COMPañÍA / ORGANISMO	SERVICIO AFECTADO ENCONTRADO
Saneamiento	EMASESA	NO
Abastecimiento		NO
Eléctrica	Endesa Distribución Eléctrica	Alta tensión NO
		Media y Baja tensión SÍ
Suministro de gas	NEDGIA	SÍ
Telecomunicaciones	Telefónica	SÍ
	Vodafone/ONO	NO
	Citynet	NO
	GTD	NO
	Orange	NO
	Jazztel	NO
	PTV Telecom	NO
Alumbrado Público	Ayuntamiento de Sevilla	SÍ
Semáforos		NO
Red neumática de residuos	LIPASAM	NO
Cámaras de vigilancia tráfico	Dirección General de Tráfico (DGT)	SÍ

En el Anejo Nº 24: Reposición de servicios afectados se detallan las características de las reposiciones a llevar a cabo.

En el Documento Nº2: Planos, se recogen los planos de reposiciones de servicio, con la localización de los servicios existentes y la propuesta de reposición llevada a cabo.

20. PLAN DE OBRA.

Las actividades más importantes correspondientes a la ejecución de las obras objeto del presente proyecto son las siguientes:

- Trabajos previos.
- Movimiento de tierras.
- Firmes y pavimentos.
- Drenaje.
- Señalización, balizamiento y defensas.
- Soluciones al tráfico.
- Integración ambiental.
- Obras complementarias.
- Reposición de servicios.
- Gestión de residuos.
- Seguridad y salud.

De acuerdo a la programación desarrollada para las obras, se estima un plazo de ejecución de **DOCE (12) MESES**.

El plazo de garantía de las obras será de **UN (1) AÑO**.

En el *Anejo N° 25: Plan de obra*, se recoge el Diagrama de Gantt desarrollado, así como el flujo y coste mensual y acumulado de la obra.

21. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.

El proyecto se engloba en el siguiente grupo:

- Grupo G) Viales y pistas.
 - Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas.
 - Categoría 4.

En el *Anejo N° 26: Clasificación del contratista* se detallan los aspectos normativos por los que se establece la clasificación del contratista que debe ejecutar las obras.

22. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.

En el *Anejo N°27: Justificación de Precios* se detallan las consideraciones que se han tenido en cuenta para el establecimiento de los precios unitarios de las distintas unidades nuevas de obra. Para ello, se ha tomado como punto de partida la Base de Referencia del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible MTMS de 2022.

A su vez, en dicho anejo se justifica el porcentaje de costes indirectos a considerar en el proyecto, el cual es del 6%.

23. REVISIÓN DE PRECIOS.

En el *Anejo N° 29: Revisión de precios* se establece la fórmula de revisión de precios para el proyecto, proponiéndose la fórmula nº 141: Construcción de carreteras con firmes de mezclas bituminosas:

$$K_t = 0,01 \cdot \frac{A_t}{A_o} + 0,05 \cdot \frac{B_t}{B_o} + 0,09 \cdot \frac{C_t}{C_o} + 0,11 \cdot \frac{E_t}{E_o} + 0,01 \cdot \frac{M_t}{M_o} + 0,01 \cdot \frac{O_t}{O_o} + 0,02 \cdot \frac{P_t}{P_o} + 0,01 \cdot \frac{Q_t}{Q_o} + 0,12 \cdot \frac{R_t}{R_o} + 0,17 \cdot \frac{S_t}{S_o} + 0,01 \cdot \frac{U_t}{U_o} + 0,39$$

Siendo:

- A: aluminio.
- B: materiales bituminosos
- C: cemento
- E: energía
- F: focos y luminarias
- L: materiales cerámicos
- M: madera
- O: plantas
- P: productos plásticos
- Q: productos químicos
- R: áridos y rocas
- S: materiales siderúrgicos
- T: materiales electrónicos
- U: cobre
- V: vidrio
- X: materiales explosivos

24. GESTIÓN DE RESIDUOS.

En el *Anejo N°30: Gestión de Residuos* se establecen las medidas para la gestión de residuos de construcción y demolición en cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la

producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición. A tal efecto, se han analizado las tipologías de residuos susceptibles de ser generados durante la ejecución de las obras y se han estimado las cantidades que se generarán, todo ello de acuerdo a las características fundamentales de las actuaciones a llevar a cabo.

De esta forma, se ha obtenido un importe para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados durante las obras de DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con VEINTIDÓS CÉNTIMOS (19.441,22 €).

25. VALORACIÓN DE ENSAYOS.

En el *Anejo Nº31: Valoración de ensayos* se incluye una relación exhaustiva de los tipos y frecuencia de ensayos a realizar durante la ejecución de las diversas fases de la obra. Estos podrán ser incrementados o disminuidos en función de los problemas de los materiales y de la obra.

Los ensayos a realizar se refieren a las unidades más usuales y que, por otra parte, suponen la mayor dedicación de los equipos de Control de Calidad.

Para el cumplimiento de las funciones de Control de Calidad se instalará a pie de obra y en lugar adecuadamente elegido una Oficina Técnica permanente dotada de los elementos materiales indispensables para ejercer una supervisión eficaz y que se denominará Unidad de Control de Calidad, con funciones de Oficina Técnica, Control Topográfico y Supervisión y Vigilancia.

Como resumen, 'I Los ensayos de Recepción poseen un PEM valorado en TRECE MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (13.949,64 €), equivalente al 0,82% del PEM, por lo que correrá a cargo del Contratista.

26. SEGURIDAD Y SALUD.

En cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 se ha desarrollado el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud para las obras, el cual se incluye como *Documento Nº5: Estudio de Seguridad y Salud*, y que está compuesto por:

- Documento Nº5.1: Memoria del Estudio de Seguridad y Salud
- Documento Nº5.2: Planos del Estudio de Seguridad y Salud
- Documento Nº5.3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Estudio de Seguridad y Salud

- Documento Nº5.4: Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud

En base al análisis realizado en dichos documentos sobre los riesgos existentes en las obras sobre las que trata el presente proyecto y las medidas a adoptar para su prevención, se ha obtenido un Presupuesto de Ejecución Material para la prevención de riesgos laborales en la obra que asciende a la cantidad de **CUARENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS (46.381,62 €)**.

27. PRESUPUESTO.

De acuerdo con las mediciones realizadas en el *Documento Nº4*, y por aplicación de los precios justificados en el *Anejo Nº27: Justificación de Precios*, se ha calculado el Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto de Terminación. Añadiendo a éste un 13% de gastos generales y un 6% en concepto de beneficio industrial se ha obtenido el presupuesto Base. Por último, se ha incrementado el IVA correspondiente (21%).

Los diferentes presupuestos obtenidos son los que a continuación se detallan:

Tabla 34. Presupuesto para el conocimiento de la Administración

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	1.407.633,19 €
13,00% Gastos Generales	182.992,31 €
6,00% Beneficio Industrial	84.457,99 €
SUMA DE G.G. y B.I.	267.450,31 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	1.675.083,49 €
21% IVA	351.767,53 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (CON IVA)	2.026.851,02 €
1 % PEM (Patrimonio)	14.076,33 €
Expropiaciones	19.528,09 €
Ensayos de recepción	13.949,64 €
PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADM.	2.074.405,08 €

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) del presente Proyecto a **UN MILLÓN CUATROCIENTOS SIETE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CIECINUEVE CÉNTIMOS (1.407.633,19 €)**

Asciende el Presupuesto Base de Licitación (P.B.L.) sin IVA del presente Proyecto a **UN MILLÓN SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL OCHENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (1.675.083,49 €)**.

Para obtener el Presupuesto de Licitación con IVA se aplica el tipo vigente de éste (21%) sobre el anterior importe, el cual asciende a **DOS MILLONES VEINTISEIS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con DOS CÉNTIMOS (2.026.851,02 €)**.

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración asciende a la expresada cantidad de **DOS MILLONES SETENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS (2.074.405,08 €)**.

Sevilla, junio de 2024

El Ingeniero Autor del Proyecto:



Jesús Oteros Sánchez