

MEMORIA

ÍNDICE

MEMORIA	5		
1. INTRODUCCIÓN	5		
2. DATOS PREVIOS	5		
2.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....	5		
2.2. ANÁLISIS DE LA ORDEN DE ESTUDIO. "ANTEPROYECTO DE ADECUACIÓN, REFORMA Y CONSERVACIÓN DE LA AUTOVÍA A-2. TRAMO: IGUALADA-MARTORELL. P.K. 550,6 AL P.K. 585,5". CLAVE: A0-B-25.....	5		
3. SITUACIÓN ACTUAL	7		
4. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO	8		
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ANTEPROYECTO.....	8		
4.2. ALTERNATIVAS ANALIZADAS.....	9		
4.2.1. TRAMO 1.....	10		
4.2.2. TRAMO 2.....	11		
4.2.3. TRAMO 3.....	12		
4.2.4. TRAMO 4.....	13		
4.3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	13		
4.4. ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO.....	14		
4.4.1. Estudio geológico.....	14		
4.4.2. Estudio geotécnico del corredor.....	16		
4.4.3. Cimentación de estructuras.....	23		
4.4.4. Procedencia de materiales.....	25		
4.5. EFECTOS SÍSMICOS.....	27		
4.5.1. Generalidades.....	27		
4.5.2. Criterios de aplicación de la Norma.....	27		
4.5.3. Acciones sísmicas.....	27		
4.5.3.1. Clasificación de los puentes.....	27		
4.5.3.2. Aceleración sísmica básica.....	27		
4.5.4. Aceleración sísmica de cálculo.....	27		
4.6. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE.....	27		
Drenaje transversal comprobado mediante el modelo hidráulico HEC-Ras.....	34		
Comprobación de las obras de paso.....	34		
4.7. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO.....	36		
4.7.1. Planeamiento.....	36		
4.7.1.1. Recopilación de datos.....	36		
4.7.1.2. Análisis de las afecciones.....	36		
4.7.2. Tráfico.....	37		
4.7.2.1. Caracterización de la red viaria.....	37		
4.7.2.2. Modelo de transportes.....	37		
4.7.2.3. Modelización situación base.....	38		
4.7.2.4. Modelización situación futura.....	39		
4.7.2.5. Categoría de tráfico.....	40		
4.7.2.6. Niveles de servicio.....	40		
4.7.2.7. Análisis de rampas y pendientes.....	41		
4.7.2.8. Microsimulación.....	41		
4.7.2.9. Conclusiones.....	43		
4.8. ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD Y SEGURIDAD VIAL.....	43		
4.8.1. Actuaciones propuestas.....	44		
4.8.2. Conclusiones.....	44		
4.9. TRAZADO GEOMÉTRICO.....	45		
4.9.1. Introducción.....	45		
4.9.2. Criterios y parámetros de diseño.....	45		
4.9.3. Trazado seleccionado. Tronco.....	46		
4.9.3.1. Trazado en planta.....	46		
4.9.3.2. Trazado en alzado.....	48		
4.9.4. Descripción general de los enlaces y accesos a la autovía proyectados.....	49		
4.9.4.1. Enlace 551: Igualada Oeste N-Ila, BV-1038.....	49		
4.9.4.2. Enlaces 554, 555, 557 y 558.....	49		
4.9.4.3. Enlace 561: Castellolí Oeste.....	51		
4.9.4.4. Enlace 564: Castellolí Este – Coll del Bruc N-Ila.....	52		
4.9.4.5. Enlace 569: Coll Del Bruc.....	52		
4.9.4.6. Enlace 571: El Bruc.....	53		
Enlace 576: Esparreguera Norte.....	53		
4.9.4.7. Enlace 580. Esparreguera B-231.....	54		
4.9.4.8. Enlace 581. Olesa.....	54		
4.9.4.9. Enlace 582. B-40.....	55		
4.9.4.10. Enlace 583. Abrera.....	55		
4.9.4.11. Enlace 584. C-55.....	56		
4.9.4.12. Enlace 585.....	56		
4.9.5. Caminos.....	56		
4.9.6. Secciones transversales tipo.....	57		
4.9.6.1. Alineación recta.....	57		
4.9.6.2. Alineación curva.....	57		
4.9.6.3. Vía colectora.....	57		
4.9.6.4. Ramales de enlace.....	57		
4.9.6.5. Glorietas.....	57		
4.9.7. Peraltes.....	57		
4.9.8. Estudio de visibilidad.....	58		
4.10. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	58		
4.10.1. Clasificación y aprovechamiento de los materiales a excavar.....	58		
4.10.2. Procedimientos de excavación previstos.....	58		
4.10.3. Coeficientes de paso.....	58		
4.10.4. Explanada.....	58		
4.10.5. Préstamos, canteras y plantas de suministro.....	59		
4.10.6. Vertederos y Plantas de Gestión de residuos.....	59		
4.10.7. Resumen de movimiento de tierras.....	59		
4.10.7.1. Excavación en tierra vegetal y desbroce del terreno.....	59		
4.10.7.2. Saneos en suelos inadecuados.....	59		
4.10.7.3. Excavación en desmonte.....	59		
4.10.7.4. Excavación en roca.....	60		
4.10.7.5. Rellenos.....	60		
4.10.7.6. Explanada.....	60		
4.10.8. Balance de tierras estimado.....	60		
4.10.8.1. Distancia de transporte.....	60		
4.10.8.2. Diagrama de masas.....	60		
4.11. FIRMES.....	60		
4.11.1. Tráfico.....	60		

4.11.2.	Climatología	61	4.19.1.	Cerramiento	89
4.11.3.	Explanada	61	4.19.2.	Hitos de delimitación de la propiedad	89
4.11.3.1.	Características del cimienta.....	61	4.19.3.	Infraestructura para el sistema SOS.....	89
4.11.3.2.	Configuración de la explanada	61	4.19.4.	Instalaciones	89
4.11.4.	Metodología para comparación de secciones estructurales	61	4.19.5.	Instalaciones en túnel	89
4.11.5.	Selección de secciones estructurales	62	4.19.5.1.	CLASIFICACIÓN DEL túnel SEGÚN RD635/2006.....	89
4.11.5.1.	Paquetes de explanada.....	62	4.19.5.2.	INSTALACIONES EXISTENTES	89
4.11.5.2.	Secciones de firme.....	62	4.19.5.3.	INSTALACIONES A PROYECTAR	90
4.11.5.3.	Pavimentos de hormigón.....	65	4.19.6.	Pasos de mediana	91
4.11.6.	Aprovechamiento de firme. Ensanche de calzada.....	66	4.19.7.	Reordenación de accesos.....	91
4.12.	REORDENACIÓN DE ACCESOS	66	4.19.8.	Vialidad invernal. Áreas de estacionamiento de emergencia	91
4.13.	ESTRUCTURAS.....	69	4.19.9.	Lecho de frenado	92
4.13.1.	Viaductos.....	69	4.19.10.	Zonas de instalaciones auxiliares	92
4.13.1.1.	Justificación de las tipologías propuestas.....	69	4.19.11.	Demoliciones.....	93
4.13.2.	Pasos superiores.....	70	4.19.12.	Traslado de paradas de vehículos de transporte colectivo	93
4.13.3.	Pasos inferiores	70	4.19.13.	Iluminación.....	94
4.13.4.	Obras de drenaje.....	71	4.19.14.	Aceras.....	94
4.13.5.	Muros	71	4.20.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	94
4.13.6.	Falso túnel	73	4.21.	EXPROPIACIONES.....	98
4.13.7.	Actuaciones sobre las estructuras existentes.....	74	4.21.1.	Metodología.....	98
4.13.7.1.	Viaductos.....	74	4.21.2.	Superficies afectadas	99
4.13.7.2.	Pasos superiores	75	4.21.3.	Criterios de valoración	100
4.13.7.3.	Pasos inferiores	75	4.22.	AFECCIONES AL TRÁFICO	100
4.13.7.4.	Protección hidráulica en la Riera de la Magarola en el término municipal de Abrera y Esparraguera	76	4.22.1.	Actuaciones a realizar	100
4.13.8.	Obras de reforma de las estructuras existentes.....	77	4.22.2.	Esquemas de circulación asociados	101
4.14.	TÚNELES.....	78	4.22.2.1.	Ampliación de calzada.....	102
4.14.1.	Adecuación de los túneles existentes	78	4.22.2.2.	Modificación de radio en curvas	102
4.14.2.	Construcción del tercer tubo.....	78	4.22.2.3.	Variantes de trazado	103
4.14.2.1.	Procedimiento constructivo	79	4.22.2.4.	Túneles del Bruc.....	103
4.14.2.2.	Prediseño del tercer tubo del bruc.....	80	4.22.2.5.	Enlaces.....	104
4.14.2.3.	Falsos túneles	80	4.23.	PLAN DE ACTUACIONES	104
4.15.	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	81	4.24.	ESTUDIO DE RENTABILIDAD.....	105
4.15.1.	Señalización horizontal.....	81	4.24.1.	Marco de partida.....	105
4.15.2.	Señalización vertical	81	4.24.2.	Análisis de costes	105
4.15.3.	Balizamiento.....	82	4.24.2.1.	Costes de proyecto.....	105
4.15.4.	Sistemas de contención.....	82	4.24.2.2.	Costes de transporte	106
4.16.	INSTALACIONES Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN	83	4.24.3.	Resultados y conclusiones del análisis	107
4.16.1.	Equipamiento de señalización dinámica y gestión del tráfico. Fibra óptica	83	4.25.	ANÁLISIS MULTICRITERIO	108
4.16.2.	Estaciones de aforo	83	4.25.1.	TRAMO 2.....	108
4.16.3.	Estaciones remotas universales (ERUs)	83	4.25.1.1.	Objetivo territorial.....	108
4.16.4.	Estaciones meteorológicas	83	4.25.1.2.	Objetivo funcional	109
4.16.5.	Control de acceso a túneles	83	4.25.1.3.	Objetivo económico	111
4.16.6.	Paneles de mensajería variable.....	84	4.25.1.4.	Objetivo ambiental.....	111
4.16.7.	Cámaras para el control de tráfico	84	4.25.1.5.	Método Pattern.....	111
4.17.	COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS	84	4.25.1.6.	Análisis de robustez y sensibilidad	111
4.17.1.	Organismos oficiales	84	4.25.1.7.	Conclusiones y propuesta de alternativa	111
4.17.2.	Ayuntamientos	84	4.25.2.	TRAMO 3.....	112
4.17.3.	Compañías suministradoras y concesionarios de servicios	85	4.25.2.1.	Objetivo territorial.....	112
4.18.	REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	85	4.25.2.2.	Objetivo funcional	112
4.19.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	89	4.25.2.3.	Objetivo económico	115
			4.25.2.4.	Objetivo ambiental.....	115
			4.25.2.5.	Método Pattern.....	115

4.25.2.6.	Análisis de robustez y sensibilidad	116
4.25.2.7.	Conclusiones y propuesta de alternativa	116
4.26.	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN.....	116
4.26.1.	Presupuesto de ejecución material.....	117
4.26.2.	Presupuesto de licitación	117
4.26.3.	Presupuesto de inversión.....	117
5.	NORMATIVA APLICADA A LA REDACCIÓN DEL ANTEPROYECTO	118
5.1.	NORMATIVA GENERAL.....	118
5.2.	NORMATIVA TÉCNICA.....	118
5.2.1.	Trazado	118
5.2.2.	Drenaje.....	118
5.2.3.	Geología y geotecnia	119
5.2.4.	Firmes y Pavimentos	119
5.2.5.	Obras de paso: puentes y estructuras.....	119
5.2.6.	Túneles.....	120
5.2.7.	Señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos	120
5.2.8.	Iluminación.....	121
5.2.9.	Sistemas de transporte inteligente (ITS)	121
5.2.10.	Medio ambiente.....	121
5.2.11.	Calidad	123
6.	CUMPLIMIENTO LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO (ARTÍCULOS 231 A 236).	123
7.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO	123
8.	RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	124

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

El Anteproyecto de Adecuación, reforma y Conservación del Corredor Nordeste. Autovía A-2. Tramo: Igualada-Martorell se redacta en cumplimiento de la Orden de Estudio aprobada por la Dirección General de Carreteras con fecha 6 de noviembre de 2017 y sus modificaciones de fechas 5 de julio de 2019 y 28 de octubre de 2020.

Las primeras Autovías gestionadas y financiadas por el Estado y libres de peaje empezaron a ser construidas al comienzo de los años 80 en el marco del Primer Plan General de Carreteras, en una época de austeridad económica, lo que provocó la decisión de aprovechar las carreteras existentes como una de las calzadas de la futura Autovía.

Estas autovías demandan hoy unas actuaciones de mejora y acondicionamiento para que cumplan las nuevas exigencias de seguridad, así como su adecuación, en lo posible, a las diversas normas y recomendaciones de carreteras en vigor, entre ellas, la Norma 3.1-IC, *Trazado*, la Instrucción de Señalización Vertical 8.1-IC, la Instrucción de Drenaje 5.2-IC y la Orden Circular 35/2014, *Criterios de Aplicación de los Sistemas de Contención*. Con ello se debe conseguir que en todo su recorrido puedan ofrecer unos niveles de seguridad y servicio similares y homologables, en la medida de lo razonablemente posible, a los que ofrecen otras autovías y autopistas más modernas.

2. DATOS PREVIOS

En el Anejo 1, *Antecedentes*, se incluye la recopilación y análisis de los documentos antecedentes al Anteproyecto que permitan extraer información de utilidad para el mismo.

Los antecedentes del Anteproyecto se han clasificado en dos tipos, administrativos y técnicos.

2.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

A continuación, se presentan los antecedentes administrativos que dan lugar a la redacción del Anteproyecto:

Documentación administrativa Estudios previos:

- Con fecha 28 de julio de 2006 se aprobó la Orden de Estudio del “Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación del corredor nordeste. Tramo: Igualada-Martorell”. Clave: A0-B-1/06.
- Propuesta de Orden de Estudio del proyecto de construcción “Actuaciones en la A-2 y el enlace con la B-40 en el entorno de Abrera y Esparreguera”.

Ordenes de Estudio del Anteproyecto:

- Con fecha 6 de noviembre de 2017 se aprobó una nueva Orden de Estudio del “Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2, del Nordeste. Tramo: Igualada-Martorell.”. Clave: A0-B-25.
- Con fecha 5 de julio de 2019 se aprobó la modificación 1 de la Orden de Estudio del “Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2, del Nordeste. Tramo: Igualada-Martorell”. Clave: A0-B-25.
- Con fecha 28 de octubre de 2020 se aprobó la modificación 2 de la Orden de Estudio del “Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2, del Nordeste. Tramo: Igualada-Martorell”. Clave: A0-B-25.

Ordenes de Estudio del Proyecto de *Mejora de la Conexión entre la A-2 y la B-40*. Proyecto situado en el mismo ámbito y con el que se coordina el presente Anteproyecto:

- Con fecha 14 de febrero de 2018 se aprobó la Orden de Estudio del “Proyecto de Construcción: Mejora de la conexión entre la A-2 y la B-40. Término Municipal de Abrera. Fase 1” Provincia de Barcelona. Clave: 33-B-5070.
- Con fecha 9 de septiembre de 2019 se aprobó la modificación de la Orden de Estudio del “Proyecto de Construcción: Mejora de la conexión entre la A-2 y la B-40. Término Municipal de Abrera. Fase 1” Provincia de Barcelona. Clave: 33-B-5070.
- Con fecha 13 de mayo de 2020 se aprobó la segunda modificación de la Orden de Estudio del “Proyecto de Construcción: Mejora de la conexión entre la A-2 y la B-40. Término Municipal de Abrera. Fase 1” Provincia de Barcelona. Clave: 33-B-5070.

Tramitación ambiental:

- Con fecha 12 de septiembre de 2018, se emite la Resolución de la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, por la que se formula el Documento de Alcance para la evaluación ambiental del Proyecto “Adecuación, reforma y conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada-Martorell (Barcelona)”.

2.2. ANÁLISIS DE LA ORDEN DE ESTUDIO. “ANTEPROYECTO DE ADECUACIÓN, REFORMA Y CONSERVACIÓN DE LA AUTOVÍA A-2. TRAMO: IGUALADA-MARTORELL. P.K. 550,6 AL P.K. 585,5”. CLAVE: A0-B-25.

Inicialmente en la Orden de Estudio se reflejan los principales antecedentes previos a la misma, explicando brevemente la necesidad de acometer un programa de mejora y acondicionamiento de la autovía A-2 entre Igualada y Martorell en la provincia de Barcelona. Como base de partida para la realización del anteproyecto objeto de la Orden de Estudio, se tomará el anteproyecto ya existente.

Asimismo, el Anteproyecto objeto de la Orden de Estudio servirá de base para la licitación de un contrato de concesión de obra pública, cuyo objeto será la redacción de los proyectos de construcción que deriven de él, la posterior ejecución de las actuaciones incluidas en dichos proyectos, y la conservación y explotación de la autovía por el concesionario hasta el fin del plazo concesional.

Se establece que el objeto es desarrollar, con el grado de detalle exigible a un Anteproyecto, las actuaciones necesarias para la adecuación, reforma y conservación del tramo considerado de la autovía A-2, con el objeto de dotar a dicho tramo, en la medida de lo posible, de los niveles de seguridad y servicio propios de una autovía AV-100 (Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, B.O.E. de 4 de marzo de 2016).

En dicha orden también se indica que se tomará como referencia las actuaciones descritas en el "Anteproyecto de adecuación, reforma y conservación del corredor Nordeste. Tramo: Igualada-Martorell", de clave AO-B-1/06" para el tramo objeto de este estudio, actualizándolas a la normativa vigente y a las actuales condiciones de explotación de la autovía en cuanto a los siguientes apartados:

- Adecuación del trazado, tanto en planta como en alzado, a la Norma 3.1-IC Trazado (B.O.E. de 4 de marzo de 2016), y remodelación de los enlaces para ajustarlos a la normativa vigente.
- Aumento de la sección transversal, mediante la construcción de un tercer carril por sentido, incluyendo las remodelaciones de accesos y vías de servicio necesarias.
- Renovación del firme.
- Variantes de trazado de Can Pala y Castellolí y de los viaductos del Bruc. Nuevo acceso a los túneles del Bruc.
- Actuaciones en estructuras y obras de paso.
- Túneles del Bruc: reperfilado de la sección del túnel del Bruc, en dirección Lleida, para aumentar la sección a tres carriles, y renovación de las instalaciones.
- Adecuación del drenaje longitudinal y transversal.
- Adecuación de la señalización, balizamiento y sistemas de contención.
- Servicios afectados, instalaciones e integración ambiental.

Se establecen como características del proyecto:

Velocidad de proyecto: Como objetivo deseable la velocidad del proyecto de 100 km/h, determinándose esta como conclusión de los estudios técnicos específicos a realizar en el propio Anteproyecto.

Calzada: 11,50 m (tres carriles x 3,5 m) + carriles adicionales (en los casos que sean necesarios por aplicación de la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, B.O.E. de 4 de marzo de 2016). Arcenes exteriores: 2,50 m.

Arcenes interiores: 1,00- 1,50 m (a determinar por el anteproyecto).

Mediana: Se realizará un estudio para determinar el ancho más adecuado para la mediana, en el que se tendrá en cuenta el radio en planta, la visibilidad de parada (considerando los sistemas de contención de vehículos), la posibilidad de incrementar el número de carriles durante el período de vida útil de la carretera (deducida de los niveles de servicio esperados), así como cualquier otra

consideración que pueda influir en dicho estudio (apoyo de estructuras y de señalización, excavaciones y rellenos, drenaje, iluminación, etc.).

Restantes características: Las contenidas en la vigente Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (B.O.E. de 4 de marzo de 2016) para una autovía de velocidad de proyecto la que se deduzca como una de las conclusiones de la redacción del propio anteproyecto.

Además, se indica que se realizará el análisis de la necesidad de construir vías de servicio en los tramos a reordenar los accesos a la autovía, o cuando los datos de tráfico lo recomienden.

Finalmente, se exponen en la Orden de Estudio la programación para la redacción del estudio, estimándose en un plazo de dieciocho meses y el presupuesto aproximado, que de acuerdo con las valoraciones iniciales realizadas por la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña podría ascender a 459.650.000 € (CUATROCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA MIL EUROS), incluyendo el IVA.

Posteriormente, la presente Orden de Estudio ha sido modificada para incorporar una serie de actuaciones adicionales. En la modificación de la Orden de Estudio de fecha 5 de julio de 2019, se establecen las siguientes instrucciones particulares:

1. Revisar el estudio de tráfico llevado a cabo considerando un año horizonte de 20 años en lugar de los 30 años inicialmente previstos.

En el estudio de tráfico se tendrá en cuenta un nuevo escenario como consecuencia de la redistribución del tráfico en la red viaria en el entorno del tramo de la autovía de la A-2 del anteproyecto debido a la futura finalización de la concesión de ACESA en la AP-7 entre Tarragona y La Jonquera y AP-2 entre Zaragoza y el corredor Mediterráneo el 31 de agosto de 2021.
2. Adaptar el estudio de impacto ambiental a la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación ambiental, que establece la exigencia de realizar estudios específicos de naturaleza ambiental que no constituirían el alcance habitual de los estudios de impacto ambiental hasta ese momento.
3. Serán estudiadas las alternativas expuestas en la resolución emitida Dirección General de la Biodiversidad y Calidad Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica por la que se formuló el Documento de Alcance para la evaluación ambiental del anteproyecto.
4. El nivel de definición de las actuaciones que se recojan en el anteproyecto (trazado, drenaje, estructuras, servicios afectados, etc.) debe asegurar la viabilidad de su ejecución y facilitar su desarrollo en futuros proyectos de construcción.
5. Que en el anteproyecto se analice y estudie la división del tramo en subtramos susceptibles de ser desarrollados en posteriores proyectos de construcción como obras completas, incluyendo su posible priorización.

En la modificación de la Orden de Estudio de fecha 28 de octubre de 2020, se establecen las siguientes instrucciones particulares:

1. Se incorporará al anteproyecto el diseño de un tercer tubo en el túnel del Bruc.
2. Se incorporará al anteproyecto las actuaciones necesarias para asegurar un adecuado nivel de servicio en los ramales que conectan la autovía A-2 con la autopista AP-7 en el enlace denominado de la SEAT.

3. SITUACIÓN ACTUAL

La autovía A-2 es una de las seis autovías radiales de España y comunica Madrid con Barcelona pasando por Guadalajara, Zaragoza y Lleida. Es parte del itinerario E-90 de la Red de Carreteras Europeas, por lo que el tipo de tráfico que encontramos es mayoritariamente de largo recorrido. Además, en el ámbito del estudio entre Igualada y Martorell, constituye el principal eje de comunicación entre ambos municipios y facilita las comunicaciones entre las comarcas del interior y las del litoral mediterráneo.

El ámbito de estudio abarca parte de los términos municipales de Abrera, Esparreguera y Collbató, pertenecientes a la comarca del Baix Llobregat, y parte de los términos municipales de Els Hostalets de Pierola, El Bruc, Castellolí, Òdena, Igualada y Jorba, pertenecientes a la comarca de la Anoia.

La sección tipo del tronco actual de la autovía A-2 consta de los siguientes elementos:

- Doble calzada de 2 carriles (3,5 m de ancho de carril), con zonas puntuales de 3 carriles.
- Arcén interior de ancho variable, generalmente con anchura inferior al 1 m.
- Arcén exterior de ancho variable, con anchura en torno a los 2,5 m.
- Mediana de ancho variable (valor representativo 2,0 m).

En la zona intermedia del trazado se encuentran los túneles del Bruc. Las secciones tipo actuales son las siguientes:

Sección tipo túnel “nuevo”, sentido Barcelona-Lleida (Túnel Norte):

- Ancho total de 12,50 m.
- Calzada de 2 carriles (3,5 m de ancho de carril).
- Arcén interior de 1,0 m.
- Arcén exterior de 2,5 m.
- Acera de 1 m.
- Gálibo vertical de 5,5 m.

Sección tipo túnel “viejo”, sentido Lleida-Barcelona (Túnel Sur):

- Ancho total de 11 m.
- Calzada de 3 carriles (3,25 + 3,25 + 3,5 m de ancho de carril).
- Acera interior de 0,5 m.
- Acera exterior de 0,5 m.
- Gálibo vertical de 4,8 m.

A lo largo del tramo objeto del anteproyecto, entre Igualada y Martorell, aparecen un total de 16 enlaces que dan acceso a las diversas poblaciones que atraviesa la autovía, así como permiten la conexión con el resto de la red viaria de la zona:

- E. 551: IGUALADA OESTE
- E. 554: BV-1031
- E. 555: C-37 MANRESA
- E. 557: BV-1106
- E. 559: IGUALADA ESTE
- E. 562: CASTELLOLI OESTE
- E. 563: CASTELLOLI ESTE
- E. 564: COLL DEL BRUC
- E. 570: MONTSERRAT
- E. 572: EL BRUC
- E. 576A: COLLBATÓ
- E. 576: ESPARREGUERA NORTE
- E. 580: B-231
- E. 581: C-1414
- E. 582B: ABRERA
- E. 582A: MANRESA

4. OBJETO Y DESCRIPCIÓN DEL ANTEPROYECTO

El objeto fundamental de las actuaciones contempladas en el Anteproyecto es la mejora de trazado, la ampliación de capacidad y la reordenación de accesos del tramo de autovía A-2 comprendido entre los pp.kk. 555+600 al 585+000.

La autovía A-2 se trata de una autovía que se construyó a principios de los años 90, dentro del plan de conversión en autovías de las antiguas nacionales radiales, en su mayor parte por duplicación de la antigua carretera nacional N-II. La autovía A-2 demanda hoy actuaciones de mejora y acondicionamiento, con el fin de que en todo su recorrido pueda ofrecer niveles de seguridad y servicio similares a las autopistas y autovías más modernas. Asimismo, se ha realizado una actualización a la nueva normativa en vigor, especialmente a lo establecido en la Norma 3.1-IC, *Trazado*, en la Instrucción de Señalización Vertical 8.1-IC, en la Instrucción de Drenaje 5.2-IC y en la Orden Circular 35/2014, *Criterios de Aplicación de los Sistemas de Contención*.

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ANTEPROYECTO

Las principales actuaciones a realizar son los siguientes:

1. Cambio de la sección transversal por una nueva sección de tres carriles por sentido.

Es la principal actuación es la a realizar en el tramo objeto del Anteproyecto. La sección tipo existente en el tronco de la autovía A-2 consta de una doble calzada de 2 (principalmente) y 3 carriles, un arcén interior de ancho variable, un arcén exterior de ancho variable y una mediana de ancho variable.

El elevado tráfico que circula por la autovía hace necesario proyectar una ampliación de la capacidad de la misma pasando de las actuales secciones 2+2 o 2+3 a una nueva sección de doble calzada con, al menos, 3 carriles en cada una de ellas.

La ampliación de carril implica el retranqueo y la reposición de todos los elementos existentes en la zona de ampliación por ambos lados de la autovía (cunetas de terraplén, ampliación de obras de drenaje, servicios afectados, cerramiento, caminos de servicio de la autovía, etc.), así como la revegetación de todos los taludes del tronco de la infraestructura ampliada.

2. Ampliación del radio de curvatura de alguna curva, con la correspondiente modificación en planta del trazado.

Con objeto de mejorar la seguridad y adapta el trazado actual a lo establecido en la Norma 3.1-IC, se realizarán variaciones en el radio de curvatura de aquellas curvas cuyo trazado actual no cumple para la velocidad de proyecto de 100 km/h.

Las rectificaciones de curvas que se han proyectado se sitúan en los siguientes puntos kilométricos:

- Entre p.k. 551+299 y p.k. 552+319
- Entre p.k. 552+801 y p.k. 553+329
- Entre p.k. 554+086 y p.k. 555+060
- Entre p.k. 579+897 y p.k. 581+925

3. Variantes de trazado.

Cuando no ha sido posible rectificar el trazado con modificaciones puntuales, ha sido necesario proyectar variantes al trazado actual, con objeto de mantener un trazado homogéneo y de esta forma garantizar las condiciones de seguridad en todo el tramo.

En el tramo objeto del Anteproyecto, se tienen 3 variantes en el trazado actual de la autovía, la variante de Can Palà y Castellolí, la variante de los viaductos del Bruc y la variante de Collbató

- Variante de Can Palà y Castellolí: Esta variante discurre desde el P.K 556+800 hasta el P.K 561+700, con una longitud de 4.900 m.
- Variante de los viaductos del Bruc: Esta variante se inicia en el P.K 565+900 y termina en el P.K 568+200, con una longitud total de 2.300 m.
- Variante de Collbató: Esta variante se inicia en el P.K 570+000 y termina en el P.K 575+300, con una longitud total de 5.300 m.

4. Adecuación de los enlaces existentes para mejorar su funcionalidad.

Se ha realizado un análisis de los enlaces actuales adaptando su tipología cuando ha sido necesario para mejorar su funcionalidad. Asimismo, algunas entradas y salidas de la autovía se han eliminado con objeto de cumplir las distancias que establece la Norma 3.1-IC y mejorar la seguridad en la autovía.

Se proyectan un total de 16 enlaces que se enumeran a continuación:

- Enlace 551: Igualada oeste N-IIa, BV-1038
- Enlace 554: Igualada – Prats de Rei BV-1031
- Enlace 555: Igualada – Òdena C-37
- Enlace 557: Igualada este BV-1106
- Enlace 558: Vilanova i la Geltrú – Manresa C-15
- Enlace 561: Castellolí oeste
- Enlace 564: Castellolí este – Coll del Bruc

- Enlace 569: Coll del Bruc
- Enlace 571: El Bruc
- Enlace 576: Esparreguera norte
- Enlace 580. Esparreguera
- Enlace 581. Olesa
- Enlace 582. B-40
- Enlace 583. Abrera
- Enlace 584. C-55
- Enlace 585. Final de actuación.

Asimismo, con objeto de reordenar los accesos para redistribuir los tráficos, separar los flujos de corto y largo recorrido y mejorar la circulación y la seguridad vial, se han proyectado vías de servicio y vías colectoras distribuidoras, en ambas márgenes de las calzadas, entre los distintos enlaces.

5. Túneles del Bruc.

En la zona correspondientes a los túneles del Bruc se proyecta un tercer tubo en mina de 725 m de longitud.

Tras la elaboración del Estudio de tráfico para determinar los tráficos futuros de la autovía, se ha realizado un análisis de riesgo de los túnel de Bruc, obteniéndose valores para el índice de riesgo de los dos tubos existentes que no se consideran compatibles con la seguridad en el año horizonte.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el Anteproyecto se proyecta un nuevo tubo (tercer tubo) de 3 carriles sentido Lleida, quedando los dos tubos existentes para dar servicio sentido Barcelona, en este caso, con dos carriles cada uno de ellos.

Adicionalmente, en la misma calzada del tercer tubo se proyecta un Falso túnel de 265,17 m de longitud, entre los pp.kk. 1+250 y 1+515,17 del Eje 4.

4.2. ALTERNATIVAS ANALIZADAS

Con fecha 12 de septiembre de 2018, se emite la Resolución de la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, por la que se formula el Documento de Alcance para la evaluación ambiental del Proyecto “Adecuación, reforma y conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada-Martorell (Barcelona)”.

En lo que respecta a las alternativas a evaluar, la citada Resolución establece lo siguiente:

- En la zona que atraviesa el espacio natural Montserrat-Roques, se deberá realizar un análisis de alternativas para los viaductos del Bruc, y para los diferentes accesos proyectados, tal y como indicó la Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural.
- Asimismo, se realizará un análisis de alternativas para el tramo que atraviesa el núcleo urbano de Collbató, dada la afectación a la población, teniendo en cuenta las solicitudes realizadas por este Ayuntamiento: soterramiento del trazado a su paso por el núcleo urbano, construcción de una variante que evite su paso por la población, intervención únicamente en los puntos críticos de siniestralidad de la A-2, y fomento del traslado del tráfico de mercancías de la A-2 hacia la autopista AP-7 mediante un sistema de bonificación del peaje del paso de camiones.

Por ello, el Anteproyecto se ha tramificado para que analizar las alternativas en los puntos indicados. Concretamente, se han establecido 4 tramos, siendo los tramos 1 y 4 comunes para todas las alternativas, el tramo 2 se corresponde con las alternativas estudiadas para los viaductos y accesos al Bruc y el tramo 3 se corresponde con las alternativas estudiadas para el entorno de Collbató.

Para el Tramo 2 se han considerado 2 alternativas y para el Tramo 3 se han considerado 3.

Se reflejan en la siguiente tabla la tramificación y las alternativas consideradas:

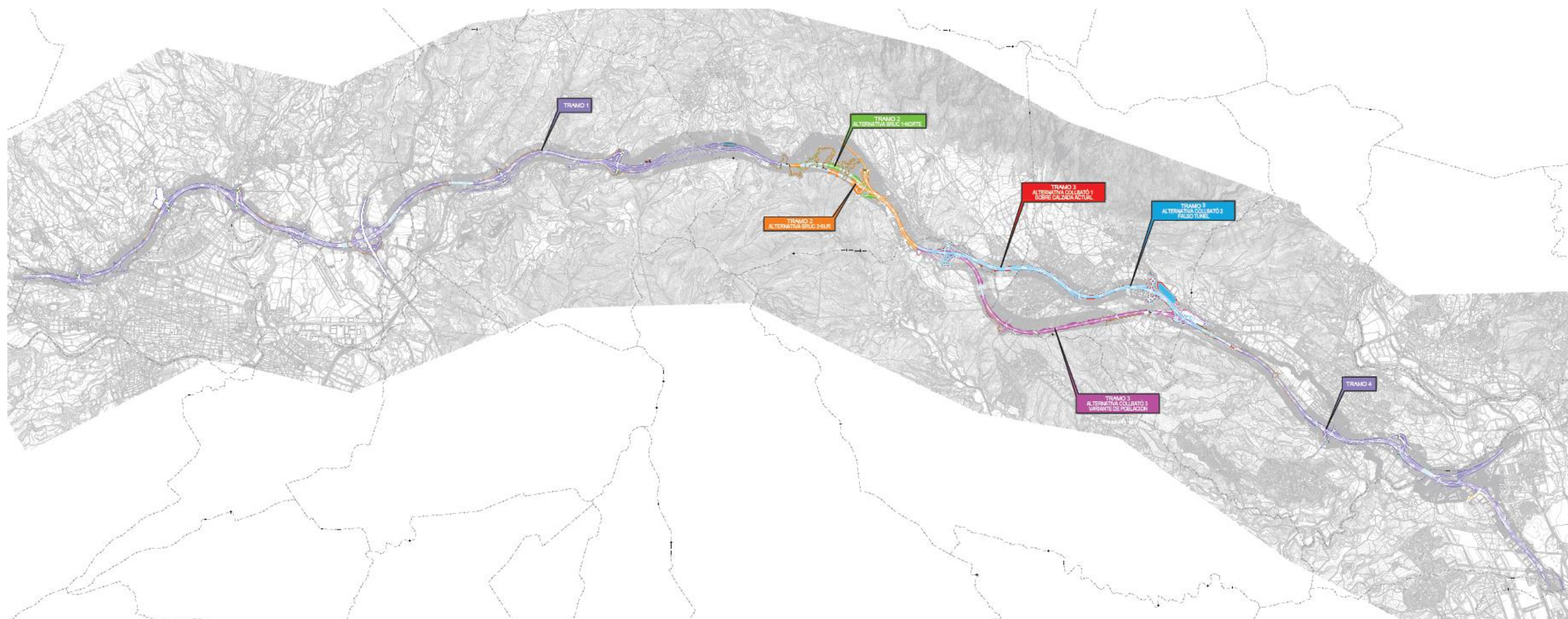
Tramo 1	Tramo 1	15.795,00 m
Tramo 2	Tramo 2. Alternativa Bruc 1-Norte	2.990,00 m
	Tramo 2. Alternativa Bruc 2-Sur	2.938,25 m
Tramo 3	Tramo 3. Alternativa Collbató 1-Sobre calzada actual	6.224,89 m
	Tramo 3. Alternativa Collbató 2-Falso túnel	6.224,24 m
	Tramo 3. Alternativa Collbató 3-Variante de Población	6.595,00 m
Tramo 4	Tramo 4	7.520,00 m

De esta forma, la solución a desarrollar estará formada por el Tramo 1, la alternativa seleccionada del Tramo 2, la alternativa seleccionada del Tramo 3 y el Tramo 4.

Se señala, además, que se ha tenido en cuenta en el estudio de tráfico la redistribución del tráfico en la red viaria en el entorno del tramo de la autovía de la A-2 del anteproyecto debido a la futura finalización de la concesión de ACESA en la AP-7 entre Tarragona y La Jonquera y AP-2 entre Zaragoza y el corredor Mediterráneo el 31 de agosto de 2021.

De esta forma, se tiene en cuenta lo indicado en la Resolución de la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, tanto la alternativa que lo indica expresamente como para el resto puesto que se considera que es el escenario mejor representa la situación futura de la autovía.

En la siguiente imagen se muestra de forma esquemática los tramos y alternativas consideradas en el Anteproyecto:



4.2.1. TRAMO 1

Las actuaciones se inician en el término municipal de Jorba, siendo el p.k. inicial el 550+600 y finalizan en el p.k. 566+395, tras superar el viaducto de La Cova en el término municipal de El Bruc.

En este tramo se incluyen actuaciones en los siguientes enlaces:

- Enlace 551: Igualada oeste N-IIa, BV-1038
- Enlace 554: Igualada – Prats de Rei BV-1031
- Enlace 555: Igualada – Òdena C-37
- Enlace 557: Igualada este BV-1106
- Enlace 558: Vilanova i la Geltrú – Manresa C-15
- Enlace 561: Castellolí oeste
- Enlace 564: Castellolí este – Coll del Bruc

Entre las actuaciones más destacadas de este tramo está la variante de Can Palà y Castellolí que discurre desde el P.K 556+800 hasta el P.K 561+700, con una longitud de 4.900 m, donde se proyectan 3 nuevos viaductos (viaducto del Raval de la Aguilera, viaducto Can Palà y viaducto de Sant Feliu) y dos nuevos enlaces (Enlace 558 y Enlace 561).

Asimismo, destacan las actuaciones en los túneles del Bruc, que se reordenan de la siguiente manera:

- Los dos túneles existentes se disponen para el sentido Barcelona con dos carriles de circulación cada uno.
- Se proyecta un nuevo tubo sentido Lleida con 3 carriles. Se trata de un túnel en mina de 725 m con dos falsos túneles en los emboquilles de 33 m cada uno. Adicionalmente, a la salida de este túnel, se proyecta otro falso túnel de 265,17 m de longitud.

Para esta nueva configuración se proyecta una bifurcación y posterior confluencia de calzadas, antes y después de los túneles en la calzada sentido Barcelona.

El Tramo 1 tiene una longitud total de 15.795,00 m y no se han considerado alternativas.

4.2.2. TRAMO 2

Como se ha indicado previamente, en el tramo 2 se ha considerado 2 alternativas, ambas en variante, ante la imposibilidad de adaptar la carretera actual a una condiciones de seguridad aceptables.

Al descartarse la posibilidad de aprovechar la calzada actual por las características geométricas y teniendo en cuenta la orografía, el análisis de las posibles alternativas se limita a definir dos alternativas en variante, relativamente próximas.

En cuanto a los accesos, la orografía de la zona junto con la inclinación de la rasante (6% de bajada sentido Barcelona) limita mucho las posibilidades a analizar. En primer lugar, se intentó encajar una solución de glorieta elevada sobre la autovía, como opción que supondría una menor ocupación, sin embargo, tuvo que ser descartada técnicamente ante la imposibilidad de conectar al tronco los ramales sentido Barcelona con una pendientes aceptables. Además, teniendo en cuenta que en la parte sur del enlace no hay ninguna conexión se descartó la disposición de una glorieta en esa zona para reducir la ocupación. Por tanto, la opción viable técnicamente era proyectar el enlace tipo trompeta, con una glorieta en la parte Norte que canalizase todos los movimientos. Esta glorieta se

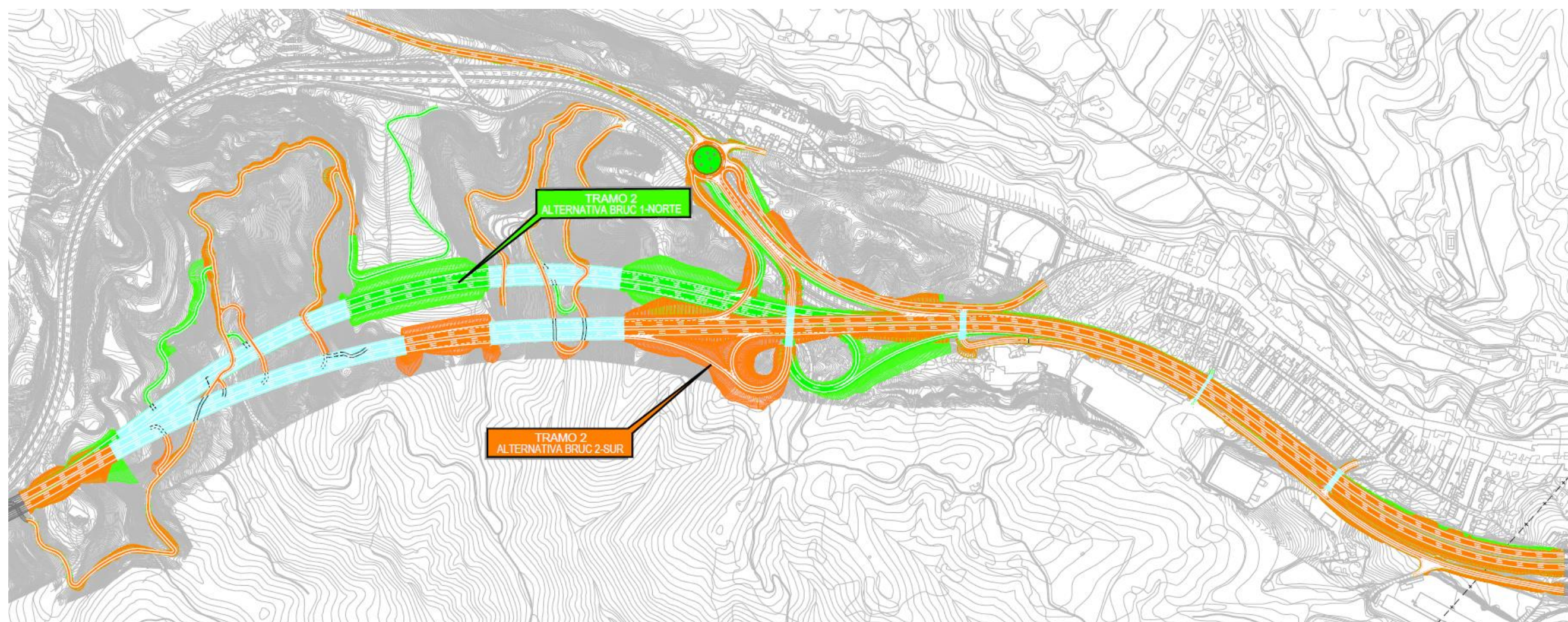
sitúa en ambas alternativas en la misma ubicación, sobre la calzada actual, para no generar nuevas ocupaciones, planteando dos alternativas distintas los ramales semidirecto y tipo lazo, en la parte Sur del enlace.

En la alternativa Norte se plantea como semidirecto el ramal de incorporación a la autovía sentido Barcelona y tipo lazo el ramal de salida de la autovía, mientras que en la alternativa Sur se plantea como tipo lazo el ramal de incorporación a la autovía sentido Barcelona y semidirecto el ramal el ramal de salida de la autovía.

La alternativa Norte tiene una longitud de 2.990,00 m y la alternativa Sur tiene una longitud de 2.938,25 m.

Como se explica posteriormente, en el apartado del análisis multicriterio, la alternativa seleccionada es la Alternativa Norte.

A continuación, se muestra una imagen comparativa de las dos alternativas:



4.2.3. TRAMO 3

Como se ha indicado previamente, en el tramo 3 se ha considerado 3 alternativas. Las dos primeras alternativas se desarrollan sobre la disposición actual de autovía, pasando por el centro de núcleo urbano, mientras que la tercera se discurre por la parte sur de municipio, bordeando el núcleo urbano.

La alternativa 1, Sobre calzada actual, define una serie de modificaciones y ampliaciones de la calzada con objeto de mejorar la geometría actual y dar continuidad al aumento de capacidad proyectado en todo el itinerario.

La alternativa 2, Falso túnel, con una disposición en planta similar a la anterior, proyecta un falso túnel de 2.000 m a su paso por el núcleo urbano de Collbató para evitar los problemas actuales de ruido y permeabilidad entre ambos lado de la autovía.

La alternativa 3, Variante de población, desplaza la autovía fuera del entorno urbano eliminando de esta forma toda la problemática que supone el paso de una autovía por un núcleo urbano.

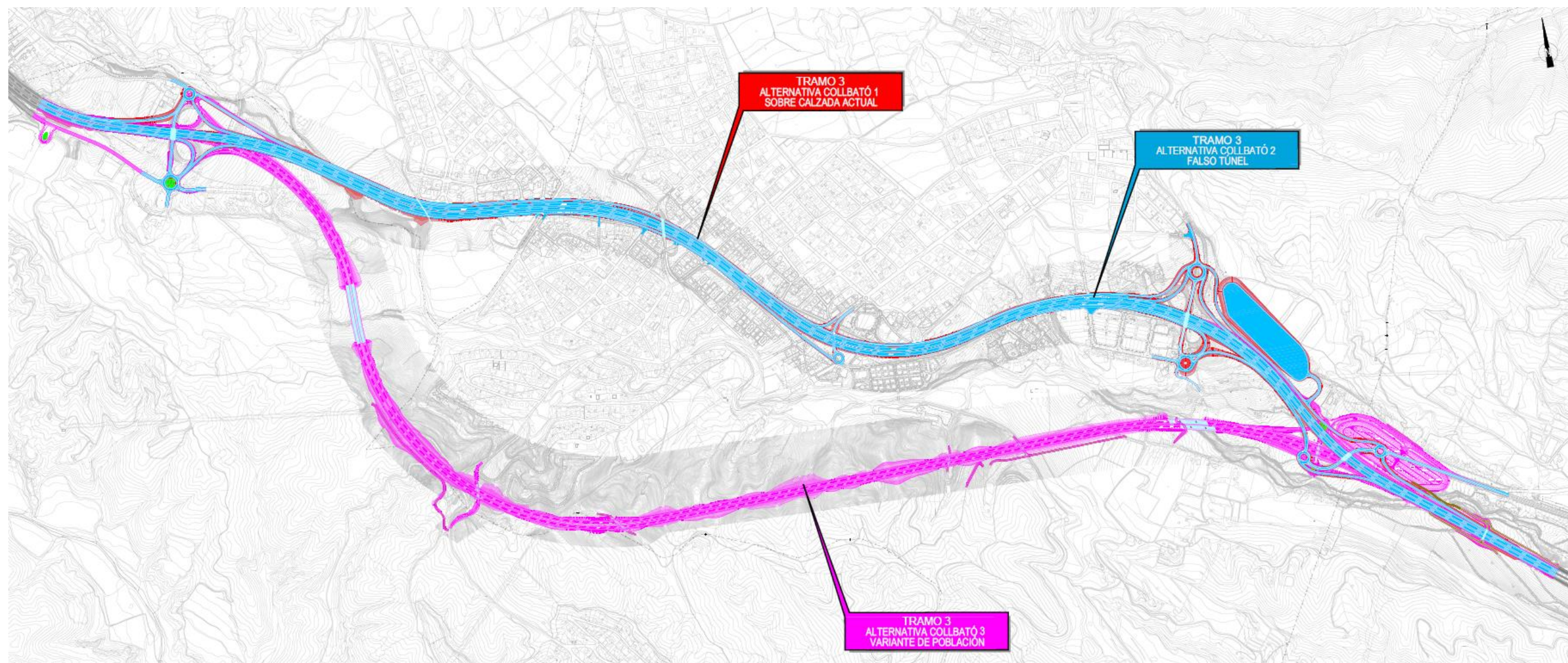
Todas las alternativas incluyen actuaciones en los enlaces Enlace 571, El Bruc, y Enlace 576, Esparreguera norte. Adicionalmente, las alternativas 1 y 2, incluyen actuaciones en los Enlaces 572 y 575, existentes en el municipio de Collbató.

Asimismo, todas ellas incluyen la definición de un aparcamiento de camiones para la vialidad invernal. El definido para las alternativas 1 y 2 tiene su acceso desde la vía de servicio que conecta los enlaces E575 y E576 y el definido para la alternativa 3, tiene su acceso desde el enlace E-576, aunque las características son similares en todas alternativas.

La alternativa 1, Sobre calzada actual, tiene una longitud de 6.224,89 m, la alternativa 2, Falso túnel, tiene una longitud de 6.224,24 m y la alternativa 3, Variante de población, tiene una longitud de 6.595,00 m.

Como se explica posteriormente, en el apartado del análisis multicriterio, la alternativa seleccionada es la Alternativa 3, Variante de población.

A continuación se muestra una imagen esquemática de las tres alternativas:



4.2.4. TRAMO 4

Una vez superado el 576, Esparraguera Norte, el tronco vuelve a discurrir sobre las calzadas actuales de la autovía, entrando en el término municipal de Esparraguera. Desde este punto y hasta el final de la actuación conforman el Tramo 4.

En este tramo se incluyen actuaciones en los siguientes enlaces:

- Enlace 580. Esparraguera
- Enlace 581. Olesa
- Enlace 582. B-40
- Enlace 583. Abrera
- Enlace 584. C-55
- Enlace 585. Final de actuación.

Las actuaciones de este tramo tienen lugar, su totalidad, sobre la calzada actual.

Una vez superado el Enlace E580 Esparraguera, la autovía entra en una zona donde el ámbito es más urbano, con un planeamiento consolidado y un gran número de naves industriales a lado y lado de la Autovía, por lo que está más limitadas las actuaciones de mejora. Para esta última zona se considerará una velocidad de proyecto de 80 km/h.

Entre los enlaces E581 y E582 ha sido necesario modificar la configuración actual de las estructuras sobre la riera de la Magarola, de forma que la estructura existente en sentido Barcelona servirá para dar continuidad a la nueva vía colectora sentido Barcelona y se proyectarán dos nuevos viaductos para el tronco, uno de 3 carriles sentido Barcelona y otro de 5 carriles sentido Lleida (los 5 carriles se corresponden con los 3 del tronco y los 2 del movimiento Terrassa-Lleida, procedente de la B-40). Además, el viaducto por el que pasará la vía colectora sentido Lleida requiere ser modificado para encajar el nuevo viaducto del tronco.

Asimismo, destaca la nueva configuración del enlace con la autovía B-40 hacia el norte, con el objeto de ampliar su capacidad para dar un adecuado servicio cuando esté terminado el itinerario hasta Terrassa.

El Anteproyecto prevé las reservas de espacio necesarias para desarrollar en un futuro las obras de la Autovía B-40, sentido Vilafranca del Penedés.

El Tramo 4 tiene una longitud total de 7.520 m y no se han considerado alternativas.

4.3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El Anejo 2, *Cartografía y topografía*, detalla la metodología empleada para la realización de los trabajos de cartografía y topografía necesarios para la redacción del “Anteproyecto y Estudio de Viabilidad de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada - Martorell. P.K. 550,6 al P.K. 585,5.”

La cartografía y el vuelo fotogramétrico para este Anteproyecto se ha realizado en dos fases:

Fase 1: realización de cartografía a escala 1/500 para todo el Tramo Igualada – Martorell (P.K. 550,6 – P.K. 585,5). Longitud: 34,9 Km. Llevando a cabo los siguientes trabajos:

- Vuelo fotogramétrico digital de GSD 5 cm, con fecha 5 de diciembre de 2017.
- Enlace a Red Geodésica.
- Implantación y cálculo de Red Básica.
- Toma de datos topográficos.
- Red de puntos de apoyo de campo mediante estaciones ERGNSS del IGN TARR y BCLN
- Aerotriangulación digital.
- Restitución Fotogramétrica.
- Ortofotografía.

Fase 2: realización de cartografía a escala 1/500 para la variante enclavada en la Autovía A-2 entre los P.K. 572 al P.K. 577 en el T.M. de Collbató, con una longitud de 7 Km. Llevando a cabo los siguientes trabajos:

- Vuelo fotogramétrico digital de GSD 5 cm, con fecha 2 de junio de 2019
- Ampliación la Red Básica implantada en la fase anterior, para poder encuadrar la nueva variante y parar mejorar la Red Básica de la primera fase, cumpliendo con la Nota de Servicio 2/2010.
- Nuevo cálculo con las Bases implantadas en las dos fases integrando los vértices de la Red Regente, SANT JUST(41997) y SANT MIQUEL (39138).
- Nivelación geométrica.
- Red de puntos de apoyo de campo, enlazada a la red Básica
- Aerotriangulación digital.
- Restitución Fotogramétrica.
- Ortofotografía.

El Sistema de Referencia a utilizar es el sistema oficial para la cartografía española, el sistema geodésico global ETRS89, que permite la completa integración de la cartografía oficial con los sistemas de navegación y la cartografía de otros países europeos.

La restitución digital se ha realizado a escala 1:500. La zona a restituir fue la indicada al comienzo del proyecto con algunas zonas ampliadas que se han considerado necesarias, siguiendo el modelo de capas establecido.

Se realizaron los siguientes levantamientos topográficos con la finalidad de completar los trabajos de restitución:

- Levantamiento de la estructura del Paso Superior en enlace entre A-2 y B-40.
- Levantamiento de planta, alzado y secciones del Túnel Bruc.
- Ampliación de la restitución de la zona del enlace con la carretera B-40.

Para la ejecución de los trabajos de campo se ha utilizado el siguiente instrumental topográfico:

- Receptor GPS bifrecuencia, modelo Leica TYPE GX1230 Nº/S. 465670
- Receptor GPS bifrecuencia, modelo Leica TYPE GX1230 Nº/S. 465803
- Receptor GPS bifrecuencia, modelo Leica TYPE GX1230 Nº/S. 465805
- Receptor GPS bifrecuencia, modelo Leica TYPE GX1230 Nº/S. 2454849
- Estación Total, modelo Leica TCRA-1201, Nº serie 210764
- Nivel óptico Leica, modelo NA730, Nº serie 5250027
- Material topográfico diverso

4.4. ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

4.4.1. Estudio geológico

A continuación, se describe la geología, geotecnia y procedencia de materiales del “Anteproyecto y Estudio de Viabilidad de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada - Martorell. P.K. 550,6 al P.K. 585,5”.

El corredor del Anteproyecto coincide, como es lógico, con el trazado de la Autovía A-2, excepto en los siguientes tramos:

- Variante de Can Palà y Castellolí: Esta variante discurre desde el P.K 556+800 hasta el P.K 561+700, con una longitud de 4.900 m.
- Tercer tubo del túnel del Bruc. Eje 4.
- Variante de los viaductos del Bruc: Esta variante se inicia en el P.K 565+900 y termina en el P.K 568+200, con una longitud total de 2.300 m
- Variante de Collbató: Esta variante se inicia en el P.K 570+000 y termina en el P.K 575+300, con una longitud total de 5.300 m.

El trazado de la autovía A-2, en la zona de anteproyecto, atraviesa tres unidades morfoestructurales diferentes: la depresión central catalana o Cuenca del Ebro, la Cordillera Prelitoral y la fosa tectónica del Vallés-Penedés en su límite con la cuenca baja del río Llobregat.

Estratigráficamente se han distinguido los siguientes materiales:

Paleozoico

- Pizarras (P)

Eoceno Medio

- Calizas, areniscas y margas (Tc22-21Ab-Ac)
- Margas grises fosilíferas (Tm22-21Ab-Ac)
- Conglomerados, arcillas y areniscas (T22-21Ab-Ac).

Eoceno Superior

- Margas y areniscas limolíticas rojas (Tc22-23Ac)
- Conglomerados, areniscas y margas rojas(Tc22-31Ab-A)
- Yesos de Ódena (Y)

Mioceno

- Conglomerados (Tgc11-c12Bb-Bc1)
- Arcillas, areniscas y conglomerados (Tc11-c12Bb-Bc1)

Cuaternario

- Aluvial (Qal)
- Terrazas(Qt)
- Abanicos aluviales y coluviales (Qc)
- Masa deslizada (QMD)
- Relleno antrópico (R)
- Relleno de viales (R1)

Desde el punto de vista hidrológico el trazado se sitúa atravesando la depresión central catalana o Cuenca del Ebro, la Cordillera Prelitoral y la fosa tectónica del Vallés-Penedés en su límite con la cuenca baja del río Llobregat.

En el entorno del presente proyecto se definieron tres masas de agua subterránea, por un lado, en el sector oriental del trazado la MASb Cubeta de Abrera, en la parte central la MASb Aluviales del Penedés y acuíferos locales y en el extremo más occidental del trazado, la MASb Gaiá-Anoia.

Por lo que respecta a la Permeabilidad, el tramo más occidental del trazado, hasta el PK 554+000, discurre por materiales de permeabilidad baja, fundamentalmente detríticos. A partir de este punto, y hasta el emboquille de los Túneles del Bruç (PK 564+013) el trazado se adentra en materiales carbonáticos también de baja permeabilidad. En algunos márgenes se observan materiales carbonatados de permeabilidad alta a cotas elevadas, si bien éstos no llegan a ser afectados por la traza, que se desarrolla a cota inferior al contacto. Entre los PPKK 567+500 y 568+400, el trazado se emplaza en materiales metadetríticos de permeabilidad baja.

En la campaña geológico – geotécnica realizada en septiembre de 2020, se ejecutaron 4 ensayos tipo Lugeon en los sondeos situados en la zona del túnel en mina proyectado (S-1, S-2 y S-3). Según los resultados obtenidos, se identifican dos tipos de materiales, si bien ambos se encuentran integrados en la misma unidad geológico – geotécnica, la unidad Tm_{22-21}^{Ab-Ac} Margas grises fosilíferas.

- Las margocalizas presentan una permeabilidad media de $2.44E-07$ m/s ($2.11E-02$ m/día).
- Las calizas grises con fósiles presentan una permeabilidad media de $1.19E-06$ m/s ($1.03E-01$ m/día), lo que supone prácticamente un orden de magnitud más que la presentada por las margocalizas.

La permeabilidad media de todo el conjunto de la unidad se cifra en $5.40E-07$ m/s.

El seguimiento freático en los sondeos ejecutados en la zona del túnel en mina revela que la máxima cota piezométrica (569,2 msnm) se alcanza en el entorno del sondeo S-2. Esto resulta lógico considerando que dicha prospección se encuentra en la parte media de la estructura, donde la montera es máxima. Hidrogeológicamente se ubica en un interfluvio, que se correspondería con una zona de recarga local.

En cuanto a la valoración preliminar de los posibles afecciones o impactos que la ejecución y/o explotación del trazado podría tener sobre el medio hidrogeológico, se ha determinado lo siguiente:

- El estudio del “efecto drenaje” ha encontrado únicamente 2 estructuras susceptibles de interceptar el nivel piezométrico: el Túnel en mina proyectado en el Bruç y el Falso túnel previsto a continuación.
- En el Túnel en mina del Bruç, considerando el caso más desfavorable (excavación en los términos más calizos y permeables de la unidad geológica) el caudal instantáneo acumulado en tramos de 100 m se cifra entre 8 y 12 L/s. Para tramos de 20 m (más aproximados a un ritmo realista de trabajo) estaría entre 1 y 5 L/s.
En el caso más favorable, si la perforación se realiza exclusivamente en margocalizas, el caudal instantáneo acumulado, en intervalos de 100 m, oscilarían entre 1 y 2.5 L/s. En tramos de trabajo de 20 m, dicho intervalo estaría entre los 0,2 y 0,9 L/s.

En estas condiciones cabría esperar un cierto “efecto drenaje” en fase de construcción, si bien éste se vería fácilmente minorado por el propio revestimiento del túnel y la impermeabilización al uso, que se contempla habitualmente.

- Para el Falso Túnel proyectado entre los PP.KK. +250 y 1+490, si la perforación se realizara exclusivamente en margocalizas, el caudal total para el conjunto de la estructura se cifra en torno a 2,5 L/s. El caudal unitario por metro lineal de sección se estima en 0,013 L/s. El radio de influencia del abatimiento freático, suponiendo un drenaje de los caudales infiltrados durante la obra, se estima en torno a 7 m.
En el caso de una perforación en calizas bioclásticas, el caudal total a lo largo del falso túnel se estima en torno a 5,4 L/s. El caudal específico, se determina en 0,03 L/s por metro lineal de sección. El radio de influencia del abatimiento freático se cifra en torno a 15,5 m.

Como en el caso del túnel en mina, los caudales estimados no pueden considerarse elevados. Asimismo, las distancias de influencia calculadas, incluso en el escenario más desfavorable (calizas bioclásticas), resulta igualmente pequeños. De ello se deduce que la banda de afección se restringiría prácticamente a la vertical inmediata de la estructura. Cabe recordar, también, que la duración de dicho efecto se limitaría a la fase de obra.

- Por lo que respecta al Estudio del “efecto barrera” en el trazado en fase de explotación, éste únicamente se ha determinado en el tramo en Falso Túnel proyectado entre los PPKK 1+250 y 1+490.

Una vez concluida su construcción y asumiendo una estructura estanca, en Fase de explotación se prevé que éste interrumpa de forma permanente los 5-6 primeros metros de la Zona Saturada local. No obstante, dado que los cauces fluviales que limitan la elevación presentan una cota topográfica muy inferior a la de la excavación, este posible efecto barrera se vería limitado al interfluvio entre ellos.

- Los inventarios de puntos de agua muestran gran cantidad de entidades próximas al trazado, si bien, un análisis más detallado, considerando una banda de afección en torno a 50 m del trazado, ha revelado que únicamente 6 de los puntos de agua de la base de datos cartográfica de la ACA se consideran bajo riesgo de ser destruidos por el transcurso de las obras: 19388062, 19349229, 19343902, 19380738, 19380735 y 19365543. A ellos, hay que sumar el manantial identificado como 78288717 del inventario de CNIG del IGN. Por último, es preciso considerar también los piezómetros 15643659 y 15643377, como también susceptibles de ser arrasado por las obras de construcción.

- Según la información disponible en el *Anexo IX del Plan de Gestión del Distrito de Cuenca Fluvial de Cataluña (2016 – 2021)*, respecto a Zonas protegidas, cabe reseñar que la parte final del trazado, a partir aproximadamente del PK 568+500, se adentra en la *MASb ES100MSBT22 Al-luvials del Penedès i aqüífers locals*, que goza de protección como *Zona para la captación de agua destinada al consumo humano*, así como *Hábitat relacionados con aguas subterráneas*. Las últimas decenas de metros del trazado discurren marginalmente por la *MASb ES100MSBT37 Cubeta d'Abdera*, con idénticas figuras de protección. Únicamente el tramo de circunvalación de Colibató abandona parcialmente esta zona protegida. Por último, en paralelo a estas masas de agua subterránea, el trazado discurre por el margen de los *Aqüífers de la Cubeta d'Abdera*, recogidos como *Zona de protección especial*.

En este tramo, el trazado discurre en superficie; la cota de rasante se encuentra muy próxima a la del terreno actual, por lo que apenas se incluyen desmontes o éstos presentan una altura

muy escasa. Debido a ello, no es previsible una afección significativa a las citadas zonas protegidas.

Es preciso recalcar que dicho tramo se desarrolla enteramente en superficie y se encuentra a continuación de los Túneles del Bruç, por lo que estas estructuras subterráneas quedarían fuera de una posible afección a Zonas protegidas. En la siguiente figura se ilustra dicho tramo.

- El trazado atraviesa los cauces de las ramblas de Odena, Castellolí y can Dalmases, afluentes del Río Anoia mediante viaductos existentes, por ello, no es de esperar ningún tipo de afección importante a cauces de agua superficiales.

Desde el punto de vista geomorfológico cabe destacar que el sector estudiado se localiza entre la zona Oriental de la Depresión Central catalana y la Depresión del Vallés-Penedés, atravesando la Cordillera Prelitoral.

Los materiales terciarios de la Depresión Central se inclinan suavemente dibujando un abombamiento que recubre el macizo paleozoico, no obstante, la erosión ha desmantelado parte de esta cobertera terciaria. El contacto se realiza a través de una gran flexión y no mediante una falla, lo que determina el tipo de relieve.

Hacia la Cordillera Prelitoral el contacto se realiza mediante un cabalgamiento de los materiales paleozoicos sobre los terciarios dando lugar a un escarpe bastante marcado en el relieve.

Es interesante mencionar que las altitudes de los materiales terciarios, a menudo, son superiores a las del paleozoico, lo que nos da idea de un relieve invertido.

Según se desprende de dicho mapa, los municipios de Igualada y Martorell muestran una aceleración sísmica básica de $a_b=0,04$ g, siendo necesaria la aplicación de dicha norma en las actuaciones y obras contempladas en el proyecto.

4.4.2. Estudio geotécnico del corredor

4.4.2.1. Corredor A-2

La campaña geotécnica de campo ha consistido en la realización de

- 17 Sondeos mecánicos
- 34 Ensayos DPSH
- 33 Calicatas

Los materiales que aparecen a lo largo del corredor muestran las siguientes características geotécnicas.

UNIDAD GEOLÓGICA	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	L. ATTERBERG	PRESIÓMETRO	MACIZO ROCOSO	DENSIDAD	COHESIÓN	ÁNGULO ROZ. INTERNO	COMPRESIÓN SIMPLE	MÓDULO ELASTICIDAD	AGRESIVIDAD	CLASIFICACIÓN (PG-3)	APROVECHAMIENTO
COLUVIAL (Qc)	GM, GP-GM,SP, SC-SM,SM,CL, CH	LL=27.09% IP=11.55%			Densidad seca:18 kN/m3 Humedad:13,91%	0,0kPa	30º	4-236 kPa	Cohesivo:17.600 kPa Detríticos: 7,590 -17.490 kPa	No	Tolerables Seleccionados Marginales	Núcleo terraplén Coronación Vertedero
TERRAZA (Qt)	GP, SC, SM,SP-SM,CL	LL=23,13% IP=6,73%			Densidad seca:17,1-17,7 kN/m3 Humedad:11,29-17,57 %	22 a 40 kPa	34,4 a 39,8			No	Tolerables Marginales	Núcleo terraplén
Areniscas y lutitas(T _{c22-23} ^{Ac})	Suelo	GM,CL,CL-ML	LL=30,0% IP=12,6%		Densidad seca:22,9 kN/m3 Humedad:7,68 %			5-265 kPa		NO	Tolerable	Núcleo terraplén
	Macizo rocoso			Pf: 1,529 Mpa-5,298 Mpa G:55,067 -588,07 Mpa Ep=143,174-1.5258,98 MPa PI(est):8,8-26,8 MPa	sigt : -0,013 MPa sigc : 0,51 Mpa sigcm : 2,74 Mpa Erm: 151,8 MPa	194 kPa	45,5º		152 Mpa		Roca	Todo uno
Margas grises. T _{m22-21} ^{Ab-Ac}	Suelo	CL	LL=30.85% IP=12.85%							SULFATO: Fuerte B-G: No	Tolerables Marginales	Núcleo terraplén Vertedero
	Macizo rocoso			Pf:> 1,747 Mpa-7,693 Mpa G:532,333 -1.432,12 Mpa Ep=1.384,07-3.723,52 MPa PI(est):1,747 Mpa-7,693 Mpa	sigt : -0,1572 MPa sigc : 124,667 Mpa sigcm : 220,581 Mpa Erm: 961,265 MPa	290 kPa	37,7º	5.900 A 30.600 kPa	961 MPa		Roca evolutiva	Todo uno
Conglomerados, areniscas y arcillas (T ₂₂₋₂₁ ^{Ab-Ac} T _{Ac} g ₂₃₋₂₃)	Macizo rocoso			Pf:> 4,341 Mpa-8,453 Mpa G:79,987 -1.804,19 Mpa Ep=207,967-4.690,89 MPa PI(est):>7,088 Mpa-13,75 Mpa	sigt : -0,011187 MPa sigc : 0,53783 Mpa sigcm : 319,602 Mpa Erm: 708,06 MPa	208 kPa	47,6º	22,712 kPa	708 Mpa	No	Roca	40%Todo uno 60%Pedraplén
Pizarras (P)	Suelo	SC-SM, GP-GM	LL=24,7% IP=6,8%		Densidad seca:19,6 kN/m3 Humedad:14,02%			26 y 102 kPa		B-G: Débil	Tolerable	Núcleo terraplén Todo uno

Agresividad del agua

Se adjunta un cuadro resumen con los resultados de la agresividad del agua analizada en los sondeos mecánicos.

SONDEO	AGRSIVIDAD
SONDEO-4	Débil (Ion sulfato)
SONDEO-5	No agresiva
SONDEO-6	Débil (Ión sulfato)
SONDEO-7	No agresiva
SONDEO-8	No agresiva
SONDEO-9	No agresiva
SONDEO-10	Débil (Ión sulfato)
SONDEO-13	No agresiva
SONDEO-14	No agresiva
SONDEO-15	No agresiva
SONDEO-16	No agresiva
SONDEO-17	Media (Ion sulfato)
SONDEO-19	No agresiva

4.4.2.2. Túnel del Bruc

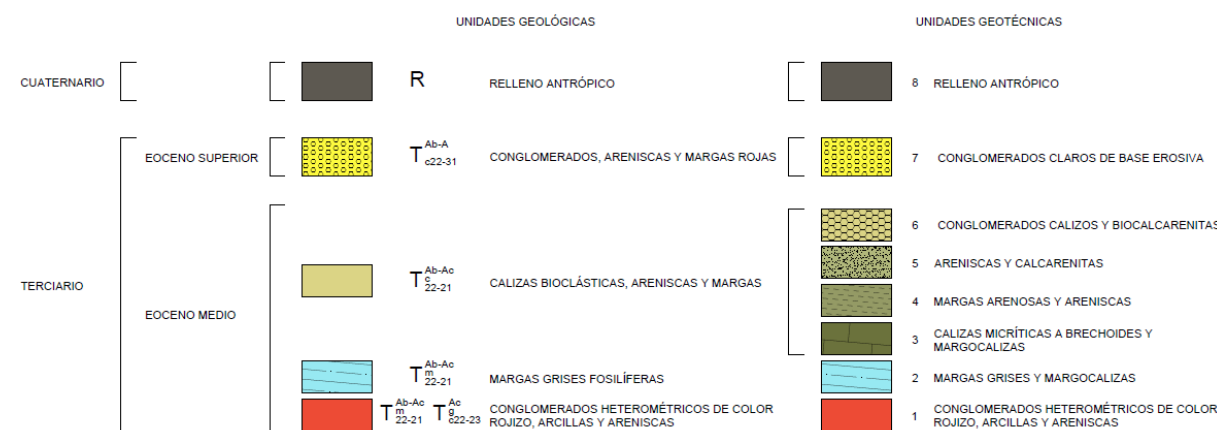
Para el estudio del Túnel del Bruc se han ejecutado 3 sondeos mecánicos que totalizan 147 m de perforación. Durante la perforación de los sondeos, se han realizado cuatro ensayos de permeabilidad tipo Lugeon y se han tomado testigos parafinados de roca para su posterior ensayo en laboratorio.

La relación de ensayos efectuados es la siguiente:

- 8 Ud. Determinación de humedad natural.
- 8 Ud. Determinación de la densidad aparente.
- 10 Ud. Ensayo de compresión simple en roca, incluso tallado.
- 12 Ud. Ensayo de compresión simple en roca instrumentado con bandas extensométricas.
- 10 Ud. Ensayo brasileño.
- 2 Ud. Agresividad del agua al hormigón.

También se han considerado los datos obtenidos en tres estaciones geomecánicas. Estas estaciones permiten la caracterización del macizo rocoso en base a observaciones realizadas en superficie. Los parámetros observados (orientación de planos, espaciado, apertura, rugosidad, presencia de agua, rellenos, etc.), permiten la asignación del correspondiente índice RMR y la caracterización de las discontinuidades estructurales.

A efectos de su comportamiento geotécnico, se han agrupado las Unidades Geológicas descritas en Unidades Geotécnicas que, en base a las observaciones y ensayos realizados, presentaran similar comportamiento durante la construcción. En la siguiente figura se muestra la equivalencia entre ambas unidades.



En términos prácticos, únicamente las Unidades 2 (margas grises y margocalizas) y 3 (calizas micríticas y brechoides y margocalizas), serán afectadas por la excavación del túnel y de los desmontes correspondientes a sus emboquilles, ya que el resto de unidades, o bien se encuentran bastante por encima de la clave, o bien se encuentran fuera del área por donde discurre el trazado en la zona de túnel.

En la zona del Túnel del Bruc, la estructura es relativamente monótona, la serie geológica está dispuesta de forma subhorizontal con un suave buzamiento general de las capas, de 5° a 15°, hacia el oeste-noroeste.

Se han identificado tres familias de juntas principales, además de la estratificación general. En la siguiente Tabla se resume la orientación media de las familias identificadas.

Plano	Dirección de buzamiento	Buzamiento
S0	N280º	7º
J1	N171º	81º
J2	N076º	86º
J3	N332º	50º

Orientación media de las discontinuidades identificadas.

Para el estudio de los materiales afectados por el tercer tubo del Túnel del Bruc, se ha aplicado la metodología habitual para macizos rocosos, que consiste en estimar las propiedades a nivel de roca intacta de los litotipos presentes, para posteriormente minorarlas en función de la calidad del terreno y establecer los parámetros característicos a nivel de macizo rocoso.

Las propiedades medias recomendadas a nivel de roca intacta para la Unidad Geotécnica 3 son las siguientes:

- Peso específico aparente: 25,71 kN/m³.
- Resistencia a compresión simple: 39,2 MPa.
- Resistencia a tracción: 3,02 MPa.
- Módulo de deformación: 44,5 GPa.
- Coeficiente de Poisson: 0,25

Para la Unidad Geotécnica 2, las propiedades medias recomendadas a nivel de roca intacta son la siguientes:

- Peso específico aparente: 25,93 kN/m³.
- Resistencia a compresión simple: 42,68 MPa.
- Resistencia a tracción: 3,15 MPa.
- Módulo de deformación: 27,96 GPa.
- Coeficiente de Poisson: 0,25

Una vez que se han determinado las propiedades tensodeformacionales, a nivel de roca intacta, de los litotipos diferenciados mediante el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio el paso siguiente es estimar las propiedades tensodeformacionales, a nivel de macizo rocoso, de los litotipos diferenciados.

Para ello es preciso tener en cuenta el efecto escala que inducen las discontinuidades del terreno sobre muestras intactas, que son las ensayadas en el laboratorio; lo cual supone minorar los valores de los parámetros resistentes y deformacionales determinados en el laboratorio.

Esta minoración se fundamenta en evaluar las características del macizo rocoso mediante el Rock Mass Rating (RMR) establecido por el Prof. Bieniawski, utilizando los valores del RMR para aplicar las ecuaciones de Priest y Brown para minorar los parámetros resistentes y las de Serafim y Pereira (2002) y Hoek y Diederichs (2006) para minorar el módulo de deformación.

Los valores de RMR considerados se han obtenido tanto de las estaciones geomecánicas realizadas como de los resultados obtenidos de los sondeos mecánicos realizados. En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos para la caracterización de los materiales afectados por el tercer tubo del Túnel del Bruc.

Tramificación del túnel						Parámetros H-B de la roca intacta					Parámetros H-B macizo rocoso										Linealización M-C		
Tramo	P.K. inicio	P.K. fin	Longitud (m)	Recubrimiento medio (m)	Formación	γ (KN/m ³)	σ_{ci} (MPa)	Ei (MPa)	ν	m_i	Ko	RMR	D	σ_{cm} (MPa)	σ_c^m (MPa)	Em (MPa)	ν	m_r	s	a	σ'_{3max} (MPa)	c (MPa)	ϕ (°)
1	2+540	2+470	70	40,0	2	25,9	47,6	27.960	0,25	10	1,0	47	0	2,40	7,80	7.122	0,25	1,506	0,0028	0,507	0,550	0,40	54
2	2+470	2+200	270	80,0	2	25,9	42,7	27.955	0,25	10	1,0	53	0	3,06	8,00	10.233	0,25	1,866	0,0054	0,505	1,056	0,61	50
3	2+200	2+120	80	55,0	2	25,9	42,7	27.969	0,25	10	1,0	49	0	2,43	7,32	8.081	0,25	1,618	0,0035	0,506	0,739	0,45	51
4	2+120	2+000	120	42,0	2	25,9	38,3	25.087	0,25	10	1,0	49	0	2,18	6,56	7.249	0,25	1,618	0,0035	0,506	0,569	0,38	52
5	2+000	1+825	175	54,0	2	25,9	38,3	25.087	0,25	10	1,0	51	0	2,45	6,86	8.182	0,25	1,738	0,0043	0,505	0,723	0,45	51
6	1+825	1+815	10	33,0	2	25,9	35,8	23.416	0,25	10	1,0	48	0	1,92	6,00	6.356	0,25	1,561	0,0031	0,507	0,452	0,32	53

Tramificación geotécnica del Túnel del Bruc

En cuanto a los condicionantes hidrogeológicos para la construcción y explotación del túnel, se ha estimado el caudal instantáneo acumulado a lo largo de este, que oscilará entre los 15 l/s y 73,17 l/s. Estos caudales equivalen a valores de entre 1 y 5 l/s para tramos de 20 m de túnel.

A la vista de estas cifras, los caudales instantáneos obtenidos no pueden considerarse elevados, lo cual es coherente con las características de permeabilidad determinadas para la unidad geológica en cuestión.

No obstante, se recomienda disponer elementos de impermeabilización en el túnel para evitar los goteos observados en los dos tubos ya construidos.

Dados los valores de resistencia a compresión simple y RMR obtenidos para los materiales por los que discurrirá el túnel, se recomienda su excavación mediante perforación y voladura, si bien podría plantearse su excavación mediante rozadora, para lo cual debería realizarse un estudio específico en posteriores fases de proyecto.

En cuanto a la reutilización de los materiales excavados, estos podrán reaprovecharse como material de tipo todo-uno, dado el potencial carácter evolutivo de los materiales margosos y a la dificultad de separación de los niveles calizos.

Por último, se recomienda disponer un sostenimiento con bulones $\phi 32$ de 4 m de longitud en malla de 3,0 x 3,0 metros; y una capa de hormigón proyectado de 10 cm de espesor con malla electrosoldada de 150 x 150 x 6 mm en los taludes provisionales de los emboquilles.

4.4.2.3. Variante de Collbató

Para la variante de Collbató se han realizado:

- 3 Sondeos mecánicos.
- 7 Ensayos DPSH.
- 10 Calicatas.

Se adjunta un cuadro resumen con las características geotécnicas de los materiales de la variante de Collbató.

UNIDAD GEOLÓGICA	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	L. ATTERBERG	PRESIÓMETRO	DENSIDAD	COHESIÓN	ÁNGULO ROZ. INTERNO	COMPRESIÓN SIMPLE	AGRESIVIDAD	CLASIFICACIÓN (PG-3)	APROVECHAMIENTO
ALUVIAL	GC,GMSM,CL	LL=25,857% IP=7,75%.		Densidad seca:18,2 kN/m3 Humedad:14,5 %			106,1 kPa	No		
COLUVIAL (Qc)	GM,SC,SM,SP-SM,CL	LL=26,7% IP=10,3%.	Pf:1,32 Mpa G:10,53 Mpa (carga) Ep=28,02 Mpa (carga) PI(est):3,43 MPa	Densidad seca:18,7kN/m3 Humedad:13,81%			33 kPa	No	Tolerables	Núcleo terraplén
Conglomerados(T _{gc11-c12} ^{Bb-Bc1}).	SM-SC, SM,SC	LL=23% IP=6,65%.							Tolerable	Núcleo terraplén
Arcillas, areniscas y conglomerados (T _{c11-c12} ^{Bb-Bc1}).	CL	LL=27,9% IP=11,5%.								
Pizarras (P)	Suelo	LL=28,52% IP=10,18%.	Pf:1,25 Mpa G:1,21 Mpa (carga)-1,16 Mpa (Rec) Ep=3,22 Carga.3,08 Mpa (Rec) PI(est):2,05 MPa	Densidad seca:20,0 kN/m3 Humedad:12,44%	65 a 75 kPa	7,8º a 15º	22,1 a 208,7 kPa	No	Tolerable Marginal	Núcleo terraplén Vertedero
	Macizo rocoso	RMR=40			100 a 200 kPa	15º a 25º			Roca evolutiva	Todo uno

4.4.2.4. Descripción geológico-geotécnica de la traza

EJE 1

- P.K. 550+600 a P.K. 564+000:

El PK inicio de proyecto es el 550+600 y se encuentra al Noroeste de Igualada, en el término municipal de Jorba y a unos 820 m del enlace con la carretera B-222.

El trazado atraviesa principalmente unidades eocénicas de margas grises fosilíferas (Tm22-21Ab-Ac) y margas y areniscas limolíticas rojas (Tc22-23Ac); con alternancias de rellenos antrópicos (R), materiales coluviales de la unidad pleistocénica de arcillas rojas de pie de monte (Qc) y yesos de Odena (Y).

Los desmontes en este tramo alcanzan los 18,8 m de altura máxima mientras que el relleno máximo proyectado es de 35,9 m, ambos máximos localizados sobre las margas grises fosilíferas. En este tramo se han proyectado 38 rellenos y 33 desmontes.

- P.K. 564+000 al P.K. 565+130:

Los túneles del Bruc se encuentran entre los PP.KK. 564+000 y 565+130, y están perforados en los materiales de edad Eoceno de las unidades (Tc22-21Ab-Ac) calizas nodulosas, (T22-21Ab-Ac) conglomerados, areniscas y lutitas rojizas y (Tc22-31Ab-A) conglomerados.

- P.K. 565+130 a P.K. 567+480.

A partir de la embocadura Este, el tramo transcurre sobre la unidad de calizas bioclásticas, areniscas y margas (T22-21Ab-Ac) del Eoceno, y sobre una zona de rellenos antrópicos (R) entre los PP.KK. 565+680 y 566+020. En este tramo discurren tres viaductos de gran luz, el de la Cova d'en Sola, de Cal Mata y de la Cova.

En este tramo se han proyectado tanto rellenos como desmontes, con alturas máximas de 12 y 21 metros, respectivamente. Se han proyectado 5 rellenos y 3 desmontes,

- P.K. 567+480 a P.K. 571+480.

Aunque el tramo comienza y acaba sobre la unidad paleozoica de pizarras y pizarras areniscas (P), la traza discurre principalmente sobre las arcillas rojas de pie de monte, también del Pleistoceno, entre los PP.KK. 568+270 y 570+800, atravesando también una zona de gravas (Qal) correspondientes a lechos actuales de ríos, que se atraviesan mediante el viaducto de Can Dalmasas 1.

El proyecto incluye 15 desmontes, de los cuales el de mayor altura alcanza los 36 metros, y 14 rellenos, con una altura máxima de 25 metros.

- P.K. 571+480 a P.K. 573+870.

Tramo caracterizado por los conglomerados (Tgc11-c12Bb-Bc1) que aparecen con alternancias de arcillas areniscas y conglomerados (Qal), arcillas rojas de pie de monte (Qc), gravas, arenas y limos de lechos actuales de ríos (Qt), siendo las dos últimas de edad pleistocénica.

En este tramo se han proyectado 8 desmontes con una altura máxima de 28 metros, y 6 rellenos de hasta 25 metros de altura.

- P.K. 573+870 a P.K. 580+500.

Arcillas rojas de pie de monte (Qc) con alternancias de rellenos de viales (R) así como un tramo en el que se atraviesan las Gravas, arenas y limos de lecho de río, siendo estos últimos cruzados por el viaducto de Can Dalmasas 2.

El proyecto incluye 30 rellenos de máximo 20 metros de altura, y 21 desmontes de 14 metros de altura máxima.

- P.K. 580+500 a P.K. 583+500.

Este último tramo termina en el término municipal de Abrera, atravesando arcillas rojas de pie de monte (Qc) con alternancias de gravas arenas y limos y arcillas de terraza fluvial (Qt). Se atraviesa en tres ocasiones la formación de arcillas areniscas y conglomerados (Tc11-c12Bb-Bc1) y ciertos depósitos de rellenos antrópicos (R).

Se han proyectado 13 desmontes y 19 rellenos, con alturas máximas respectivas de 6 y 13 metros.

EJE 4

A continuación, presentamos una tramificación del trazado del eje 4 desde el punto de vista geológico-geotécnico:

- P.K. 000+000 a P.K. 001+250.

El trazado atraviesa la unidad de calizas bioclásticas, areniscas y margas del Eoceno (Tc22-21Ab-Ac), a la cual se intercala un tramo de rellenos antrópicos (R).

En este tramo se han proyectado 9 rellenos de 12 metros de altura máxima y 5 desmontes de 36 metros de altura máxima.

- P.K. 001+250 a P.K. 001+490.

Este tramo se caracteriza por la alternancia de margas grises fosilíferas (Tm22-21Ab-Ac) y calizas bioclásticas, areniscas y margas (Tc22-21Ab-Ac), ambas de edad eocénica.

En este tramo se proyecta un falso túnel

- P.K. 001+490 a P.K. 001+820.

Se atraviesan las unidades de calizas bioclásticas y margas (Tc22-21Ab-Ac y Tm22-21Ab-Ac) del Eoceno, con desmontes de hasta 30 m de altura.

- P.K. 001+820 a P.K. 002+540

En este tramo se proyecta el tercer tubo del túnel de El Bruc.

- P.K. 002+540 a P.K. 004+794.

El último tramo del trazado atraviesa únicamente la unidad de margas grises fosilíferas (Tm22-21Ab-Ac) de edad eocénica.

Se proyectan desmontes y rellenos de 24 y 11 metros de altura máxima, respectivamente.

4.4.2.5. Desmontes

Los desmontes del tramo se han proyectado con una pendiente, de manera general, 1H:1V, excepto en gran parte de los taludes rocosos del Eje-4, donde los desmontes se recomiendan con una pendiente 2H:3V.

Se requiere sostenimiento en los taludes del Eje-4 (ramal del tercer tubo del túnel El Bruc) entre los pp.kk. 0+930 al 1+800, y en la variante de Collbató, entre los pp.kk.571+280 al 571+500.

4.4.2.6. Rellenos

Los rellenos se proyectan con un pendiente 3H:2V.

4.4.2.7. Explanada

Se adjunta una tabla con la tramificación de la explanada:

- Eje-1

Tipo	P.K. Inicio	P.K. Fin	Litología	Unidad Geotécnica	Explanada
Desmonte	550+600	551+700	Margas y areniscas limolíticas rojas	T _{c22-23} ^{Ac}	0
Desmonte	551+740	552+260	Margas grises fosilíferas	T _{m22-21} ^{Ab-Ac}	IN
Desmonte	552+740	554+100	Margas y areniscas limolíticas rojas	T _{c22-23} ^{Ac}	Roca
Desmonte	556+260	558+820	Margas grises fosilíferas, arcillas rojas de pie de monte	T _{m22-21} ^{Ab-Ac/Qc}	IN
Desmonte	558+780	561+220	Margas grises fosilíferas	T _{m22-21} ^{Ab-Ac}	IN-Roca
Desmonte	561+220	561+640	Margas grises fosilíferas	T _{m22-21} ^{Ab-Ac}	IN
Desmonte	567+080	567+300	Conglomerados heterométricos de color rojo, arcillas y areniscas	T ₂₂₋₂₁ ^{Ab-Ac}	Roca
Desmonte	567+580	568+060	Pizarras y pizarras arenosas	P	-Roca
Desmonte	568+640	570+700	Arcillas rojas de pie de monte	Qc	0
Desmonte	570+640	571+660	Pizarras y pizarras arenosas	P	0
Desmonte	571+920	572+880	Conglomerados	T _{gc11-c12} ^{Bb-Bc1}	0
Desmonte	573+120	573+720	Arcillas, areniscas, margas y conglomerados	T _{c11-c12} ^{Bb-Bc1} T _{c22-23} ^{Ac}	0
Desmonte	574+800	580+320	Arcillas rojas de pie de monte	Qc	0
Desmonte	580+880	581+260	Arcillas, areniscas y conglomerados	T _{c11-c12} ^{Bb-Bc1}	0
Desmonte	581+520	583+440	Gravas, arenas y limos y arcillas Terrazos fluviales	Qt	0

- Eje-4

Tipo	P.K. Inicio	P.K. Fin	Litología	Unidad Geotécnica	Explanada
Desmante	000+100	001+120	Conglomerados heterométricos de color rojo arcillas y areniscas	T_{22-21}^{Ab-Ac}	Roca
Desmante Falso Túnel	001+220	001+800	Calizas biclásticas areniscas y margas; Conglomerados heterométricos de color rojo arcillas y areniscas; Margas grises fosilíferas	$T_{C22-21}^{Ab-Ac} / T_{m22-21}^{Ab-Ac} / T_{22-21}^{Ab-Ac}$	Roca
Desmante	002+540	003+220	Margas grises fosilíferas	T_{m22-21}^{Ab-Ac}	Roca
Desmante	003+380	004+640	Margas grises fosilíferas	T_{m22-21}^{Ab-Ac}	IN

Tramificación del fondo de explanada

4.4.2.8. Tierra vegetal

El siguiente cuadro muestra los espesores de tierra vegetal obtenidos en cada calicata:

- Corredor A-2:

CALICATAS	COORDENADAS UTM			Margen	Pk (proyecto)	Espesor tierra vegetal (m)
	X (m)	Y (m)	Z (m)			
C-01	382.195	4.605.843	369	Izqdo	550+500	0,10
C-02	385.396	4.606.854	394	Izqdo	554+200	0,10
C-03	388.607	4.605.372	343	Izqdo	557+950	0,30
C-04	391.301	4.606.122	405	Izqdo	560+875	0,40
C-05	395.835	4.605.636	541	Dcho	565+675	0,05
C-06	397.241	4.605.218	568	Dcho	567+150	0,2
C-07	397.744	4.604.734	544	Dcho	567+870	0,2
C-08	399.260	4.603.228	431	Izqdo	570+160	0,5
C-09	404.866	4.599.468	192	Izqdo	577+330	0,1

- Variante de Collbató:

Calicata	COORDENADAS			Pk (proyecto)	Espesor tierra vegetal (m)
	X (m)	Y (m)	Z (m)		
C-C1	399.655.007	4.601.635.946	453,1	571+640	0,2
C-C2 BIS	399.749.181	4.601.527.599	442,2	571+800	0,3
C-C3	400.325.017	4.601.317.875	422,2	572+350	0,2
C-C4	400.707.976	4.601.366.872	393,05	572+750	0,2
C-C6 BIS	399.452.005	4.601.952.726	445,1	571+280	0
C-C7	401.541.954	4.601.411.869	333,15	573+580	0,4
C-C8	401.793.607	4.601.461.277	323,2	573+820	0,5
C-C9	402.304.367	4.601.406.322	296,1	574+350	0
C-C10 BIS	399.251.247	4.602.929.066	424,2	675+300	0,4
C-C11 BIS	40.038.486	4.601.372.742	439,1	572+100	0

4.4.3. Cimentación de estructuras

Se adjunta un cuadro resumen con las recomendaciones de cimentación de cada estructura.

Nombre Estructura	PPKK	Longitud (m)	Ancho (m)	Actuación	Prospecciones realizadas	Tipo de cimentación
PS 551-6	551+600	70,2	11.8	Demolición y nueva estructura	S-1	Superficial a 4 m. Unos 350 kN/m ²
PI 552-8	552+820	36.85	13.4	Se propone demolición y nueva estructura por mal estado de la misma. Se podría valorar la ampliación	P-2, C-4	Superficial
PI 554-9	554+900	58.5	9	Ampliación paso inferior tipo bóveda MD	P-3, C-6	Superficial
PI 555-3	555+300	24,6*	11,3*	Ampliación paso inferior vigas doble T. MD	C-7, P-4	Superficial a 4 m. Unos 300 kN/m ²
PI 555-4	555+430	36.8	4.6	Marco	C-7, P-4	Superficial a 4 m. Unos 300 kN/m ² Kv=134 MN/m ³
PS 556-1	556+100	94.1	7.8	Demolición y nueva estructura	P-5, C-9	Superficial a 3 m. Unos 300 kN/m ²
PS 556-7	556+700	82	11.8	Demolición y nueva estructura	-	Superficial a 3 m. Unos 300 kN/m ²
PI 557-2	557+180	86.8	8	Marco	P-6, C-11	Superficial a 2.0 m, 145 kPa Kv=10 MN/m ³
Viaducto Raval de Aguilera	557+535	111,00	31,9	Nueva construcción	-	Superficial
PS 557-9	557+900	92.4	31,80	Nueva construcción	S-9, P-5	Superficial a 3,5 m. Unos 300 kN/m ²
PI 1.4 C15	1+400 (C15)	37.71	8	Marco		Superficial
PI 1.08 C15	1+080 (C15)	30,0*	14,9*	Ampliación en MI y MD		Superficial
PI 1.12 C15	1+120 (C15)	19,6*	4,0*	Ampliación en MI y MD		Superficial
Viaducto de Can Pala	558+565	210,00	26.7	Nueva estructura	-	Superficial
Viaducto Sant Feliu	559+050	440,00	17.3	Nueva construcción	P-13, S-6, S-7	Estribo 1 hasta pila 6 inclusive (P.K. 560+060): profunda Resto: superficial de 4 a 5 m de profundidad unos 450 kN/m ²
PS-560.8	560+800	39.7	11.8	Viga en artesa	s-7, c-17	Semiprofunda
Viaducto Castellolí	561+745	60,00	20.3	Nueva construcción	S-9, P-15	Superficial a 5 m de profundidad. Unos 450 kN/m ²
PS 563-1	563+100	54,0	11,8	Estructura mixta de canto constante	S-10, C-20	Superficial
Viaducto de Cova d'en Solá	566+295	200	18.17	Nueva estructura	S-13, P-18	Superficial a 2-3 m de profundidad. Unos 450 kN/m ²
Viaducto Cal Mata	566+840	470,00	17.3	Nueva construcción	S-14, S-15, P-19	Estribos -superficial. Unos 400 kN/m ² Pilas: cimentación profunda.
Viaducto la Cova	567+455	234,00	20.755	Zona en variante	-	Profunda
PS 567-9	567+900	85,2	11.8	Nueva construcción	P-22	Superficial a 2,0 m. Unos 300 kN/m ²
PI.568-2	568+200	28,9*	9,0*	Ampliación en MI y MD	P-23	Superficial a 2,0 m. Unos 300 kN/m ²
PI 568-6	568+650	38,3*	4,0*	Ampliación en MI y MD	-	Superficial
PI 568-9	568+940	7,00	8,00	Ampliación en MI y MD. Demolición losa volada	P-24, C-29	Superficial, con alguna sustitución de terreno
PI 569-9	569+900	55,0*	11,0*	Ampliación en MI y MD	P-26	Superficial a 2,0 m. Unos 300 kN/m ²
PI 571-7	571+780	59.52	10.2	Marco	Vte.Coll.P-1, C-2bis	Superficial a 1,6 m. Unos 180 kPa K=3,6 MN/m ³

Nombre Estructura	PPKK	Longitud (m)	Ancho (m)	Actuación	Prospecciones realizadas	Tipo de cimentación
PS 572-3	572+300	78.3	7.8	Marco	Vte.Coll.P-2,C-3	Superficial a 2,0 m. Unos. 180 kPa K=3,6 MN/m ³
Viaducto de Can Dalmases 1	570+975	219,00	18,10	Vigas prefabricadas doble T	Vte. Coll. S-1	Profunda
Viaducto de Can Dalmases 2	574+505	140	19,5	Sección Cajón canto constante	Vte. Coll. S-1	Profunda
PI 573-5	573+580	48,50	8,00	Marco	Vte.Coll.P-4,C-7	Superficial. 200 kPa K=11 MN/m ³
PI 573-8	573+860	46,25	8,00	Marco	Vte.Coll.P-5, C-8	Superficial. 100 kPa K=2 MN/m ³
PI 575-6	575+680	33,06	8,00	Marco	P-31, C-36	Superficial a 2,5 m. Unos 300 kPa K=17 MN/m ³
PS 577-0	577+000	40	7.8	Viga Artesa	S-18	Profunda
PS 578-6	578+600	80	11,8	Viga Artesa	S-19	Profunda
PI 578-2	578+260	47,2*	6,0*	Ampliación en MI y MD	P-32	Superficial
PI 578-8	578+800	42,00	9,98	Vigas prefabricadas	P-36,P-37,C-45	Profunda
PS 579-9	579+900	94.35	11.8	Estructura mixta de canto constante	P-36,P-37,C-45	Profunda
Viaducto de la Magarola MD	580+560	160,30	14,50	Viaducto de fábrica, demolición y ejecución de estructura nueva	P-38	Profunda
Viaducto de la Magarola VS MI	580+580	196,80	23.36	Desplazar vigas	-	Profunda
Viaducto de Magarola VS MI	580+200	192,8*	11,30*	Demolición del lado izquierdo en 3,22*-3,26* m (según avance de pp.kk. de eje-217 de trazado). Reutilización de vigas del lado izquierdo para la ampliación de entre 4,82* y 4,86* m por el lado derecho (según avance de pp.kk. de eje-217 de trazado)		Pilas 2,3 y 4: Profunda E-1, E-2 y Pilas 1 y 5: Directa
PS 0.1E581 R2	579+640	70,25	23	Estructura nueva	P-37	Superficial, con alguna sustitución de terreno
PS 580-0	580+000	112	11.8	Estructura mixta de canto constante		Profunda
PI 581-6	Calzada izq.581+600.	23.36	16	Losa	P-42, C-49	Profunda
	Calzada der.581+600	23.26	16	Losa		
PI 581-6 MD	581+620	23,26	12,50	Losa	P-42, C-49	Profunda
PS-582-0	582+000	160	18,6	Estructura hiperestática de canto variable		Profunda
PS 582-3	582+300	76.9	14.8	Estructura mixta de canto constante	S-21	Profunda
Pasarela 555-3	555+300	41	3	Pasarela metálica		Estribo Izdo: Profunda (Relleno antrópico) Estribo derecho: Superficial
Falso Túnel	Eje-4 Pk.1+250 a 1+490	240		Falso Túnel		Superficial

4.4.4. Procedencia de materiales

En este apartado se realiza un estudio de los yacimientos cercanos al trazado que podrán aportar material para las distintas unidades de obra cuyas necesidades no se vean cubiertas con el producto de excavación de los desmontes de la traza

4.4.4.1. Canteras

Nº EXPLOTACIÓN	MUNICIPIO	CANTERA	COORDENADAS		DISTANCIA media hasta Martorell en Km	TITULAR	MATERIAL	UTILIZACIÓN
			X	Y				
C - 1	Llinars del Vallès	J. RIERA S.A.	435.100	4.610.880	72	Hanson, S.L.	Granito	Árido grueso en mezclas bituminosas en base e intermedia para tráfico T0 y zahorra artificial Base/sub-base ZA-40 en T0
C - 2	Cugat del Vallès	BERTA	417.791	4.590.461	25	Jaime Franquesa S.A.	Granito	Es utilizada como árido calizo en la elaboración de aglomerados asfálticos, hormigones, morteros, bases y sub-bases en carreteras, lechos filtrantes, etc.
C - 3	Alcover	LA PONDEROSA	345.735	4.569.057	80	Canteras La Ponderosa S.A.	Calizas	Árido para mezclas bituminosas, capas granulares y escolleras
C - 4	Riudecols	PUIG MARÍ	327.300	4.559.600	110	Canteras La Ponderosa S.A.	Granito	Mezclas bituminosas discontinuas en capa de rodadura tipo "M", núcleo, coronación y cimiento normal
C - 5	Alforja	ALFORJA	329.300	4.559.400	105	CUMESA	Corneanas	Gravilla para mezclas asfálticas, Zahorra, Balasto
C - 6	San Feliu de Buixalle	MAGÁN	436.350	4.627.450	85	J.M.D. Áridos y hormigones S.L.	Granito	Zahorra para base/sub-base ZA-40 en T0 y árido para mezclas bituminosas base/sub-base
C - 7	Altafulla	FERRÁN	362.135	4.556.840	65	Ferrán S.L.	Dolomías	Núcleo, relleno de falso túnel, coronación y cimiento normal, refuerzo y drenante. Árido para hormigón.
C - 8	Roda de Bará	LÁZARO	372.890	4.561.805	60	Comercial Lázaro S.A.	Calizas	Núcleo, relleno de falso túnel, coronación y cimiento normal, refuerzo y drenante. Árido para hormigón.
C - 9	Molins de Rei	COGAS S.L.	417.618	4.586.202	50	COGAS S.L.	Gravas y arenas.	Relleno (núcleo y espaldones) y cimiento normal, refuerzo y drenante, coronación. Áridos para hormigón.
C - 10	Olesa de Bonevalls	DE OLESA	405.256	4.576.955	42	J-Riera S.A.	Calizas	Para hormigón, mezclas bituminosas, prefabricados, zahorras, etc.
C - 11	Begues	BEGUES	407.006	4.577.335	49	CEMEX	Calizas	Para mezclas bituminosas, hormigón y mortero y bases y subbases.
C - 12	Torrelles de Llobregat	CAN GALLINA	415.790	4.580.365	35	OBRAS Y SERVICIOS ROIG, S.A.	Pizarras	Núcleo de terraplén
C - 13	Cervelló	CALTITA	406.878	4.583.315	29	LAFARGE	Calizas	Para pedraplén. Relleno (núcleo y espaldones) y cimiento normal, refuerzo y drenante, coronación. Áridos para hormigón.
C - 14	Vallirana	HERMANOS FOJ	415.322	4.584.502	34	CANTERAS FOJ S.A.	Calizas	Es utilizada como árido calizo en la elaboración de aglomerados asfálticos, hormigones, morteros, bases y sub-bases en carreteras, lechos filtrantes, etc.

4.4.4.2. Graveras

GRAVERAS								
G - 1	Sallent	PEDRERA BUSQUET	407.304	4.628.957	35	Arids del Solestany S.A.	Áridos y gravas	Arido para diferentes capas de base, hormigón y mezclas bituminosas
G - 2	Molins de Rei	EL TRUQUELL Y CAN CLARAMUNT	417273	4585831	20	Arids Anton S.L.	Áridos y gravas	Arido para diferentes capas de base, hormigón y mezclas bituminosas
G - 3	Abrera	ROCAMORA	408.269	4.598.015	8	Arids Rocamora S.L.	Áridos y gravas	Arido para diferentes capas de base, hormigón y mezclas bituminosas
G - 4	Terrassa	SORRANOVA	414.393	4.599.375	15	Sorres i Graves Egara S.A.	Áridos y gravas	Arido para diferentes capas de base, hormigón y mezclas bituminosas

 4.4.4.3. Plantas de suministro

Denom.	Empresa	Término Municipal	Teléfono	Localización		
				Coord. X	Coord. Y	Situación
PLANTAS DE HORMIGÓN						
PH-1	ANEFHOP	Odena	938 060 552	387.058	4603661	Avda. Montserrat, 7
PH-2	ANEFHOP	Piera	938 060 552	395.331	4598135	Pol.Ind Piera, Parcela C2/2
PH-3	PROMSA	Igualada	938 033 693	385.998	4604616	Pol. Ind. Les Comes c/ Alemania, parcelas 30-31
PH-4	FIASA	Vilanova del Camí	938 060 679	387.973	4602719	Pol. Ind. Plà del Rigat, 12.3
PH-5	Hanson Hispania S.A	Abrera	937 702 700	408.988	4595848	Camino de los Can Pous
PH-6	Betón Catalán S.A	Sant Cugat del Vallès	936 750 206	424.678	4592179	Avd.Cerdanyola/ Can Sola
PLANTAS DE AGLOMERADO						
PA-1	Asfaltos De L'anoia	Abrera	938 280 390	408.416	4598030	Carretera C-55 km 2
PA-2	Asfaltos Barcino S.L.	Vacarisses	-	410.090	4603026	Carretera BV1211; km 4,5
PA-3	Pabasa Euroasfalt S.L.	Cervelló	937 363 636	406.559	4583512	N-340, Km 1229,5
PA-5	Asfaltados y Equipos de maquinaria S.L.	Mollet del Vallés	647 131 215	435.920	4600330	Pol. Ind. Can Magarola
PA-5	Asfaltos Augusta SL	Cervelló	937 369 363	405.719	4583323	N-340, Km 1231

4.4.4.4. Préstamos

Según el balance de tierras del proyecto no es necesario recurrir a préstamos, puesto que es excedentario en tierras.

No obstante, se adjuntan los préstamos propuestos en el anteproyecto, localizados sobre depósitos coluviales y donde se indica que no se llevaron a cabo reconocimientos geotécnicos

4.5. EFECTOS SÍSMICOS

4.5.1. Generalidades

Es de aplicación la “Norma de Construcción Sismorresistente: puentes (NCSP-07)”, aprobada en el Real Decreto 637/2007 de 18 de mayo. Esta norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la realización de los diferentes proyectos.

4.5.2. Criterios de aplicación de la Norma

Según el apartado 2.8. de la Norma NCSP-07, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones siguientes:

- Cuando la aceleración sísmica horizontal básica a_b del emplazamiento sea inferior a 0,04 g; siendo g la aceleración de la gravedad.
- Cuando la aceleración sísmica horizontal de cálculo a_c sea inferior a 0,04 g.

4.5.3. Acciones sísmicas

4.5.3.1. Clasificación de los puentes

De manera general las estructuras pertenecientes al tronco de la autovía se definen de importancia especial al formar parte de la red de alta capacidad mientras que los pasos superiores y los pasos inferiores se clasifican como de importancia normal. De manera excepcional, en el caso del paso superior PS 557-9, que forma parte del enlace 558 Vilanova, se considera la estructura de importancia especial.

4.5.3.2. Aceleración sísmica básica

El valor de la aceleración sísmica básica para los términos municipales que atraviesa la traza resulta:

$$a_b/g = 0,04 \quad k = 1,00$$

Por lo tanto, es preceptiva la aplicación de la Norma NCSP-07 para este anteproyecto.

4.5.4. Aceleración sísmica de cálculo

En el anejo se describe el cálculo de la aceleración sísmica horizontal de cálculo, a_c , de acuerdo con la NCSP-07.

4.6. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

En el Anejo nº5, se incluyen los trabajos necesarios para llegar a la definición de los aspectos relativos a los elementos de drenaje de la autovía, incluyendo el Estudio Climatológico y el Estudio Hidrológico.

En el apartado de Climatología se han obtenido los siguientes datos asociados al estudio del clima:

- Valores de las variables climáticas principales, destacando las que resulten de mayor importancia para la ejecución y el correcto funcionamiento de las obras a proyectar, como son el régimen de precipitaciones y temperaturas, entre otras.
- Caracterización climática de la zona estudiada con objeto de conocer las especies vegetales más adecuadas para una posible revegetación.
- Estimación de los días aprovechables para la ejecución de las principales unidades de obra asociadas a la construcción de la carretera.

Los análisis climatológicos se han hecho utilizando principalmente *datos duros* (“*sound data*”) procedentes de las redes de medida hidrometeorológica de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) a través de su Centro Meteorológico Territorial de Cataluña y los pertenecientes a la red de estaciones meteorológicas de las Agencia Catalana del Agua (ACA).

Por cercanía a la traza de la carretera a lo largo de su recorrido, el estudio climatológico se ha realizado a partir de la información de las siguientes estaciones:

CODIGO	RED	NOMBRE	ALTITUD	UTM X	UTM Y	PERIODO DE DATOS
0163A	AEMET	ESPARREGUERA (GORGONÇANA)	292	906444	4610029	1979-2018
0171C	AEMET	IGUALADA (AJUNTAMENT)		884995	4613335	1981-2013
0164	AEMET	MARTORELL (LA TORRE)	671	911728	4603796	1986-2003
0149D	AEMET	MANRESA (LA CULLA)	291	902669	4630027	1985-2017
CE	ACA	ELS HOSTALETS DE PIEROLA	316	400569	4598401	1997-2016
H1	ACA	ODENA	333	387728	4604734	2003-2016
XC	ACA	CASTELLBISBAL	147	414460	4592430	2008-2016

A partir del análisis de los datos procedentes de las estaciones meteorológicas se ha podido determinar la climatología de la zona de estudio. Esta es una zona de precipitaciones fundamentalmente concentradas en primavera y otoño, con un valor medio anual medio entre 500 y 595 mm.

La temperatura media anual es de 15°C, con una media de máximas de 36°C en verano y de mínimas en torno a los -2°C en invierno. La evaporación anual es ligeramente inferior a 1000 mm, con valores máximos medios mensuales en verano que pueden superar los 130 mm.

La humedad relativa media de la zona es del 69%, con máximos históricos cercanos al 96% y mínimos que se acercan al 33%, con una radiación máxima de 25 MJ/m² en verano. El viento sopla predominantemente al sur y al noreste con velocidades medias asociadas de 12 km/h.

En la zona de la vía sólo se presentan dos días al año con nieve, siendo la zona de El Bruc la más crítica en este sentido como cabe esperar, ya que es la zona más alta de la vía con altitudes que superan los 550 msnm. La niebla y las heladas se presentan entre el 8% y el 14% del año aproximadamente en la zona de Igualada, disminuyendo sensiblemente según se avanza hacia la costa.

Las particularidades climáticas más relevantes de la zona de estudio son la baja pluviosidad, concentrada en otoño, siendo éste, junto con la primavera, los períodos más húmedos del año; y la aridez mediterránea en verano a la que se le puede asociar el tipo climático continental hasta la población de Esparreguera y Mediterráneo Marítimo desde este punto hasta el final del trazado.

Respecto a los días trabajables netos, se considera que se podrá trabajar en el entorno del 90% del año, algo menos en relación a las unidades de obra relativas al paquete de firme (87% del año) y algo más respecto a las unidades de obra relacionadas con la explanación y las obras de fábrica. (93% del año).

En el **Estudio Hidrológico** se han obtenido los máximos caudales de las cuencas interceptadas por el trazado de la vía en estudio.

Respecto a la Normativa aplicable, se han seguido dos metodologías diferentes de cálculo de caudales de diseño de obras de drenaje transversal de carreteras:

- Metodología incluida en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC. (2016).
- Metodología recogida por la Agencia Catalana del Agua (ACA) en sus Guías Técnicas: Recomendaciones técnicas para los estudio de inundabilidad de ámbito local (ACA, 2003) y Recomendaciones técnicas para el diseño de infraestructuras que interfieren con el espacio fluvial (ACA, 2006).

Las cuencas interceptadas por la traza se han identificado en el Modelo Digital del Terreno puesto a disposición pública por el Instituto Geográfico y Geológico de Cataluña. Para la delimitación de las cuencas de aportación se han tenido en cuenta la topografía del terreno, las vertientes existentes y los cursos de agua definidos en la cartografía digital.

En la siguiente tabla, se muestran los caudales obtenidos:

Cuenca	pk	Torrente	Superficie	CAUDALES		
			(km ²)		T100	T500
Cuenca 1	pk 550+500		0,192	5,41	7,40	Cuenca 1
Cuenca 2	pk 550+700		0,101	3,05	4,41	Cuenca 2
Cuenca 3	pk 551+130	TORRENT DE CAL BASCARÓ	6,184	42,97	65,26	Cuenca 3
Cuenca 4	pk 551+200		0,018	1,22	1,65	Cuenca 4
Cuenca 5	pk 551+400		0,035	2,30	3,00	Cuenca 5
Cuenca 6	pk 551+750		0,592	11,18	16,07	Cuenca 6
Cuenca 7	pk 551+900		0,199	5,12	7,30	Cuenca 7
Cuenca 8	pk 552+350	TORRENT DE MAS ARNAU	10,559	69,04	105,56	Cuenca 8
Cuenca 9	pk 552+600		0,019	2,15	2,82	Cuenca 9
Cuenca 10	pk 552+800		0,026	1,17	1,73	Cuenca 10
Cuenca 11	pk 553+100		0,066	2,70	3,85	Cuenca 11
Cuenca 12	pk 553+350		0,397	12,46	18,98	Cuenca 12
Cuenca 13	pk 553+500		0,053	2,65	3,59	Cuenca 13
Cuenca 14	pk 553+750		0,133	6,60	9,56	Cuenca 14
Cuenca 15	pk 554+300		0,101	5,81	8,16	Cuenca 15
Cuenca 16	pk 555+150	RIERA D' ODENA	37,312	142,36	229,19	Cuenca 16
Cuenca 17	pk 555+500		0,622	11,85	17,16	Cuenca 17
Cuenca 18	pk 556+500	TORRENT DE SANT MIQUEL	2,328	18,16	27,38	Cuenca 18
Cuenca 19	pk 557+300	TORRENT DEL RABAT	0,245	4,92	7,15	Cuenca 19
Cuenca 20	pk 557+600	TORRENT DEL RABAT D'AGUILERA	5,542	40,01	62,51	Cuenca 20
Cuenca 21	pk 558+100		0,251	5,62	8,06	Cuenca 21
Cuenca 22	pk 558+500	TORRENT DE CAL MARQUES	0,368	4,79	7,44	Cuenca 22
Cuenca 23	pk 558+600		0,261	4,62	7,20	Cuenca 23
Cuenca 24	pk 559+200		0,031	1,10	1,58	Cuenca 24
Cuenca 25	pk 559+300		0,363	6,52	9,99	Cuenca 25
Cuenca 26	pk 560+000	TORRENT DE SANT FELIU	8,046	32,69	55,18	Cuenca 26
Cuenca 27	pk 560+200		0,025	1,28	1,84	Cuenca 27
Cuenca 28	pk 560+500		0,158	5,40	7,98	Cuenca 28
Cuenca 29	pk 561+000	TORRENT DE CAL CARLES	1,439	12,66	20,75	Cuenca 29
Cuenca 30	pk 561+300		0,072	2,06	3,15	Cuenca 30
Cuenca 31	pk 561+450		0,093	4,23	6,12	Cuenca 31
Cuenca 32	pk 561+500		0,008	0,51	0,71	Cuenca 32
Cuenca 33	pk 561+750	TORRENT DE CAN TARDÀ	5,042	37,64	61,49	Cuenca 33
Cuenca 34	pk 561+950		0,017	0,54	0,86	Cuenca 34
Cuenca 35	pk 562+100		0,058	1,49	2,43	Cuenca 35
Cuenca 36	pk 562+250		0,373	6,77	10,87	Cuenca 36
Cuenca 37	pk 563+000	TORRENT DE LA FONT DEL MAGINET	1,337	20,57	32,63	Cuenca 37
Cuenca 38	pk 563+200		0,024	1,27	1,86	Cuenca 38
Cuenca 39	pk 563+350		0,042	1,85	2,91	Cuenca 39
Cuenca 40	pk 563+600		0,072	2,74	4,26	Cuenca 40

Cuenca	pk	Torrente	Superficie (km ²)	CAUDALES		
					T100	T500
Cuenca 41	pk 563+900		0,100	2,92	4,56	Cuenca 41
Cuenca 42	pk 563+950		0,115	2,78	4,56	Cuenca 42
Cuenca 43	pk 564+600		0,195	3,32	5,56	Cuenca 43
Cuenca 44	pk 565+000	TORRENT DE LA FONT DE CAN SOLÀ	0,736	7,38	12,08	Cuenca 44
Cuenca 45	pk 565+100		0,348	4,27	6,99	Cuenca 45
Cuenca 46	pk 565+450		0,152	3,37	5,43	Cuenca 46
Cuenca 47	pk 565+750		0,045	1,11	1,92	Cuenca 47
Cuenca 48	pk 565+900		0,009	0,80	1,11	Cuenca 48
Cuenca 49	pk 566+150		0,024	1,00	1,71	Cuenca 49
Cuenca 50	pk 566+300	TORRENT DE LA COVA DEL SOL	2,185	22,03	36,37	Cuenca 50
Cuenca 51	pk 566+850	TORRENT DE CAL MATA	1,552	10,40	17,91	Cuenca 51
Cuenca 52	pk 567+450	TORRENT DE LA COVA	0,206	3,90	6,30	Cuenca 52
Cuenca 53	pk 567+950		0,065	4,55	6,54	Cuenca 53
Cuenca 54	pk 568+200		0,045	1,98	2,97	Cuenca 54
Cuenca 55	pk 568+500		0,065	4,95	6,98	Cuenca 55
Cuenca 56	pk 569+000		0,078	5,19	7,13	Cuenca 56
Cuenca 57	pk 569+300		0,056	4,83	6,42	Cuenca 57
Cuenca 58	pk 570+400		0,143	4,22	6,74	Cuenca 58
Cuenca 59	pk 570+500	TORRENT DE L'ILLA	4,472	41,03	70,47	Cuenca 59
Cuenca 60	pk 570+900	TORRENT DEL CASTELL	4,349	44,70	74,58	Cuenca 60
Cuenca 61	pk 571+250		0,170	4,27	7,11	Cuenca 61
Cuenca 62	pk 571+700	TORRENT DE LA MAÇANA	6,644	75,01	121,72	Cuenca 62
Cuenca 63	pk 572+550		0,276	13,89	18,43	Cuenca 63
Cuenca 64	pk 572+650		0,029	2,63	3,49	Cuenca 64
Cuenca 65	pk 572+800		0,035	1,79	2,82	Cuenca 65
Cuenca 66	pk 573+200		0,019	1,42	2,00	Cuenca 66
Cuenca 67	pk 573+250		1,503	34,15	54,90	Cuenca 67
Cuenca 68	pk 573+400	TORRENT DE LA FUMADA	1,001	26,31	42,14	Cuenca 68
Cuenca 69	pk 573+900		0,289	8,88	14,17	Cuenca 69
Cuenca 70	pk 571+000		1,751	23,50	36,58	Cuenca 70
Cuenca 71	pk 571+250		0,012	0,58	0,96	Cuenca 71
Cuenca 72	pk 571+350		0,009	0,49	0,82	Cuenca 72
Cuenca 73	pk 571+650		0,005	0,18	0,29	Cuenca 73
Cuenca 74	pk 571+850		0,025	0,65	1,12	Cuenca 74
Cuenca 75	pk 572+100		0,004	0,10	0,17	Cuenca 75
Cuenca 76	pk 572+250		0,008	0,17	0,30	Cuenca 76
Cuenca 77	pk 572+500		0,026	0,66	1,14	Cuenca 77
Cuenca 78	pk 572+650		0,008	0,21	0,36	Cuenca 78
Cuenca 79	pk 572+950		0,055	1,06	1,82	Cuenca 79
Cuenca 80	pk 573+050		0,056	0,87	1,54	Cuenca 80

Cuenca	pk	Torrente	Superficie (km ²)	CAUDALES		
					T100	T500
Cuenca 81	pk 573+250		0,044	0,71	1,28	Cuenca 81
Cuenca 82	pk 573+550		0,092	2,56	4,00	Cuenca 82
Cuenca 83	pk 573+850		0,082	1,33	2,28	Cuenca 83
Cuenca 84	pk 574+500	RIERA DE CAN DALMASES	23,467	154,30	259,64	Cuenca 84
Cuenca 85	pk 575+400	RIERA DE CAN DALMASES	23,905	156,40	263,73	Cuenca 85
Cuenca 86	pk 575+500		0,032	1,63	2,30	Cuenca 86
Cuenca 87	pk 575+650		0,037	1,26	1,98	Cuenca 87
Cuenca 88	pk 575+900		0,050	1,56	2,46	Cuenca 88
Cuenca 89	pk 576+000		0,022	1,05	1,55	Cuenca 89
Cuenca 90	pk 576+100		0,039	1,91	2,87	Cuenca 90
Cuenca 91	pk 576+300		0,014	1,35	1,80	Cuenca 91
Cuenca 92	pk 576+500		0,008	0,59	0,79	Cuenca 92
Cuenca 93	pk 578+000		0,249	6,45	10,24	Cuenca 93
Cuenca 94	pk 578+450		0,074	7,82	10,39	Cuenca 94
Cuenca 95	pk 578+800	TORRENT MAL	27,924	189,40	383,00	Cuenca 95
Cuenca 96	pk 579+200		0,146	13,12	17,43	Cuenca 96
Cuenca 97	pk 579+500		0,214	13,38	19,32	Cuenca 97
Cuenca 98	pk 579+600		0,054	2,53	3,86	Cuenca 98
Cuenca 99	pk 579+800		0,143	6,12	9,35	Cuenca 99
Cuenca 100	pk 580+600	RIERA DE MARGAROLA	96,305	495,10	1036,70	Cuenca 100
Cuenca 101	pk 581+850		0,589	13,55	21,54	Cuenca 101
Cuenca 102	pk 582+500	TORRENT D'ABRERA	2,732	37,24	59,13	Cuenca 102
Cuenca 103	pk 583+150		0,469	13,55	20,60	Cuenca 103
Cuenca 104	C-15 pk 1+000		1,445	23,97	36,31	Cuenca 104
Cuenca 105	Eje 57 pk 0+500		7,324	44,74	74,46	Cuenca 105
Cuenca 15a	pk 554+300a		0,027	1,84	2,59	Cuenca 15a
Cuenca 70a	pk 571+000a		0,190	4,80	7,46	Cuenca 70a
Cuenca 81a	pk 573+250a		0,006	0,13	0,23	Cuenca 81a

En relación al **Drenaje transversal**, en primer lugar, se realizó un inventario de las obras de drenaje existentes y se comprobó su validez en base a la actual normativa vigente de Ministerio de Fomento y de la Agencia Catalana del Agua.

De las obras de drenaje existentes analizadas, 6 requieren ser prolongadas y redefinidas sus embocaduras, 16 requieren ser sustituidas por insuficiente capacidad hidráulica y dos ellas, requieren una redefinición hidráulica ejecutándose dos encauzamientos. Son el caso del cruce de la Riera de Alfabrega (Enlace del P.K. 578+200) donde se ha previsto cruzar bajo el ramal del acceso a la glorieta sur mediante un marco de 6.5 m de ancho y 5 m de altura y del Torrent de Mal, donde se ha previsto un encauzamiento de 230 m a la salida de la actual obra de drenaje.

Además, se han previsto nuevas obras de drenaje situadas en puntos sin drenaje en el actual trazado o en el tramo de variante.

Las dimensiones mínimas de las obras de drenaje son marcos de 2x2 m por considerarse que facilitan el paso de fauna. Las obras de drenaje transversal que desaguan zonas internas en los enlaces se ha supuesto un caudal de 0,500 m³/s. En fases posteriores el cálculo se realizará utilizando el método que marca la actual norma de drenaje.

En la siguiente tabla, se muestran las ubicaciones y características de las obras proyectadas.

TABLA 1. PROPUESTA DE ACTUACIÓN EN EL DISEÑO DEL DRENAJE TRANSVERSAL

NÚM.	DENOMINACIÓN	CUENCAS	PK	CAUDAL (m³/s)	NOMBRE CAUCE	Tipo de obra	Longitud (m)	Pendiente (%)	Cota de entrada	Cota de salida	Manning	Vmax (m/s)	Entrada-Control	Calado entrada (m)	Calado salida (m)	Altura de energía (m)
1	ODT 550.7	Cuenca 2	550+717,35	4.410	-	2 Tubos de 1500 mm	92.22	-2.44	360.99	359.35	0.015	4.408	SI	362.44	0.489	0.838
2	ODT 551.1	Cuenca3	551+135,46	65.263	TORRENT DE CAL BASCARÓ	2 Marcos 4.00x3.50 m	99.97	-2.58	338.25	335.51	0.025	5.911	SI	341.55	1.379	3.151
3	ODT 551.6	Cuenca 5	551+639,390	3.003	-	2 Marcos de 3.00 x 2.00 m	80.00	-8.44	349.68	342.92	0.035	4.864	SI	350.43	0.826	0.934
4	ODT 551.8	Cuenca 6	551+772,754	16.071	-	2 Marcos de 3.00 x 2.50 m	148.34	-1.49	338.45	336.24	0.015	5.444	SI	340.28	0.986	1.830
5	ODT 551,9	Cuenca 7	551+890,498	7.299	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	80.47	-4.98	340.30	336.29	0.025	5.028	SI	341.80	0.786	1.503
6	ODT 552,3	Cuenca 8	552+337,992	105.564	TORRENT DE MAS ARNAU	Marco de 10.0 x 5.00 m	142.83	-0.55	319.90	319.15	0.015	2,530	SI	322.36	3.210	1.650
7	ODT 553,1	Cuenca 11	553+089,989	3.850	-	Tubo metálico de 4.90 m	62.04	-12.56	378.70	368.77	0.024	5.698	SI	379.39	0.377	0.691
8	ODT 553,3	Cuenca 12	553+374,314	18.984	-	Marco 4.00x2.00 m	64.82	-2.26	377.91	376.46	0.030	5.759	SI	379.25	0.802	1.253
9	ODT 553,6	Cuenca 14	553+665,361	9.558	-	Marco 4.00x2.00 m	137.13	-6.03	389.42	381.15	0.025	5.516	SI	390.79	0.580	1.138
10	ODT E554 RA4	-	0+107,547	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	56.14	-2.37	391.00	389.67	0.015	2.194	SI	391.16	0.114	0.159
11	ODT554,3	Cuenca 15	554+297,072	8.162	-	2 Marcos de 2.00 x 2.00 m	102.83	-0.52	386.60	386.07	0.015	2.128	SI	387.88	1.278	1.284
12	ODT 554,9	Cuenca 15b	554+934,253	2.380	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	107.96	-5.66	346.81	340.84	0.15	6.414	SI	353.09	0.186	0589
13	ODT 555,1	Cuenca 16	555+131,506	229.194	RIERA D' ODENA	Bóveda 9.80 x 7.00 m	139.99	-0.06	323.58	323.49	-	-	-	-	-	-
14	ODT 555,2	Cuenca 16ª	555+237,855	0.590	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	98.11	-8.07	334.09	326.18	0.015	3.569	SI	334.33	0.083	0.232
15	ODT E555 VS MI E554-555	-	0+090,000	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	23.12	-3.29	341.88	341.12	0.015	3.524	SI	341.94	0.058	0.251
16	ODT E555RA4	-	0+030,707	0.500	-	Marco de 1.50 x 1.50 m	13.51	-1.04	344.97	344.83	0.015	3.687	SI	345.01	0.125	0.358
17	ODT E555RA3	-	0+103,596	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	52.09	-1.44	334.35	333.60	0.015	3.258	SI	334.56	0.132	0.259
18	ODT E555 VS MD E555-557	-	0+050,654	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	15.61	-5.96	329.07	328.14	0.015	2.584	SI	329.17	0.214	0.265
19	ODT 555,5	Cuenca 17	555+518,714	17.159	-	Marco de 3.50 x 3.50 m	127.85	-3.68	326.15	321.45	0.025	5.442	SI	328.18	0.903	2.034
20	ODT 556,5	Cuenca 18	556+464,515	27.378	TORRENT DE SANT MIQUEL	Marco de 6.00 x 3.00 m	122.40	-2.33	332.85	330.00	0.020	5.657	SI	334.92	0.807	2.066
21	E555 VS MD E555-557-a	-	1+043,446	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	21.24	-10.00	343.50	342.08	0.015	4.404	SI	343.52	0.258	0.268
22	E557 VS MI E555-557	-	0+101,199	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	25.54	-1.58	342.58	341.52	0.015	3.846	SI	340.63	0.065	0.179
23	E555 VS MD E555-557-b	-	1+122,261	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	15.74	-2.00	344.55	344.24	0.015	2.569	SI	344.894	0.089	0.168
24	E557 RA3	-	0+144,140	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	13.29	-0.50	351.61	351.54	0.015	1.488	SI	351.89	0.224	0.329
25	ODT 557,3	Cuenca 19	557+281,970	7.154	TORRENT DEL RABAT	Marco de 2.00 x 2.00 m	109.80	-1.05	339.95	338.80	0.015	4.106	SI	341.56	0.871	1.606
26	ODT 558,0	Cuenca 21	558+041,568	8.055	-	Marco de 3.00 x 2.00 m	71.68	-0.30	336.25	336.03	0.015	2.719	SI	337.69	0.988	1.291

NÚM.	DENOMINACIÓN	CUENCAS	PK	CAUDAL (m³/s)	NOMBRE CAUCE	Tipo de obra	Longitud (m)	Pendiente (%)	Cota de entrada	Cota de salida	Manning	Vmax (m/s)	Entrada-Control	Calado entrada (m)	Calado salida (m)	Altura de energía (m)
27	ODT E558 RA7	-	0+291,518	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	10.93	-1.65	347.09	346.91	0.015	2.002	SI	347.34	0.125	0.241
28	ODT E558 RA2	-	0+305,770	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	14.56	-0.62	336.67	336.58	0.015	0.496	SI	337.12	0.504	0.352
29	ODT E558 RA1/2	-	0+426,469	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	28.89	-1.21	336.06	335.66	0.015	1.902	SI	336.33	0.131	0.274
30	ODT E558 C-15 (TRAMO 1)	-	0+100,131	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	24.92	-0.80	335.44	335.25	0.015	1.63	SI	335.400	0.153	0.312
31	ODT E558 C-15 (TRAMO 2)	-	1+569,495	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	41.08	-0.80	335.09	334.76	0.015	1.63	SI	335.400	0.153	0.312
32	ODT E558 RA4	-	0+150,000	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	26.30	-2.40	332.96	332.33	0.015	2.179	SI	333.11	0.115	0.211
33	ODT E558 RA3/4	-	0+247,804	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	83.94	-3.89	331.66	328.40	0.015	2.162	SI	329.62	0.116	0.222
34	ODT E558 RA3	-	0+070,000	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	16.66	-1.44	337.79	337.50	0.015	1.916	SI	338.07	0.131	0.266
35	ODT E558 RA5/6	-	0+317,236	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	30.53	-2.47	346.08	345.23	0.015	2.299	SI	345.68	0.109	0.179
36	ODT 559,3	Cuenca 25	559+330,507	9.989	-	Marco de 15.0 x 3.50 m	68.14	-1.91	364.17	362.73	0.015	0.814	SI	364.88	0.948	0.682
37	ODT 560,4	Cuenca 28	560+370,024	1.595	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	47.30	-10.22	380.25	375.31	0.020	5.861	SI	380.91	0.293	0.910
38	ODT 560,6	Cuenca 28	560+461,783	6.380	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	65.60	-1.89	380.65	379.65	0.015	4.556	SI	382.12	0.700	1.469
39	ODT E561 RA1	-	0+194,00	-	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	13.52	-7.25	394.00	392.70	0.015	3.304	SI	394.23	0.101	0.179
40	ODT 561,0	Cuenca 29	561+010,500	20.754	TORRENT DE CAL CARLES	2 Marcos de 3.00 x 2.00 m	111.35	-2.21	392.32	389.84	0.025	4.747	SI	393.81	1.093	1.485
41	ODT 561,96	Cuenca 34	561+980,673	0.863	-	Ducto chapa 3.00 x 2.00 m	48.83	-3.68	411.60	409.57	0.024	2.632	SI	412.18	0.295	0.576
42	ODT 562,09	Cuenca 35	562+079,019	2.428	-	Ducto chapa 3.00 x 2.00 m	40.70	-9.45	419.85	416.00	0.024	5.04	SI	420.79	0.386	0.937
43	ODT 562,2	Cuenca 36	562+258,156	10.875	-	2 Marcos de 2.00 x 2.00 m	82.28	-3.51	431.80	428.91	0.015	5.517	SI	433.24	0.493	1.437
44	ODT 562,9	Cuenca 37	562+958,112	32.634	TORRENT DE LA FONT DEL MAGINET	2 Marcos de 3.00 x 2.00 m	138.85	-2.25	465.79	462.67	0.035	4.596	SI	467.23	1.183	1.43
45	ODT E564 RA4-a	-	0+064,567	0.500	-	2 Marcos de 3.00 x 2.00 m	98.13	-0.50	471.40	470.86	0.015	3.254	SI	471.46	0.056	0.179
46	ODT E564 RA4-b	-	0+336,179	0.500	-	2 Marcos de 3.00 x 2.00 m	46.85	-1.54	467.37	466.65	0.015	2.568	SI	467.89	0.054	0.179
47	ODT E564 RA3-a	-	0+858,147	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	26.51	-7.58	471.39	469.38	0.015	2.567	SI	471.45	0.055	0.179
48	ODT E564 RA3-b	-	0+964,417	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	37.97	-0.90	471.87	471.50	0.015	3.254	SI	471.95	0.053	0.179
49	ODT E564 GLORIETA 1	-	0+702,828	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	66.52	-12.58	480.94	472.57	0.015	3.268	SI	481.05	0.054	0.179
50	ODT E564 RA2	-	0+085,409	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	29.08	-3.47	478.95	477.94	0.015	3.92	SI	479.39	0.242	0.437
51	ODT E564 RA6	-	0+261,943	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	43.87	-3.62	478.24	476.65	0.015	3.247	SI	478.54	0.057	0.179
52	ODT E564 RA7	-	0+014,788	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	19.10	-19.74	485.56	481.79	0.015	4.434	SI	486.58	0.056	0.179
53	ODT 563,2	Cuenca 38	563+266,024	1.855	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	15.90	-1.57	482.80	482.55	0.015	2.569	SI	482.85	0.059	0.179

NÚM.	DENOMINACIÓN	CUENCAS	PK	CAUDAL (m³/s)	NOMBRE CAUCE	Tipo de obra	Longitud (m)	Pendiente (%)	Cota de entrada	Cota de salida	Manning	Vmax (m/s)	Entrada-Control	Calado entrada (m)	Calado salida (m)	Altura de energía (m)
54	ODT 563,5	Cuenca 40	563+580,714	4.256	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	19.68	-0.50	497.51	497.41	0.015	1.615	SI	498.61	1.331	1.143
55	ODT 563,6 3º Tubo	-	3+033,076	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	18.73	-0.50	504.76	504.66	0.015	3.365	SI	504.78	0.059	0.179
56	ODT 563,6 BIFURCACION INTERIOR	-	1+782,382	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	13.30	-0.50	499.64	499.57	0.015	3.157	SI	500.15	0.047	0.179
57	ODT564,8	-	564+784	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	15.46	-0.185	498.87	498.26	0.015	3.245	SI	498.94	0.254	0.179
58	ODT 565,0	Cuenca 44	1+530,000	12.076	TORRENT DE LA FONT DE CAN SOLÀ	Marco de 2.00 x 2.00 m	20.77	-0.53	568.74	568.63	0.015	3.178	SI	569.24	0.046	0.179
59	ODT 565,4	Cuenca 46	565+430,669	5.426	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	135.09	-6.34	543.68	535.12	0.015	4.734	SI	539.800	0.573	1.305
60	ODT E569 RA7	-	0+199,505	0.500	-	Marco de 1.50 x 1.50 m	11.08	-0.50	539.83	539.77	0.015	0.348	SI	541.94	0.957	0.340
61	ODT E569 RA1/2-a	-	0+249,979	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	27.78	-0.57	536.80	535.39	0.015	2.882	SI	543.27	0.087	0.179
62	ODT568,0	-		0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	42.05	-2.85	524.70	523.50	0.015	2.37	SI	524.88	0.106	0.179
63	ODT E569 RA1	-	0+064,099	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	24.17	-14.15	526.96	523.54	0.015	4.067	SI	531.43	0.061	0.179
64	ODT E569 RA2	-	0+595,229	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	55.05	-16.15	515.42	506.53	0.015	4.154	SI	515.60	0.060	0.179
65	ODT569,3	Cuenca 57	569+380,288	6.423	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	41.84	-0.57	452.05	451.81	0.015	2.568	SI	452.08	0.058	0.179
66	ODT E571 RA9	-	0+072,000	0.500	-	Marco de 1.50 x 1.50 m	11.09	-3.02	437.86	437.57	0.015	2.392	SI	440.46	0.139	0.179
67	ODT E571 RA7	-	0+118,878	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	21.20	-4.29	433.08	433.17	0.015	3.487	SI	438.19	0.072	0.179
68	ODT E571 RA4/3.1	-	0+327,250	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	22.90	-0.57	433.45	433.32	0.015	1.427	SI	436.46	0.175	0.336
69	ODT E571 RA3.1	-	0+165,999	0.500	-	Marco de 1.50 x 1.50 m	11.22	-0.50	431.25	431.19	0.015	1.669	SI	433.56	0.200	0.309
70	ODT 570,1	-	570+060,892	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	46.75	-0.30	433.58	433.30	0.015	2.241	SI	435.11	0.112	0.261
71	ODT 570,5	Cuenca 59	570+550,755	7.461	TORRENT DE L'ILLA	Marco de 2.00 x 2.00 m	65.15	-7.60	410.25	405.30	0.015	7.982	SI	411.56	0.470	1.305
72	ODT 571,8	Cuenca 62	571+842,425	121.722	TORRENT DE LA MAÇANA	Marco de 2.00 x 2.00 m	80.80	-10.00	422.10	413.64	0.015	4.256	SI	422.15	0.052	0.179
73	ODT 572,5	Cuenca 78	572+503,311	0.356	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	86.67	-12.78	398.01	389.49	0.015	6.283	SI	432.98	0.089	0.431
74	ODT 573,0	Cuenca 79	572+965,470	1.818	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	134.33	-10.53	366.77	352.63	0.015	5.810	SI	367.6	0.157	0.596
75	ODT 573,1	Cuenca 80	573+064,109	1.542	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	87.07	-12.40	360.37	349.58	0.15	5.811	SI	361.08	0.133	0.533
76	ODT 573,3	Cuenca 81	573+280,133	1.281	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	44.65	-5.00	360.45	358.60	0.015	3.061	SI	359.84	0.209	0.494
77	ODT 573,6	Cuenca 82	573+594,299	3.996	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	60.23	-8.48	338.83	334.04	0.015	6.711	SI	339.66	0.298	1.008
78	ODT 573,8	Cuenca 83	573+828,970	2.281	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	53.89	-1.76	324.68	323.73	0.015	3.551	SI	325.56	0.321	0.859
79	ODT E576 RA7	-	0+044,420	0.500	-	Marco de 1.50 x 1.50 m	10.49	-0.76	281.40	281.32	0.015	1.682	SI	283.66	0.198	0.307
80	ODT E576 RA2	-	0+017,543	0.500	-	Marco de 2.00 x 2.00 m	24.84	-0.50	276.46	276.34	0.015	1.698	SI	280.22	0.147	0.304

NÚM.	DENOMINACIÓN	CUENCAS	PK	CAUDAL (m³/s)	NOMBRE CAUCE	Tipo de obra	Longitud (m)	Pendiente (%)	Cota de entrada	Cota de salida	Manning	Vmax (m/s)	Entrada-Control	Calado entrada (m)	Calado salida (m)	Altura de energía (m)
81	ODT E576 RA3	-	0+029,305	0.500		Marco de 2.00 x 2.00 m	34.19	-5.00	273.01	271.30	0.015	4.351	SI	279.43	0.057	0.179
82	ODT 575,4	Cuenca 85	575+425,108	263.726	RIERA DE CAN DALMASES	Cajón 16.00 x 5.00 m	132.57	-2.83	255.05	251.30	0.015	3.258	SI	255.68	0.052	0.179
83	ODT 578,2	Cuenca 94	578+206,982	10.385		Marco de 2.00 x 2.00 m	73.73	-10.89	158.50	150.47	0.015	4.123	SI	158.56	0.054	0.179
84	ODT 579,2	-	579.158	0.500		Marco de 2.00 x 2.00 m	45.26	-2.58	158.47	157.65	0.015	4.265	SI	158.59	0.058	0.179
85	ODT E580 RA1	-	0+211,413	74.456		Marco de 9.00 x 6.00 m	73.00	-2.08	141.60	140.08	0.015	4.125	SI	142.05	0.055	0.179
86	ODT E580 RA2	-	0+063,986	0.500		Marco de 2.00 x 2.00 m	37.27	-10.00	148.75	145.83	0.015	4.486	SI	155.53	0.056	0.179

Drenaje transversal comprobado mediante el modelo hidráulico HEC-Ras

En los siguientes puntos, debido a la complejidad del cruce con el cauce y de la magnitud del caudal se ha optado por comprobar el funcionamiento hidráulico del drenaje mediante HEC-Ras:

- Riera D´Odena (p.k. 555+150)
- Torrent del Rabat D´Aguilera (p.k. 557+600)
- Torrent de Cal Marques (p.k. 558+500)
- Torrent de San Feliu (p.k. 560+000)
- Torrent de Can Tardà (p.k. 561+750)
- Torrent de la Cova del Sol (p.k. 566+300)
- Torrent de Cal Mata (p.k. 566+850)
- Torrent de la Cova (p.k. 567+450)
- P.K. 571+000
- Riera de Can Dalmasas (p.k. 574+500)
- P.K. 575+400
- Riera de Can Dalmasas (p.k. 578+400/E580-A-1)
- Torrent Mal (p.k. 578+800).
- Torrent D´Abrera (p.k. 582+500)

Comprobación de las obras de paso

De acuerdo a los requerimientos de la Agencia Catalana del Agua, se requiere comprobar mediante una simulación hidráulica en régimen gradualmente variado aquellas obras de drenaje y puentes con caudal de paso superior a 50 m³/s. Se ha empleado el software HEC-RAS para este cometido.

La sobreelevación de la lámina de agua deberá ser inferior a 0.3 m salvo justificación de no afecciones a terceros. En el caso de ampliación de puentes existentes o prolongación de una obra de drenaje, la sobreelevación será inferior a 0.5 m.

La estimación de niveles de avenida y las velocidades de corriente asociadas, se ha realizado empleando el modelo hidráulico HEC-RAS, adjuntándose la tabla con el resumen de los resultados y justificación de cumplimiento de requerimientos del ACA y Instrucción 5.2 IC.

	Cuenca	Caudales, m³/s		Simulación hidráulica													5.2 IC Puentes			5.2 IC ODTs				
		Q T100	Q T500	Modelo	Tip o	W.S. act Q500, m	W.S. fut Q500, m	W.S. fut Q100, m	Cota inf. tablero/clave, m	Sobrelev m	Resg, m	L. de energía	Ancho Q100 v>0,5m/s, m	Ancho estribos, m	Cumple Ancho Q100?	Ancho Q10, m	Resg. Q100, m	Resg. Q500, m	Estrib Fuera de la VID	He, m	H,m	Sobr elev m	Cum ple?	Resg, m
Torrent del Rabat D' Aguilera (p.k. 557+600)	Cuenca 20	40,010	62,512	HEC-Ras	1D	331,800	331,800	325,000	340,150	0,000	8,350	NO	87,000	95,000	Sí	35,000	15,150	8,350	Sí					
Torrent de Cal Marques (p.k. 558+500)	Cuenca 22	4,792	7,442	HEC-Ras	2D	335,180	335,180	335,020	344,120	0,000	8,940	NO	160,000	214,000	Sí	26 --- 22	9,100	8,940	Sí					
Torrent de Can Tardà (p.k. 561+750)	Cuenca 33	37,643	61,487	HEC-Ras	1D	394,500	394,500	394,100	404,900	0,000	10,400	NO	32,000	76,000	Sí	26,000	10,800	10,400	Sí					
Torrent de la Cova del Sol (p.k. 566+300)	Cuenca 50	22,027	36,372	HEC-Ras	1D	503,530	503,530	503,240	542,000	0,000	38,470	NO	19,000	180,000	Sí	12,000	38,760	38,470	Sí					
Torrent de Cal Mata (p.k. 566+850)	Cuenca 51	10,401	17,915	HEC-Ras	1D	459,600	459,600	459,300	546,760	0,000	87,160	NO	25,000	465,000	Sí	17,000	87,460	87,160	Sí					
Torrent de la Cova (p.k. 567+450)	Cuenca 52	3,900	6,302	HEC-Ras	1D	500,100	500,100	499,900	549,620	0,000	49,520	NO	12,450	219,000	Sí	11,000	49,720	49,520	Sí					
P.K. 571+000	Cuenca 70	23,496	36,581	HEC-Ras	2D	395,900	395,900	395,200	412,000	0,000	16,100	NO	31,000	106,000	Sí	20,000	16,800	16,100	Sí					
Riera de Can Dalmases (p.k. 574+500)	Cuenca 84	154,300	259,635	HEC-Ras	2D	291,200	291,200	290,400	297,800	0,000	6,600	NO	78,000	150,000	Sí	28,000	7,400	6,600	Sí					
Riera D' Odena (p.k. 555+150)	Cuenca 16	142,365	229,194	HEC-Ras	1D	330,900	330,900	328,330	331,410	0,000	0,510	NO	67,000	68,000	Sí	38,200	3,080	0,510	Sí					
Torrent de San Feliu (p.k. 560+000)	Cuenca 26	32,686	55,182	HEC-Ras	1D	345,650	345,700	345,400	379,600	0,050	33,900	NO	42,000	388,000	Sí	23,000	34,200	33,900	Sí					
P.K. 575+400	Cuenca 85	156,395	263,726	HEC-Ras	1D	259,200	259,200	258,000	259,930	0,000	0,730	NO	23,150	16,000	NO	20,270	1,930	0,730	NO	4,750	5,000	0,000	Sí	1,500
Torrent D' Abrera (p.k. 582+500)	Cuenca 102	37,242	59,132	HEC-Ras	1D	98,080	98,080	97,060	112,400	0,000	14,320	NO	91,000	169,000	Sí	27,000	15,340	14,320	Sí					
Riera de Can Dalmases (p.k. 578+400/E580-RA-1)	Cuenca 105	44,739	74,456	HEC-Ras	2D	140,750	140,930	140,830	143,400	0,180	2,470	NO	53,000	9,000	NO	9,000	2,570	2,470	NO	3,080	5,500	0,180	Sí	1,500
Torrent Mal (p.k. 578+800).	Cuenca 95	189,400	383,000	HEC-Ras	1D	144,140	144,140	145,460	147,500	0,000	3,360	NO	31,000	31,100	Sí	19,700	2,040	3,360	Sí					

Se ha realizado el Estudio Preliminar del **Drenaje longitudinal**. La finalidad perseguida con el diseño de los distintos elementos que forman parte del drenaje longitudinal es la recogida de las aguas pluviales procedente de la explanación de la carretera y demás viales incluidos en el proyecto y su posterior evacuación a cauces naturales.

Los elementos de drenaje longitudinal empleados han sido los siguientes:

- Cunetas.
- Bordillos.
- Caces y colectores.
- Bajantes sobre terraplén.
- Bajantes sobre desmonte.
- Arquetas.

Por último, se ha diseñado el drenaje del tercer túnel del Bruc. El criterio básico a la hora de proyectar el drenaje de un túnel es el impedir, en la medida de lo posible, la aportación de agua del exterior, correspondiendo al sistema de drenaje del túnel únicamente los caudales de infiltración.

El sistema de drenaje en el túnel vendrá marcado por el espacio dentro del túnel para ubicar los diferentes elementos y la pendiente longitudinal del tramo.

Adicionalmente al sistema de drenaje longitudinal que recoge la aportación de agua del exterior, se ha diseñado un sistema que recogerá cualquier líquido que pueda derramarse accidentalmente en el interior del mismo. A estos dos sistemas se les denomina sistema separativo. Este último sistema irá complementado con un depósito ubicado en el exterior de los túneles. Su finalidad será recoger y almacenar este líquido accidentalmente derramado para su posterior recogida por equipos cualificados para tal fin.

El diseño de los sistemas anteriormente descritos se puede observar en los planos de drenaje del presente estudio.

4.7. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

4.7.1. Planeamiento

Las divisiones administrativas que engloban el área de estudio, y a las cuales pertenecen los municipios afectados, son Barcelona a nivel provincial, y Anoia y Baix Llobregat a nivel comarcal. A nivel municipal, los municipios por los que discurre el trazado de la Autovía son Jorba, Òdena, Igualada, Castellolí, el Bruc, y Els Hostalets de Pierola, pertenecientes a la comarca del Anoia, y Collbató, Esparreguera, Abrera y Martorell pertenecientes al Baix Llobregat.

4.7.1.1. Recopilación de datos

Se han consultado los Ayuntamientos afectados dentro del ámbito del anteproyecto para recabar información acerca del planeamiento urbanístico, obteniéndose la figura del planeamiento vigente y las modificaciones realizadas, así como su estado de tramitación. En la siguiente tabla se puede ver la información obtenida.

Ayuntamiento	Planeamiento	Fecha de aprobación	Fecha de publicación
Jorba	Plan de Ordenación Urbanística Municipal	Marzo 2015	Julio 2015
Ódena	Revisión Plan General Ordenación Urbana	Enero 2001	Enero 2001
Igualada	Normas Urbanísticas. Texto refundido PGO	Junio 2005	No consta
Castellolí	Plan de Ordenación Urbanística Municipal	Enero 2015	Septiembre 2015
El Bruc	Normas Subsidiarias de Planeamiento Plan de Ordenación Urbanística Municipal	Junio 1990 Marzo 2019 (en proceso)	Octubre 1990-
Els Hostalets de Pierola	Revisión de Normas Subsidiarias Modificación Plan Parcial Urbanístico	Noviembre 1993 Marzo 2019 (en proceso)	Enero 1994-
Collbató	Plan General Ordenación Urbana Plan de Ordenación Urbanística Municipal	Octubre 1984 Mayo 2012	Diciembre 1984-
Esparreguera	Revisión del Plan General de Ordenación Plan de Ordenación Urbanística Municipal	Diciembre 1983 Abril 2019 (en proceso)	Enero 1984-
Abrera	Revisión Plan General Ord. Urbana Municipal Plan de Ordenación Urbanística Municipal	Febrero 1988 Marzo 2017 (en proceso)	Marzo 1998-
Martorell	Revisión Plan General Ord. Urbana Municipal	Diciembre 1991	Febrero 1992

Los Planes Territoriales de los que forman parte los municipios, además del General de Cataluña, son los siguientes:

Ayuntamiento	Planes territoriales	Fecha de aprobación	Fecha de publicación
Jorba	Plan territorial parcial de <i>les Comarques Centrals</i>	Septiembre 2008	Octubre de 2008
Ódena	Plan territorial parcial de <i>les Comarques Centrals</i>	Septiembre 2008	Octubre de 2008
Igualada	Plan territorial parcial de <i>les Comarques Centrals</i>	Septiembre 2008	Octubre de 2008
Castellolí	Plan territorial parcial de <i>les Comarques Centrals</i>	Septiembre 2008	Octubre de 2008
El Bruc	Plan territorial parcial de <i>les Comarques Centrals</i>	Septiembre 2008	Octubre de 2008
Els Hostalets de Pierola	Plan territorial parcial de <i>les Comarques Centrals</i>	Septiembre 2008	Octubre de 2008
Collbató	Plan territorial metropolitano de Barcelona	Abril 2010	Mayo 2010
Esparreguera	Plan territorial metropolitano de Barcelona	Abril 2010	Mayo 2010
Abrera	Plan territorial metropolitano de Barcelona	Abril 2010	Mayo 2010
Martorell	Plan territorial metropolitano de Barcelona	Abril 2010	Mayo 2010

Los planeamientos urbanísticos se han obtenido de las páginas web municipales, y del RPUC (Registre de Planejament Urbanístic de Catalunya), disponible para información pública por parte del “Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya”.

4.7.1.2. Análisis de las afecciones

Con la información obtenida de los distintos municipios por los que discurre el trazado de la Autovía A-2 en el tramo objeto de estudio, se puede observar qué tipo de suelo se verá afectado por el conjunto de actuaciones de mejora propuestas en el Anteproyecto.

Con esa finalidad, se ha clasificado el territorio según su calificación urbanística, obteniéndose cuatro grandes tipos de suelo: “urbano”, “urbanizable”, “sistema” y “suelo no urbanizable”. El suelo calificado como “sistema” incluye equipamiento existente, zona de dominio público de carreteras, zonas protegidas y áreas hidrográficas.

Del análisis urbanístico, se extrae como conclusión que la mayoría de los municipios se ven afectados en zonas no urbanas, por lo que el trazado de las actuaciones no resulta un condicionante para el futuro desarrollo de las poblaciones y proporcionará mejoras de seguridad vial y ventajas de accesibilidad.

En el Apéndice 2 del Anejo nº 6, “Planeamiento y tráfico”, se incluyen los planos en planta que muestran los suelos afectados por la traza.

4.7.2. Tráfico

Teniendo en cuenta el amplio corredor que cubre el anteproyecto (comenzando en el p.k. 550 y finalizando en el p.k. 585) se ha desarrollado un modelo macroscópico para la evaluación del tráfico en la infraestructura actual, que permite determinar el posible trasvase de tráficos de otros viarios por la mejora propuesta en el trazado, así como otras actuaciones en la infraestructura cercana, como en este caso la apertura de la B-40 o la supresión del peaje en la AP-7.

4.7.2.1. Caracterización de la red viaria

4.7.2.1.1. Red actual

El tramo de la autovía A-2 entre Igualada y Martorell se encuadra dentro de las Autovías de Primera Generación que comenzaron a construirse libres de peaje a principios de los años 80 en el marco del primer Plan General de Carreteras. Una de las características de estas vías fue aprovechar las carreteras existentes como una de las calzadas de las nuevas autovías. Así, se construyeron en gran parte por duplicación de trazados ya existentes. El tramo objeto de estudio está desdoblado desde 1990. Desde entonces y debido principalmente al aumento de tráfico, de las velocidades de circulación y del número de accidentes, se prevén actuaciones de mejora y acondicionamiento para que la vía se adecue a las nuevas exigencias de seguridad de manera que pueda ofrecer en todo su recorrido unos niveles de seguridad y servicio asimilables a los que prestan las autovías y autopistas de reciente construcción.

La autovía A-2 forma parte de un importante corredor de largo recorrido ya que, por un lado, une Barcelona y Madrid y, por el otro, canaliza en gran medida el tráfico entre el este de Europa y el centro de la Península Ibérica sirviéndose del tramo de la AP-7 entre Martorell y la Jonquera.

4.7.2.1.2. Tráfico

Para la correcta caracterización del tráfico en la zona de estudio se han utilizado datos procedentes del Mapa de Tráfico del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana correspondientes a 2018 y estimaciones oficiales de IMD en las estaciones Permanentes y Semipermanentes de la Red de Carreteras del Estado para el año 2019 y datos de trabajos de campo.

La siguiente tabla muestra el listado de las estaciones analizadas para la caracterización del tráfico con el tráfico correspondiente a 2019 para las estaciones permanentes del Ministerio y 2018 para el resto.

Estaciones	Tipo	Carretera	p.K	IMD	% VP	Titularidad	Observaciones
B-134-1	Primaria	A-2	608.3	149.465	13,2%	MITMA	Auxiliar
E-372-0	Permanente	A-2	603	135.731	4,8%	MITMA	Auxiliar
B-240-2	Secundaria	A-2	601.1	133.272	8,5%	MITMA	Auxiliar
E-226-0	Permanente	A-2	586.7	104.302	11,0%	MITMA	Auxiliar
B-138-2	Secundaria	A-2	572.3	45.193	21,7%	MITMA	Tramo de estudio
B-137-2	Secundaria	A-2	563.7	39.988	21,3%	MITMA	Tramo de estudio
E-225-0	Permanente	A-2	556.5	42.477	17,9%	MITMA	Tramo de estudio
B-13-2	Secundaria	A-2	544.3	26.581	28,8%	MITMA	Tramo de estudio
E-76-0	Permanente	A-2	7.5	119.403	12,6%	MITMA	Auxiliar
E-448-0	Permanente	B-40	10	17.563	3,0%	MITMA	Auxiliar

Desde el servicio de Conservación y Explotación de la Demarcación de Carreteras del Estado se llevaron a cabo aforos en los enlaces de la A-2 entre los pp.kk. 550+600 y 585+500 que corresponden a todos los ramales de la A-2 en el tramo objeto de estudio. Este trabajo incluye un total de 76 aforos neumáticos (48 horas), de los cuales 67 son de un sentido y 9 de doble sentido. Los aforos se realizaron entre los días 11 de febrero y 27 de marzo de 2019 utilizando máquinas tipo Traficom III y tubos de goma instalados en el firme.

Los días 2 al 10 de octubre de 2019 y del 18 al 26 de febrero de 2020 se realizaron aforos mediante máquinas tipo Traficom III y tubos de goma instalados en el firme en el enlace entre la A-2 y la AP-7.

Este trabajo de campo complementa el realizado en abril de 2018 en el tramo localizado en el p.K. 581 + 000 y el p.K. 582 + 000 de la autovía A-2 en Abrera, en el enlace de la B-40 y C-55.

4.7.2.2. Modelo de transportes

El objetivo principal del presente proyecto es analizar el impacto, en términos de variación de tráfico, ocasionado por las mejoras en el tramo de estudio de la A-2, concretamente en el tramo Martorell-Igualada, así como tener en cuenta otras infraestructuras como por ejemplo la entrada en servicio de la B-40.

Para ello, se ha empleado el modelo de previsión de tráfico desarrollado por MCRIT, que ha sido utilizado para estudiar la mayor parte de grandes infraestructuras en Cataluña, entre ellas la B-40 o Ronda del Vallès. El modelo trabaja con matrices de desplazamientos de vehículos ligeros y pesados y permite obtener la intensidad de vehículos que circulan actualmente por la red viaria para posteriormente, asumiendo la implantación de las infraestructuras viarias previstas y de los desarrollos urbanísticos, obtener el tráfico de vehículos en los diferentes horizontes temporales definidos, así como los ahorros de tiempo y otros indicadores sociales y ambientales que se derivan. A partir del tráfico obtenido se calcula la capacidad y los niveles de servicio de cada tramo. Para la realización del estudio de tráfico se han tenido en cuenta las prescripciones y recomendaciones de la Nota de servicio 5/2014 de la Subdirección General de Estudios y Proyectos. El modelo de previsión se ha ido desarrollando desde el año 2002 y ha sido objeto de actualizaciones constantes, tanto de las infraestructuras como de la movilidad. Así, se han ido introduciendo las vías que han ido entrando en servicio a lo largo de los años y se han ido mejorando las matrices de viajes a partir de encuestas realizadas ad-hoc en estudios concretos o de la evolución de las encuestas que realizan otros organismos.

4.7.2.3. Modelización situación base

4.7.2.3.1. *Modelización de la oferta*

Se dispone de un grafo viario de Catalunya, creado a partir de cartografía 1:50.000 para la Región Metropolitana de Barcelona y 1:250.000 para el resto. La red viaria consta de más de 15.000 arcos y nodos. Incluye la red viaria básica, comarcal y local, actual y prevista (escenario del PITC). El grafo de la red viaria tiene incorporadas la velocidad, capacidad y los parámetros necesarios para la asignación de viajes. La mejora de la red en el área de estudio incluye detalle en los enlaces, así como separación de los sentidos de circulación.

La zonificación adoptada es a nivel de zona de transporte para los municipios que se encuentran en el ámbito interno (sobre el eje objeto de estudio y que dependen potencialmente de éste para canalizar sus relaciones) desagregando en los polígonos industriales en base a la superficie industrial. Para el resto, se considera la zonificación municipal.

4.7.2.3.2. *Modelización de la demanda*

4.7.2.3.2.1. Matriz origen-destino de partida

Las matrices de viajes del modelo disponibles corresponden a la hora punta de un día medio laborable. Han sido creadas para el año base a partir de las matrices disponibles en el modelo por tipo de vehículos (ligero y pesado) y se han actualizado a partir de la evolución de la movilidad y los datos de tráfico del trabajo de campo específico realizado en este trabajo.

4.7.2.3.2.2. Modelo de asignación

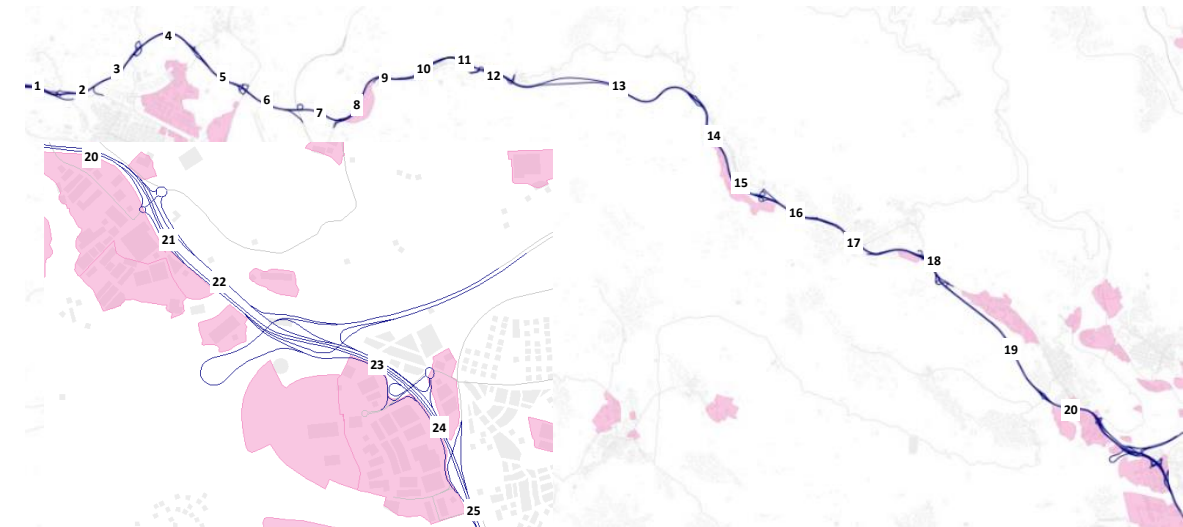
Las matrices de viajes se asignan sobre la red viaria y se ajustan con los datos de tráfico obtenidos en el trabajo de campo y de los aforos disponibles. El proceso de asignación sobre la red modelada o de elección de ruta está basado en el concepto de equilibrio del usuario, que postula que se alcanza el equilibrio en aquella situación de reparto de viajes entre rutas alternativas en que ningún usuario puede minimizar sus costes de viaje (coste generalizado) utilizando otra ruta diferente a la asignada. La expresión de coste generalizado adoptada considera el tiempo de viaje, los costes operativos relacionados con la longitud del desplazamiento y el peaje.

El efecto de la capacidad en el tiempo de viaje se determina mediante una función que relaciona el tiempo de viaje con el volumen de tráfico. Se ha utilizado en este estudio la función cónica.

4.7.2.3.2.3. Calibración y validación del modelo (método de asignación de matrices)

Según lo indicado en la Nota de Servicio 5/2014 sobre “Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudio de tráfico de los Estudios Informativos. Anteproyectos y Proyectos de carreteras” debe validarse el método de asignación aplicado. La validación consiste en la demostración de bondad de la asignación mediante la utilización de diferentes técnicas: análisis de regresión e indicador estadístico GEH. El modelo cumple con los requisitos establecidos.

En la siguiente figura se muestra la tramificación agregada seleccionada para el modelo de simulación en la situación actual.



Fuente: Modelo de transporte (MCRIT)

Los resultados muestran las intensidades medias diarias de las secciones características de cada tramo, diferenciando entre tronco, vía de servicio e IMD total.

Tramo	Tronco	Vía de servicio	Total
Tramo 1	30.135	7.306	37.441
Tramo 2	30.052	6.389	36.440
Tramo 3	34.581	0	34.581
Tramo 4	36.292	0	36.292
Tramo 5	45.022	0	45.022
Tramo 6	45.084	0	45.084
Tramo 7	29.415	0	29.415
Tramo 8	40.202	0	40.202
Tramo 9	41.095	0	41.095
Tramo 10	39.520	1.480	41.000
Tramo 11	41.000	0	41.000
Tramo 12	41.379	0	41.379
Tramo 13	40.627	0	40.627
Tramo 14	44.908	1.082	45.990
Tramo 15	45.906	0	45.906
Tramo 16	47.727	0	47.727
Tramo 17	44.252	2.948	47.200
Tramo 18	52.629	0	52.629
Tramo 19	51.006	0	51.006
Tramo 20	66.705	0	66.705
Tramo 21	58.090	0	58.090
Tramo 22	70.892	10.128	81.020
Tramo 23	61.860	17.601	79.461
Tramo 24	70.678	8.627	79.305
Tramo 25	101.679	0	101.679

Para los primeros tramos hasta pasada Igualada, en su intersección con la C-37, la IMD presenta una tendencia creciente, desde los 35.000 vehículos/día, a cerca de 45.000 vehículos/día, si bien es cierto, para los dos primeros tramos cobran importancia las vías de servicio con más de 5.000 vehículos/día. Después del enlace con la C-37 el tráfico disminuye a 30.000 veh/día y a partir de aquí la IMD se va aumentando progresivamente desde los 40.000 veh/día superando a partir del enlace de Collbató los 50.000 veh/día y los 65.000 a partir de Esparraguera Sud. El tráfico continua creciendo alcanzando los 100.000 vehículos/día en el último tramo (después del enlace con la C-55).

En términos generales, la IMD presenta una evolución ascendente desde el inicio hasta el final del tramo, en sentido ascendente, siendo los incrementos mayores a medida que se acerca a Barcelona.

Finalmente, se muestra a continuación un resumen esquemático de los tramos del análisis, la IMD total y el detalle de la IMD en entradas y salidas al tronco. Para una consulta en mayor detalle de las intensidades medias diarias, tanto de ligeros como de pesados, vease apéndice No. 5.

4.7.2.4. Modelización situación futura

Está previsto que acabe la concesión de la AP-7 en el tramo entre Tarragona y la Jonquera y de la AP-2 entre Zaragoza y el Vendrell en agosto de 2021. En enero de 2020 ha acabado la concesión del tramo Tarragona-Valencia-Alicante de la AP-7 y la supresión del peaje ha sido una realidad. Así, se considera que el escenario más viable, teniendo en cuenta la política de supresión de peajes al final de las concesiones actuales que se está llevando a cabo es el de la supresión de los peajes en estas dos vías.

Los horizontes futuros de estudio son:

- Horizonte **2025**: año de puesta en servicio.
- Horizonte **2045**: 20 años tras la puesta en servicio.

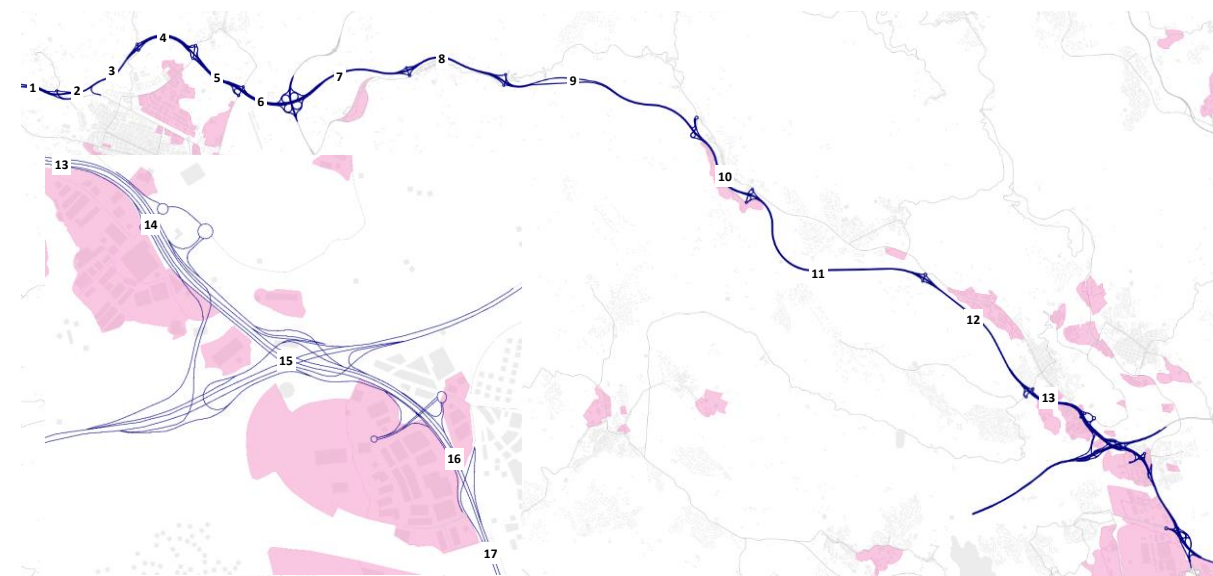
Adicionalmente, para los túneles del Bruc se ha considerado como año horizonte el año **2055**.

4.7.2.4.1. Modelización de la oferta

La oferta futura se basa, por una parte, la ampliación de kilómetros de vías de servicio, así como en la modificación de la configuración en gran parte de los enlaces, y, por último, una ampliación de la capacidad de los carriles del tronco. Al mismo tiempo que se incrementan los movimientos permitidos en los enlaces para los que se llevan a cabo las modificaciones, la gran mayoría a partir de la implementación de glorietas y enlaces tipo pesas. Siendo la modificación más significativa la aparición de nuevos ramales de conexión entre la A-2 y la C-37.

Adicionalmente, se consideran las actuaciones viarias previstas que se prevé que entren en servicio en el área de estudio en cada uno de los horizontes temporales analizados:

- 2025: B-40 entre Terrassa y Viladecavalls y Enlace AP-7/A-2 a Castellbisbal
- 2045: B-40 entre Vilafranca y Granollers, Variante C-55 de Abrera y conexión entre la B-40 y la A-2



4.7.2.4.2. Modelización de la Demanda

Se adopta en este estudio como tasas de crecimiento las establecidas en la citada Orden FOM/3317/2010. Además del crecimiento vegetativo del tráfico se han considerado en este estudio otros desarrollos estudiados por la Generalitat de Catalunya. Entre ellos, ha redactado el Plan Director de Infraestructuras de la rótula Abrera-Martorell y se ha considerado que en 2045 estará plenamente operativo y está iniciando los estudios de un Plan Director en la Conca de  dena que permitirá desarrollar alrededor de 300 ha de suelo con uso industrial y logístico.

4.7.2.4.3. Intensidades Medias Diarias

Como resultado de la simulación de cada año horizonte se obtienen las intensidades de la hora simulada que se corresponde a la hora punta del día medio laborable de cada una de las secciones introducidas en el modelo, que a su vez permiten estimar las IMDs por sección. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la modelización, tanto para el año de puesta en servicio (2025), como el año horizonte (2045), diferenciando entre tronco y vía de servicio.

	Año puesta en servicio (2025)			Año horizonte (2045)		
	TRONCO	Vía de Servicio	TOTAL	TRONCO	Vía de Servicio	TOTAL
TRAMO 1	26.895	7.791	34.686	38.889	10.591	49.480
TRAMO 2	27.737	6.949	34.686	40.006	9.294	49.300
TRAMO 3	31.931	0	31.931	45.918	0	45.918
TRAMO 4	31.512	2.189	33.700	45.191	4.585	49.776
TRAMO 5	40.550	3.532	44.082	57.618	4.533	62.151
TRAMO 6	25.260	23.526	48.786	36.662	32.169	68.830
TRAMO 7	35.750	0	35.750	50.189	0	50.189
TRAMO 8	41.883	0	41.883	59.299	0	59.299
TRAMO 9	41.499	0	41.499	58.914	0	58.914
TRAMO 10	44.337	0	44.337	62.628	0	62.628
TRAMO 11	47.581	0	47.581	66.345	0	66.345
TRAMO 12	52.960	0	52.960	73.928	0	73.928
TRAMO 13	60.296	12.784	76.922	83.422	16.626	100.048

	Año puesta en servicio (2025)			Año horizonte (2045)		
	TRONCO	Vía de Servicio	TOTAL	TRONCO	Vía de Servicio	TOTAL
TRAMO 14	45.920	8.271	72.329	62.137	26.409	88.546
TRAMO 15	38.840	18.407	83.129	50.336	44.289	94.625
TRAMO 16	75.394	9.365	85.940	81.944	10.547	92.491
TRAMO 17	105.793	0	105.793	108.779	0	108.779

4.7.2.5. Categoría de tráfico

La estructura del firme a definir debe adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente el tráfico pesado, durante la vida útil del firme. Por este motivo, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de pesados prevista para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio (2025). Se siguen los criterios definidos en la Norma 6.1 IC "Secciones de firme" y se obtiene la categoría de tráfico para cada uno de los tramos y sentidos en el año de puesta en servicio (2025).

	Sentido Barcelona	Sentido Lleida
TRAMO 1	T1	T1
TRAMO 2	T1	T1
TRAMO 3	T1	T1
TRAMO 4	T1	T1
TRAMO 5	T0	T0
TRAMO 6	T0	T0
TRAMO 7	T0	T0
TRAMO 8	T0	T0
TRAMO 9	T0	T0
TRAMO 10	T0	T0
TRAMO 11	T0	T0
TRAMO 12	T0	T0
TRAMO 13	T0	T0
TRAMO 14	T0	T0
TRAMO 15	T0	T0
TRAMO 16	T0	T0
TRAMO 17	T00	T0

4.7.2.6. Niveles de servicio

Se muestran a continuación los niveles de servicio del tronco, para el año actual (2019), el año de puesta en servicio (2025) y el año horizonte (2045) en secciones representativas de cada tramo calculados siguiendo la metodología descrita en el *Highway Capacity Manual 2010*.

Se observa cómo, en términos generales, la vía actualmente funciona a nivel de servicio D en la mayor parte del tramo en estudio, alcanzando en algunos tramos NS E. Esto se traduce en, velocidades reducidas y reguladas en función de vehículos precedentes, formación de colas en puntos localizados y dificultades para llevar a cabo maniobras de adelantamiento. Existen solamente pocos tramos donde

el nivel de servicio puede considerarse aceptable B/C (para una autovía con velocidad de proyecto inferior a 120 km/h, el nivel de servicio mínimo exigido por la Norma 3.1-IC Trazado es D).

ramo	Sentido Lleida (Descendente)						Sentido Barcelona (Ascendente)					
	IMD	% VP	NC	S	D	NS	IMD	% VP	NC	S	D	NS
T1	15.966	21,8%	3	60	14,06	B	14.169	20,6%	2	60	18,90	C
T2	16.257	21,7%	2	60	21,45	C	13.795	21,5%	2	60	18,59	C
T3	17.588	20,0%	2	60	22,77	C	16.994	17,5%	3	60	14,57	B
T4	18.563	19,4%	3	60	15,90	B	17.729	17,2%	2	60	22,72	C
T5	22.493	18,9%	2	60	28,75	D	22.528	16,6%	2	60	28,65	D
T6	22.516	18,8%	2	60	28,74	D	22.568	17,2%	2	60	28,92	D
T7	15.219	24,7%	2	60	20,76	C	14.196	23,9%	2	60	19,63	C
T8	21.811	19,0%	2	60	27,90	D	18.391	19,4%	3	60	16,13	B
T9	21.811	19,0%	2	60	27,90	D	19.284	18,8%	3	60	16,79	B
T10	20.757	19,9%	2	60	26,82	D	18.763	19,3%	2	60	24,62	C
T11	21.040	19,7%	2	60	27,12	D	19.960	18,1%	3	60	17,24	B
T12	21.269	19,5%	2	60	27,37	D	20.109	18,1%	3	60	17,36	B
T13	20.797	19,6%	2	55	29,23	D	19.830	18,2%	3	55	18,71	C
T14	22.966	18,2%	2	60	29,10	D	21.942	17,2%	3	60	18,75	C
T15	23.212	18,0%	3	60	19,56	C	22.694	16,9%	2	60	28,98	D
T16	24.299	17,4%	3	60	20,33	C	23.428	16,6%	3	60	19,87	C
T17	22.734	18,5%	3	60	19,26	C	21.518	18,0%	2	60	27,83	D
T18	25.597	17,1%	4	60	16,02	B	27.032	14,7%	3	60	22,40	C
T19	25.943	16,8%	3	60	21,57	C	25.063	16,0%	2	60	31,67	D
T20	33.132	14,2%	2	60	35,07	E	33.572	15,4%	2	60	35,97	E
T21	29.402	14,6%	2	60	31,30	D	28.688	17,4%	2	60	31,50	D
T22	29.402	14,6%	2	60	31,30	D	41.490	12,8%	3	60	28,73	D
T23	29.402	14,6%	2	60	31,30	D	32.459	15,6%	2	60	34,89	D
T24	38.220	12,0%	2	60	39,38	E	32.459	15,6%	2	60	34,89	D
T25	51.333	10,8%	3	60	34,71	D	50.346	14,5%	3	60	35,56	E

En el año de puesta en servicio y tal como muestra la tabla siguiente, se observa cómo, en términos generales los niveles de servicio mejoran con respecto a la situación actual, alcanzando para la gran mayoría del recorrido nivel de servicio B y C. Únicamente aparecen tramos con condiciones de circulación peores, en sentido ascendente en el tramo final del recorrido en las proximidades de Martorell. Aun así, este nivel se considera aceptable para las condiciones de circulación en el año de puesta en servicio (2025).

Tramo	Sentido Lleida (Descendente)						Sentido Barcelona (Ascendente)					
	IMD	% VP	NC	S	D	NS	IMD	% VP	NC	S	D	NS
T1	13.572	12,3%	3	60	10,68	A	13.323	11,1%	3	60	10,55	A
T2	13.883	12,3%	3	60	10,91	A	13.854	10,9%	3	60	10,95	A
T3	15.521	11,0%	3	60	12,00	B	16.410	10,7%	4	60	9,70	B
T4	15.325	11,1%	3	60	11,87	B	16.186	10,8%	3	60	12,78	B
T5	20.575	12,4%	3	60	16,19	C	19.975	11,8%	4	60	11,98	B
T6	13.353	17,7%	3	60	11,22	B	11.907	17,8%	3	60	10,24	A
T7	18.710	15,3%	3	60	15,26	B	17.040	13,7%	3	60	13,94	B
T8	20.675	14,7%	3	60	16,74	B	21.208	12,1%	4	60	12,76	B
T9(*)	20.426	14,5%	3	55	18,02	C	21.073	12,1%	3	55	18,45	C
T10	21.720	13,9%	3	60	17,41	B	22.617	12,3%	3	60	18,19	C
T11	23.473	13,2%	3	60	18,67	C	24.109	12,0%	3	60	19,32	C

Tramo	Sentido Lleida (Descendente)						Sentido Barcelona (Ascendente)					
	IMD	% VP	NC	S	D	NS	IMD	% VP	NC	S	D	NS
T12	27.616	11,9%	3	60	21,60	C	25.343	11,4%	3	60	20,16	C
T13	26.564	11,6%	3	60	18,15	C	33.732	13,1%	4	60	17,57	B
T14	26.564	11,6%	4	55	14,85	B	19.356	15,1%	3	55	15,03	B
T15	19.484	11,4%	3	55	14,49	B	19.356	15,1%	3	55	15,03	B
T16	19.484	11,4%	3	55	14,49	B	30.192	10,9%	3	55	22,25	C
T17	53.142	7,3%	5	55	22,46	C	52.651	10,0%	5	55	23,02	C

(*) Para el tramo 9 que corresponde al túnel del Bruc se realiza un análisis específico en el siguiente apartado

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

En términos generales, en el año horizonte la vía muestra niveles de servicio normales o aceptables, con algunos tramos en los que se alcanza el nivel de servicio D, pero cumpliendo con el nivel de servicio mínimo admitido para unas condiciones de circulación aceptables.

Tabla 1. Densidad y Niveles de Servicio. Año horizonte (2045)

Tramo	Sentido Lleida (Descendente)						Sentido Barcelona (Ascendente)					
	IMD	% VP	NC	S	D	NS	IMD	% VP	NC	S	D	NS
T1	19.583	14,5%	3	60	15,82	B	19.306	13,9%	3	60	15,84	B
T2	20.052	14,4%	3	60	16,19	B	19.954	13,8%	3	60	16,34	B
T3	22.397	13,0%	3	60	17,76	B	23.521	13,1%	4	60	14,33	C
T4	22.051	13,1%	3	60	17,51	B	23.139	13,2%	3	60	18,83	C
T5	28.997	14,1%	3	60	23,32	D	28.621	13,9%	4	60	17,60	D
T6	19.216	19,6%	3	60	16,51	B	17.446	20,5%	3	60	15,50	B
T7	25.898	17,4%	3	60	21,68	C	24.291	17,7%	3	60	20,88	C
T8	29.299	16,7%	3	60	24,32	C	30.000	15,3%	4	60	18,79	C
T9(*)	29.033	16,6%	3	55	26,26	D	29.880	15,4%	3	55	27,23	D
T10	31.026	15,8%	3	60	25,47	C	31.601	15,4%	3	60	26,43	D
T11	32.897	15,2%	3	60	26,82	D	33.447	15,0%	3	60	27,83	D
T12	38.811	13,6%	3	60	31,00	D	35.117	14,3%	3	60	28,96	D
T13	37.435	12,8%	3	60	25,98	C	45.987	15,2%	4	60	24,60	D
T14	37.435	12,8%	4	55	21,26	C	24.702	17,8%	3	55	19,84	C
T15	25.634	13,3%	3	55	19,52	C	24.702	17,8%	3	55	19,84	C
T16	25.634	13,3%	3	55	19,52	C	37.322	12,9%	3	55	28,21	C
T17	51.787	9,8%	5	55	22,62	C	56.992	12,9%	5	55	25,85	C

(*) Para el tramo 9 que corresponde al túnel del Bruc se realiza un análisis específico en el siguiente apartado

Fuente: Elaboración propia a partir del Modelo de transporte (MCRIT)

4.7.2.6.1. Resultados específicos del Tramo 9 (Túnel del Bruc)

El presente apartado, pretende sustentar los datos de tráfico utilizados en el Análisis de Riesgos de los túneles del Bruc. Se incluyen los resultados obtenidos para el tramo 9 analizando dos escenarios diferentes y considerando como horizonte temporal el año 2055:

- Escenario con 2 tubos: considerando 2 tubos de 3 carriles cada uno
- Escenario con 3 tubos: considerando 2 tubos de 2 carriles en sentido Barcelona y un tubo de 3 carriles en sentido Lleida.

En el caso de mantener los dos tubos actuales, considerando 3 carriles cada uno de ellos, en sentido Barcelona, el túnel funcionaría a nivel de servicio D en el año 2043 en sentido Barcelona y en 2045 en sentido Lleida.

En el caso proyectar un tercer tubo se han analizado tres hipótesis de reparto de tráfico entre los dos tubos en sentido Barcelona:

- **HIPÓTESIS 1:** Tubo 1 canaliza el 70% de los vehículos pesados y el 30% de los ligeros y funcionaría a nivel de servicio C hasta el año horizonte considerado. El otro tubo, que canaliza el 30% de los vehículos pesados y el 70% de los vehículos ligeros funcionaría a nivel de servicio D en el año 2046.
- **HIPÓTESIS 2:** Tubo 1 canaliza el 80% de los vehículos pesados y el 20% de los ligeros y funcionaría a nivel de servicio C hasta el año horizonte considerado. El otro tubo, que canaliza el 20% de los vehículos pesados y el 80% de los vehículos ligeros pasa a funcionar a nivel de servicio D en el año 2044.
- **HIPÓTESIS 3:** Tubo 1 canaliza el 90% de los vehículos pesados y el 10% de los ligeros y funcionaría a nivel de servicio B hasta el año horizonte considerado. El otro tubo, que canaliza el 10% de los vehículos pesados y el 90% de los vehículos ligeros pasa a funcionar a nivel de servicio D en el año 2041.

En sentido Lleida, el túnel funciona a nivel de servicio D a partir del año 2051 y hasta el año horizonte. El análisis realizado considera que el nuevo tubo sentido Lleida no tendrá las limitaciones de velocidad que tienen actualmente los tubos existentes. En todo, para conocer como incidiría en los resultados una posible limitación de velocidad, se aportan a continuación los niveles de servicio si se considera $S = 55$. En sentido Lleida, el túnel funciona a nivel de servicio D a partir del año 2045 y hasta el año horizonte.

4.7.2.7. Análisis de rampas y pendientes

No se desprende la necesidad de ningún carril adicional en ningún tramo y únicamente en el tramo T11 (variante de Collbató) es necesaria la disposición de un lecho de frenado siguiendo los criterios de la Norma 3.1-IC "Trazado".

4.7.2.8. Microsimulación

Se analiza a continuación de manera detallada el funcionamiento de los enlaces y tramos especialmente conflictivos a partir de modelos de microsimulación utilizando el software Vissim 11.

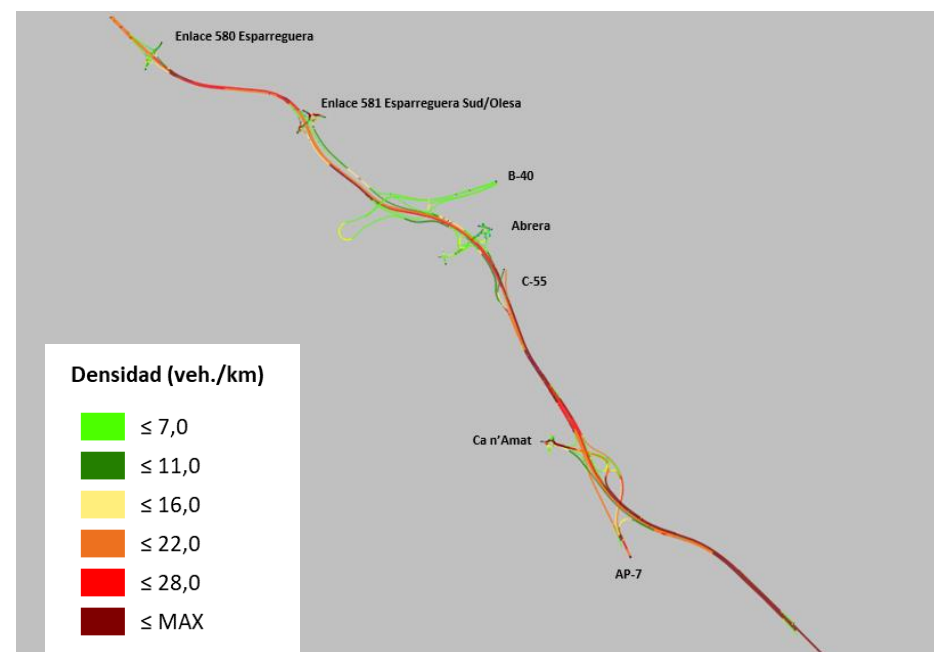
Se analiza en este modelo el entorno de la A-2 entre Esparraguera y Abrera, con el objetivo de analizar el impacto de la entrada en servicio de la B-40 y de los nuevos enlaces. Se analiza también de manera independiente el comportamiento del nuevo enlace entre la A-2 y la C-37.

4.7.2.8.1. Análisis de la situación actual

El estudio se ha realizado con los datos en hora punta y para la calibración se han utilizado los datos de tráfico obtenidos del modelo de simulación macroscópico y del trabajo de campo específico.

En la actualidad, no se ha detectado la formación de grandes colas en ningún punto, aunque si hay tramos que presentan cierto nivel de congestión. En líneas generales, los tramos con mayor concentración de tráfico son los enlaces y en los puntos donde se produce una reducción del número de carriles. Se observan valores altos de densidad en el tronco de la A-2.

Figura 1. Vista general del modelo de microsimulación. Resultados: densidad media actual



Fuente: elaboración propia a partir del PTV Vissim 11 (MCRIT)

Respecto los enlaces con las carreteras B-40 y C-55, actualmente el tramo con la B-40 no presenta problemas de congestión ya que el tráfico actual de la B-40 es muy bajo. En cambio, en el enlace con la C-55 si que se forman pequeñas colas (de 50-100m que se deshacen muy rápido).

4.7.2.8.2. Resultados de la situación futura

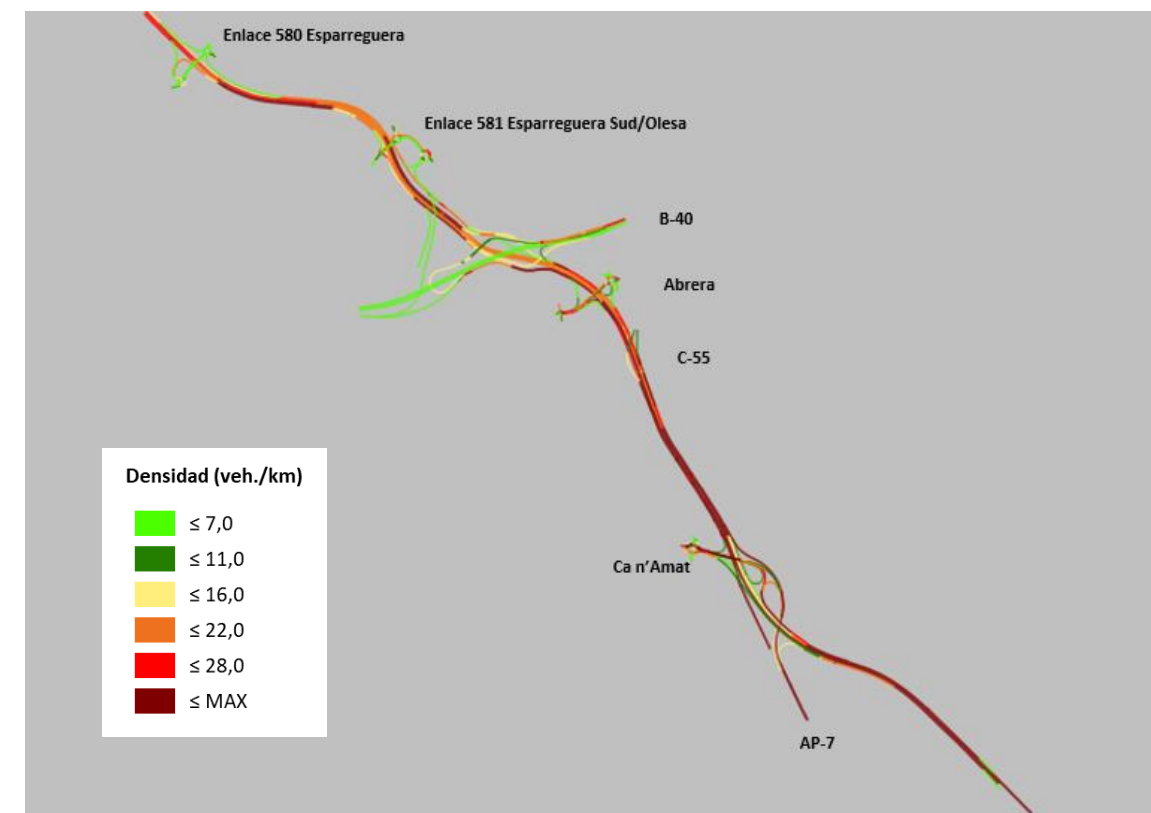
En la situación futura (entrada en servicio de la B-40, ampliación de calzada de la A-2 y supresión del peaje de la AP-7) se detectaron, inicialmente, dos puntos conflictivos en el enlace de la A-2 con la AP-7:

- **Enlace con la AP-7 calzada sur:** este enlace genera retenciones que alcanzan el enlace con la C-55; la congestión es generada en el tramo de conexión con la A-2, que dispone de solo 1 carril por el que circulan 2.795 vehículos/hora, se supera la capacidad del carril; este aumento de tráfico es debido a la supresión del peaje.

- **Enlace con la AP-7 calzada norte:** la conexión con la A-2 se realiza mediante una calzada de dos carriles que se bifurca, 1 carril continúa hacia la rotonda de Ca n' Amat y el otro conecta con la A2. El tráfico de la AP-7 que continúa por la A-2 sentido norte es de 2.200 vehículos/hora, se supera la capacidad del carril; este hecho más la bifurcación hacia Ca n' Amat genera retenciones en la calzada norte.

Se ha proyectado la ampliación a 2 carriles de la calzada de conexión de la AP-7 y la A-2 con el objetivo de solucionar el problema en los dos sentidos de circulación y en este caso se observa que en general, la densidad en todo el tramo estudiado es muy alta, no obstante, la circulación es fluida y no se ha detectado la formación de ninguna cola.

Figura 2. Vista general del modelo de microsimulación. Resultados: densidad media futura



Fuente: elaboración propia a partir del PTV Vissim 11 (MCRIT)

En el enlace con la B-40, se localiza un tramo de densidad alta en la colectora sur, debido a la reducción del número de carriles; se pasa de 3 carriles en la incorporación de la B-40 a 1 solo carril una vez superada la rotonda de Abrera.

4.7.2.8.3. Enlace A-2 con la C-37 (Igalada)

La propuesta de actuación en este enlace permitirá la realización de todos los cambios de dirección entre la A-2 y la C-37. Se concluye que el nivel de servicio del enlace de la A-2 y la C-37 será muy bueno con la actuación prevista y el tráfico de 2045.

4.7.2.9. Conclusiones

Situación actual

El tráfico de la autovía presenta una tendencia creciente, pasando de cerca de 30.000 vehículos/día en los tramos iniciales a unos 45.000 veh/día antes de la intersección con la C-37. A partir de este tramo el tráfico se sitúa entre 40.000 y 48.000 veh/diarios hasta el enlace de Esparreguera norte donde el tráfico asciende de manera considerable, llegando a alcanzar los 100.000 vehículos/día en su tramo final.

Actualmente, con respecto al nivel de servicio del tronco, aparecen dos zonas diferenciadas para las que se alcanzan condiciones de circulación casi inestables entre Esparreguera Centro y el tramo final, donde la vía funciona a nivel de servicio D, alcanzando en algunos tramos NS E. Esto se traduce en, velocidades reducidas y reguladas en función de vehículos precedentes, formación de colas en puntos localizados y dificultades para llevar a cabo maniobras de adelantamiento. En sentido Lleida entre Igualada y el Bruc funciona a nivel de servicio D.

Situación futura

El comportamiento del tráfico mantiene la tendencia observada en la situación actual, con un incremento del tráfico hasta el enlace con la C-37, fluctuaciones más o menos estables hasta Esparreguera donde se alcanza un poco de unos 100.000 veh/día que desciende hasta el enlace con la B-40 y volviendo a superar los 100.000 veh/día en el último tramo

El tráfico de vehículos pesados de largo recorrido de la A-2 en los escenarios futuros se ve afectado por la supresión del peaje en la AP-2/AP-7 perdiendo alrededor de 2.500-3.000 vehículos pesados diarios. Se considera que la disminución no es mayor por los siguientes motivos:

- El itinerario AP-2 y AP-7, tiene una longitud sensiblemente mayor.
- Mejora funcional y de capacidad de la autovía A-2.
- La autovía A-2 discurre por los polígonos industriales y recoge la generación de vehículos pesados de los mismos.

Respecto a los niveles de servicio se observa cómo, en términos generales mejoran con respecto a la situación actual, alcanzando para la gran mayoría del recorrido nivel de servicio B y C en el año de puesta en servicio. Únicamente aparecen tramos con condiciones de circulación peores, en sentido ascendente en el tramo final del recorrido en las proximidades de Martorell. Aun así, este nivel se considera aceptable para las condiciones de circulación en el año de puesta en servicio (2025).

En el año horizonte la vía muestra niveles de servicio normales o aceptables, con algunos tramos en los que se alcanza el nivel de servicio D, pero cumpliendo con el nivel de servicio mínimo admitido para unas condiciones de circulación aceptables, que para el caso de una autovía con velocidad de proyecto 80 y 100 km/h es D.

Respecto al análisis específico del túnel del Bruc, se observa que el túnel funcionaría a nivel de servicio D a partir del año 2043 en sentido Barcelona y en 2045 en sentido Lleida para la alternativa con 2 tubos mientras que la alternativa con 3 tubos mejora los niveles de servicio respecto a la opción de 2 tubos.

Así, se observa que en la alternativa con 3 tubos en el año horizonte, el tubo 1 sentido Barcelona funcionaría con nivel de servicio B o C en función de la hipótesis que se adopte y el tubo 2 sentido Barcelona funcionaría con nivel de servicio D, independientemente de la hipótesis adoptada. El túnel sentido Lleida, en el año horizonte, funcionaría con nivel de servicio D independientemente de la hipótesis de velocidad adoptada.

El análisis de la necesidad de lechos de frenado concluye que es necesario en el tramo T11 (variante de Collbató), mientras que el análisis de rampas especiales no indica la necesidad de carriles adicionales en tramos en rampa en ningún caso.

Respecto a las microsimulaciones, en la primera fase se detectan dos puntos problemáticos en el enlace con la AP-7:

- En la calzada sur se generan retenciones que alcanzan el enlace con la C-55; la congestión es generada en un tramo que dispone de una calzada de solo 1 carril por el que circulan 2.795 vehículos/hora, se supera la capacidad del carril; este aumento de tráfico es debido a la supresión del peaje, por lo que se proyectado la ampliación a 2 carriles en el tramo conflictivo.
- En la calzada norte del enlace, la incorporación desde la AP-7 solo dispone de 1 carril por el que circulan 2.200 vehículos/hora, se supera la capacidad del carril, este hecho junto la bifurcación hacia la rotonda de Ca n'Amat provoca retenciones en el enlace; se ha proyectado la ampliación a 2 carriles en el tramo conflictivo (incorporación a la A-2).

Con los problemas en el enlace con la AP-7 resueltos, se observa que, en general, la densidad en todo el tramo estudiado es muy alta, no obstante, la circulación es fluida y no se ha detectado la formación de ninguna cola. En el enlace con la B-40, se localiza un tramo de densidad alta en la colectora sur, debido a la reducción del número de carriles; se pasa de 3 carriles en la incorporación de la B-40 a 1 solo carril una vez superada la rotonda de Abrera, pero no se llegan a generar colas.

En el caso de la microsimulación del enlace de la A-2 y la C-37, se concluye que el nivel de servicio será muy bueno con la actuación prevista en el año horizonte.

En resumen, las medidas seleccionadas para la adecuación del Corredor del Nordeste en el Tramo Igualada-Martorell son las adecuadas, garantizando condiciones de circulación aceptables tanto en términos de niveles de servicio y de seguridad.

4.8. ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD Y SEGURIDAD VIAL

En el Anejo de Estudio de accidentalidad y Seguridad Vial, se ha hecho un análisis de la evolución de la accidentalidad en el tramo de estudio, desde el año 2015 al 2019. Se han analizado los índices de Peligrosidad y Mortalidad en función de la tipología de los accidentes, de la luminosidad, el estado de calzada o el tiempo.

Asimismo, se ha estudiado la distribución mensual, semanal y horaria de la accidentalidad.

Por último, se han detectado y analizado los puntos más conflictivos, realizando una comparativa de la evolución en el tiempo de los mismos.

Para la redacción de este anejo se ha empleado la siguiente documentación:

- Datos de accidentalidad en la Red de Carreteras del Estado en la provincia de Barcelona. Base de datos facilitada por la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña.
- Mapa de Tráfico 2018, publicado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Estimación de tráfico de la Red de Carreteras del Estado, datos provisionales, publicados en la web del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (www.mitma.gob.es).
- Datos de campo recogidos "in situ". Se trata de datos de las características básicas de la carretera y su entorno, equipamiento, accesos e intersecciones, márgenes, visibilidades, etc. Así mismo, se toman datos del comportamiento de los usuarios de la vía.
- Relación de los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA) en la Red de Carreteras del Estado 2018, ubicado en la web del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

4.8.1. Actuaciones propuestas

En el tramo de actuación del Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación del Corredor del Nordeste. Autovía A-2. Tramo Igualada - Martorell. P.k. 550+600 - p.k. 585+500, no existe ningún tramo de concentración de accidentes en función al estudio anterior de evolución de índices de peligrosidad, aun así, se proponen varias actuaciones de mejora para la seguridad de los usuarios. A continuación, se indican dichas actuaciones:

- Ampliación del tercer carril de la autovía en ambos sentidos, mejorando así la capacidad.
- Corrección de radios para cumplir con la normativa vigente.
- Mejora del firme existente, proporcionando una mayor continuidad a la calzada, un mayor confort, y más seguridad para los usuarios.

4.8.2. Conclusiones

Una vez analizada la accidentalidad del tramo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El cómputo total de los accidentes con víctimas registrados en el tramo de estudio de la autovía A-2 entre 2015 y 2019 es de 364.
- En los accidentes con víctimas se registraron un total de 589 heridos leves, 27 heridos graves y 6 víctimas mortales entre los años 2015 y 2019.
- En la evolución de la accidentalidad se puede observar una tendencia ascendente iniciando en los bajos valores del año 2015, con 24 accidentes con víctimas y un posterior crecimiento hasta llegar a un punto de inflexión en el año 2018, con el registro máximo de 114 accidentes con víctimas. Posteriormente se produce un ligero descenso en 2019 registrándose 100 accidentes con víctimas.

- El mayor número de víctimas registradas son heridos leves. El número de heridos graves es bajo, disminuyendo hasta 2 en 2017 para volver a aumentar hasta los 5 en 2019. El número de accidentes mortales registrado es muy bajo, cero en 2015, uno en los años 2016, 2017 y 2018, y tres en 2019.
- El índice de peligrosidad ha variado en los cinco años de estudio siendo 3,5 en el año 2015, 6,7 en el año 2016, 11,5 en el año 2017, 16,6 en el año 2018 y 10,7 en el año 2019.
- El índice de mortalidad ha variado en los cinco años de estudio siendo 0,0 en el año 2015; 0,1 en el año 2016; 0,1 en el año 2017; 0,1 en el año 2018 y 0,3 en el año 2019.
- El índice de accidentalidad mortal ha variado en los cinco años de estudio siendo 0,0 en el año 2015; 0,1 en el año 2016; 0,1 en el año 2017; 0,1 en el año 2018 y 0,3 en el año 2019.
- El 42,9% de los accidentes con víctimas son colisiones por alcance entre vehículos, 22,8% salidas de vía, el 13,7% son colisiones laterales, el 8,5% son choques contra objetos u obstáculos sin salida previa de la vía del vehículo, el 4,1% son colisiones frontolaterales, el 3,8% son vuelcos y el 2,7% restante son otro tipo de accidente.
- Los accidentes que registran más víctimas mortales son por las salidas de la vía. De los seis accidentes mortales registrados en el período de tiempo entre 2015-2019, cuatro son por este motivo.
- El 54,7% de los accidentes con víctimas ocurrieron a plena luz del día en un día claro, el 20,1% de noche sin iluminación artificial, el 8,8% de día en un día oscuro, el 7,7% de noche con iluminación insuficiente, el 5,8% de noche con iluminación suficiente y el 3% al atardecer.
- De los seis accidentes mortales registrados en el período de tiempo de 2015-2019, cuatro fueron a plena luz del día, en un día claro.
- En el 86,0% de los accidentes con víctimas la superficie estaba limpia y seca, en el 12,9% estaba mojada, resbaladiza en el 0,8%, y helada en el 0,3%.
- En el 82,6% de los accidentes con víctimas registrados, el tiempo era bueno. Asimismo, en el 83,3% de los accidentes con víctimas mortales, el tiempo también era bueno.
- En el mes de septiembre se registran el mayor número de accidentes, seguido muy de cerca por julio y diciembre.
- Los lunes es el día de mayor accidentalidad con víctimas, aunque apenas existe diferencia con el resto de días, estando la distribución totalmente repartida.
- La franja horaria de sufrir un accidente con víctimas es a las 8:00 horas o entre las 13:00 y 14:00 horas.
- En el tramo de estudio existe un Tramos de Concentración de Accidentes situado entre los pp.kk. 579+500 y 580+500.

- Se ha detectado los siguientes puntos de conflicto en las proximidades de los siguientes intervalos y puntos kilométricos: 550+000 - 552+500, 559+700, 561+000 - 562+500, 568+800, 570+500, 574+000 - 575+000, 577+000, 579+500 - 580+500 y 581+000 - 586+000.
- Se comprueba que los puntos de conflicto detectados serán mitigados con las actuaciones recogidas en el Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación del Corredor del Nordeste. Autovía A-2. Tramo Igualada - Martorell. P.k. 550+600 - p.k. 585+500.

4.9. TRAZADO GEOMÉTRICO

4.9.1. Introducción

El tramo objeto del presente anteproyecto tiene una longitud total del trazado propuesto es de tramo es de 32,9 Km, empezando en el p.k. 550+600 en Jorba y finalizando en el p.k. 583+500 en el término Municipal de Abrera, en la provincia de Barcelona.

Las actuaciones propuestas para la adecuación de la Autovía A-2 son las siguientes:

- Adecuación del trazado actual tanto en planta como en alzado a la Instrucción de carreteras 3.1-IC y remodelación de enlaces para ajustarlos a la normativa vigente.
- Variantes de trazado:
 - o Variante de Can Palà y Castellolí entre los pp.kk. 556,8 y 561,7.
 - o Variante de los viaductos del Bruc entre los pp.kk. 566,2 y 568,2.
 - o Variante de Collbató entre los pp.kk. 569,9 y 575,3.
- Revisión de la funcionalidad de los enlaces.
- Sección transversal de tres carriles por sección en todo el tramo incluyendo la remodelación de accesos y vías de servicio.
- Adecuación de los túneles del Bruc existente.
- Nuevo túnel con trazado independiente en el Bruc.

4.9.2. Criterios y parámetros de diseño

La Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC "Trazado" de marzo de 2016 define como velocidad de proyecto de un tramo (Vp) aquella que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado en condiciones de comodidad y seguridad.

Esta velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forman.

A efectos de aplicación de la citada Norma la velocidad específica de un elemento de trazado (Ve) se define como la máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento de trazado

considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitación de velocidad.

Como planteamiento general, se establece una velocidad de proyecto de 100 km/h, lo que correspondería con una autovía AV-100. Sin embargo, a lo largo del trazado existen algunos tramos en los que no es posible que todos los parámetros cumplan para esta velocidad de proyecto. Esta situación es habitual que se produzca en remodelaciones de vías existentes, por los condicionantes que genera el trazado previo que, además, discurre por zonas con una orografía complicada y atraviesa varios núcleos de población.

El nuevo diseño presenta cuatro zonas claramente diferenciadas que van a limitar la velocidad de proyecto del tronco a 80 km/h. De estas cuatro zonas, las tres primeras son debido tanto a la orografía, como a las pendientes existentes del trazado actual y la cuarta, se corresponde con el tramo que transcurre por zona periurbana ya comentado.

La primera zona se corresponde a los túneles del Bruc, entre los pp.kk. 561+800 al 566+584, aunque el trazado presenta características para una AV-100 al igual que los ejes que conforman el nuevo diseño (Ejes 2, 3 y 4), tanto la orografía, como la pendiente existente del trazado actual, obliga a definir rampas superiores al 5%, lo que incumple con los parámetros establecidos en la norma 3.1-IC para una velocidad de proyecto de 100 km/h, teniéndose que definir de esta forma para una velocidad de proyecto de 80 km/h. En esta zona, además de las limitaciones que establecen las pendientes actuales de la autovía, se proyecta una bifurcación de las 2 calzadas sentido Barcelona, los túneles existentes del Bruc y una confluencia de las 2 calzadas sentido Barcelona, por lo que se considera conveniente definir esta limitación de velocidad para realizar los distintos movimientos en condiciones adecuadas de seguridad vial.

La segunda zona transcurre entre el Enlace 569 Coll del Bruc y el Enlace 571 el Bruc, entre los pp.kk. 567+790 al 569+050. La rasante definida discurre sobre el trazado existente, cuyas pendientes son del 6,0%. La rectificación de la rasante proyectada para definirla dentro de los parámetros para una velocidad de proyecto AV-100, no se considera viable, ya que ello implicaría que los terraplenes se levantarían en determinadas zonas aproximadamente 12 m con respecto de la rasante actual y teniendo en cuenta que el trazado en este tramo transcurre por una zona periurbana, no se podría mantener los accesos existentes.

La tercera zona se ubica en la nueva variante de Collbató entre los pp.kk 572+000 al 574+750. La pendiente de diseño del 5,5% se ve forzada por la orografía existente y la conexión final con el trazado existente en el entorno del enlace 576, muy condicionado por la conexión con la antigua N-II que da acceso a Esparreguera y la conexión con la antigua A-2 para conecta con Collbató y la proximidad de la riera de Can Dalmasas.

La cuarta zona donde se limita la velocidad de proyecto a una AV-80 transcurre entre los pp.kk. 578+800 al 583+500. Esta limitación viene dada por la falta de espacio existente, al ubicarse en una zona periurbana con edificaciones a ambos lados del tronco y un trazado sinuoso tanto en planta como en alzado.

En el siguiente cuadro se muestra la tramificación de velocidades para el tronco debido a las limitaciones de la orografía como a las pendientes existentes del trazado actual, ya que según el estudio de visibilidad que se presenta en los anexos 2 y 3, tanto el tronco, como los ejes que forman la remodelación de los túneles del Bruc, no presentan problemas de visibilidad para una velocidad de proyecto AV-100.

Cuadro velocidades Tronco (Eje-1)		
Pk Inicial	Pk final	Vel. proyecto
550+600	561+800	100 km/h
561+800	566+584	80 km/h (Ejes 2, 3 y 4)
566+584	567+790	100 km/h
567+790	569+050	80 km/h
569+050	572+000	100 km/h
572+000	574+750	80 km/h
574+750	578+800	100 km/h
578+800	583+500	80 km/h

4.9.3. Trazado seleccionado. Tronco

4.9.3.1. Trazado en planta

La solución de trazado propuesta se basa en el corredor actual, mejorando las características del trazado, en general, para parámetros de velocidad de 100 Km/h, y en algunos casos en particular para 80km/h, siguiendo las variantes propuestas en la Orden de Estudio y minimizando la afección a las viviendas de la zona.

4.9.3.1.1. Descripción general

La longitud total del trazado propuesto es de tramo es de 32,9 Km, empezando en el p.k. 550+600 en Jorba y finalizando en el p.k. 583+500 en el término Municipal de Abrera. Estos pp.kk. se corresponden con el eje del Anteproyecto, que relacionados con los puntos kilométricos de la autovía se corresponderían con los PP.KK. 555,6 y 585,0 de la misma.

Las características funcionales del trazado propuesto están distribuidas de la siguiente forma:

Longitud en CURVA CIRCULAR	17665.210 m.	52.33%
Longitud en CLOTOIDE	9516.570 m.	28.19%
Longitud en RECTA	6572.398 m.	19.47%
Longitud de la RECTA MAS LARGA	1555.686 m.	
Longitud de la RECTA MAS CORTA	140.351 m.	
RADIO MAXIMO	3000.000 m.	Ve = 167.50 Km/h
RADIO MINIMO	485.000 m.	Ve = 105.22 Km/h
RADIO MEDIO PONDERADO	1055.013 m.	
CLOTOIDE MAXIMA	A = 1.000	
CLOTOIDE MINIMA	A = 245	
Total de CURVAS A LA DERECHA	19	
Total de CURVAS A LA IZQUIERDA	19	
Total de RECTAS	13	

A continuación, se realiza una descripción del trazado en planta, utilizando los pp.kk. del eje en planta definido por la mediana para este anteproyecto.

El tronco existente va alternando tramos con 2 y 3 carriles en el tronco de la Autovía A-2. Se plantea la ampliación de capacidad la misma a 3 carriles, como mínimo, en ambos sentidos.

El cambio de Norma de trazado es el principal motivo de cambio planteados en el trazado en planta del tronco y de los enlaces respecto al trazado planteado en el Anteproyecto previo de junio de 2009.

Las actuaciones se inician en el término municipal de Jorba. Sentido Lleida, la autovía tiene ya 3 carriles, por coincidir con una rampa que dispone un carril adicional, mientras que sentido Barcelona tiene 2 carriles, formándose el tercer con una incorporación existente de la vía de servicio existente.

En esta zona inicial el Anteproyecto discurre sobre la calzada actual, hasta llegar al Enlace 551 Igualada Oeste que mantiene la misma disposición actual, incorporando una glorieta para eliminar dos intersecciones muy próximas, situadas en la parte norte del enlace. Hasta llegar a este enlace, se pasa por el término municipal de Igualada y se entra en el de Odena.

Una vez superado este Enlace, tienen lugar las primeras rectificaciones de trazado entre los pp.kk. 551+300 y 552+385 y entre los pp.kk 552+760 y 553+350, aumentándose los radios a 580 m y 720 m para dar cumplimiento a la Norma de trazado y mejorar las características de la autovía.

El anteproyecto, continua sobre la calzada actual hasta llegar al Enlace 554 Igualada-Prats del Rei que se modifica su tipología, de un trébol parcial a uno de tipología diamante con pesas, además, junto al enlace se proyecta un aparcamiento de camiones para vialidad invernal. Este enlace no es completo, porque los ramales de la parte Barcelona se conectan con la autovía a través del siguiente enlace, mediante dos vías de servicio.

Una vez superado el enlace se realiza una nueva rectificación de una curva para aumentar su radio hasta 720 m para dar cumplimiento a la Norma de trazado y mejorar las características de la autovía.

Tras esta rectificación se llega a Enlace 555 Igualada-Òdena, que actualmente tiene una disposición de diamante al sur y de trébol parcial al norte y se transforma a una tipología diamante con pesas. Este es el enlace principal de los que conectan con Igualada y Odena, por lo que se proyecta como enlace completo. Además, a sus dos glorietas llegan cuatro vías de servicio que conectan con el enlace anterior y posterior. En este enlace se proyecta un itinerario peatonal para conectar los municipios de Igualada y Odena.

Una vez superado este enlace, el Anteproyecto continua sobre la autovía actual, con cuatro carriles, por la distancia existente con las vías de servicio que comienzan desde el tronco junto al siguiente enlace.

De esta forma, se llega al Enlace 557 Igualada Este que, actualmente tiene una tipología de trébol parcial en dos cuadrantes en el que la carretera BV-1106 cruza sobre la autovía A-2 por medio de un paso superior. Se proyecta con la misma tipología en la parte sur del enlace, sustituyendo la intersección por una glorieta y con una tipología diamante con pesa en la parte norte. Las conexiones a la autovía se realizan a través de las vías de servicio que llegan a los enlaces anterior y posterior.

Una vez superado el enlace, comienza la primera variante de trazado, la variante de Can Palà y Castellolí que discurre desde el P.K 556+800 hasta el P.K 561+700, con una longitud de 4.900 m.

La variante comienza con curva a izquierda de radio 1.200 m sobre la que se sitúa el viaducto del Raval de la Aguilera y se llega al Enlace E558 que se proyecta como tipo trébol completo, realizándose todos los trenzados en vías colectoras que, posteriormente, se incorporaran al tronco. Una vez superado el enlace se llega al viaducto Can Palà, tras el cual se proyecta otra curva, a derechas, de radio 1.325 m que llega hasta el viaducto de Sant Feliu, ya en el municipio de Castellolí, donde la autovía gira a izquierdas con una curva de radio 1.100 m lleva hasta el Enlace E561 Castellolí Oeste.

El enlace actual es del tipo diamante, con intersecciones en T en ambos márgenes, y el proyectado se define con glorietas en lugar de las intersecciones.

Superado el enlace se define una nueva curva a derechas de radio 720 m que conecta con el trazado actual y donde se proyecta el viaducto de Castellolí.

Una vez superado este viaducto, la calzada sentido Barcelona, se proyecta una bifurcación que divide la calzada, que lleva 4 carriles desde el enlace E561, en 2 calzadas independientes de 2 carriles cada una, para poder distribuir los tráfico entre los túneles actuales. Estas dos calzadas se definen mediante los ejes 2 y 3.

Antes de llegar a los túneles del Bruc, se proyecta el Enlace E564 Castellolí Este-Coll del Bruc, con tipología diamante con pesa en la parte sur del enlace y trébol parcial en la parte norte.

Superado el enlace se llega a los túneles del Bruc, que se reordenan de la siguiente manera:

- Los dos túneles existentes se disponen para el sentido Barcelona. El túnel actual sentido Barcelona que tiene 3 carriles, pero con unas condiciones geométricas muy ajustadas (carril de ancho inferior a 3,50 m, arcnos prácticamente inexistentes y aceras mínimas), se reordenará para utilizarse con 2 carriles para que la geometría se adapte a las condiciones de

seguridad necesarias. El túnel actual sentido Lleida, dispone de 2 carriles y se le cambiará el sentido de la circulación.

- Se proyecta un nuevo tubo sentido Lleida con 3 carriles. La nueva calzada se ha definido con un eje independiente (Eje 4) que va en sentido de la marcha, consta de una curva a derechas de radio 1.200 m, una a izquierdas de radio 1.100 m, una recta en la que se encuentra la boca oeste del túnel, una curva a izquierdas de radio 1.500 m, donde se encuentra la boca este del túnel, una curva a derechas de radio 800 m, una curva a izquierdas de radio 1.000 m y una curva a derechas de radio 1.300 m que enlaza con la calzada existente.

Una vez superados los túneles y ya en el término municipal de El Bruc se proyecta la confluencia de las dos calzadas sentido Barcelona para volver a la disposición de dos calzadas, una por cada sentido. Para dar cumplimiento a las distancias establecidas en la Norma de trazado, la confluencia llega hasta el viaducto de la Cova d'en Sola, donde también comienza la Variante de los viaductos del Bruc.

La variante comienza con una curva a izquierdas de radio 1.350 m, donde se encuentra el citado viaducto de la Cova d'en Sola, seguida de una curva a derechas de radio 1.100 m donde se encuentran los viaductos de Cal Mata y de la Cova y que llega hasta el Enlace E569 Coll del Bruc.

El Enlace E569 Coll del Bruc se proyecta con una tipología trompeta, con la una glorieta sobre la actual calzada del tronco de la autovía para canalizar los movimientos del enlace, el acceso a El Bruc y el acceso a Monserrat.

Una vez superado este enlace el tronco discurre sobre las calzadas actuales de la autovía, durante una longitud aproximada de 1,5 kilómetros, hasta el Enlace E571 El Bruc.

Este enlace se proyecta con tipología de trébol parcial. En la parte norte del enlace se define una glorieta para eliminar las dos intersecciones actuales, mientras que la parte sur, se define otra glorieta de mayor tamaño para poder canalizar todos los movimientos.

Tras el enlace comienza la tercera de las variantes proyectadas. La variante de Collbató comienza con una curva a derechas de radio 700 m que lleva hasta el viaducto de Can Dalmases 1, donde continua con otra curva a izquierdas de radio 925 m, tras la que se proyecta una recta de aproximadamente 1.500 m. A continuación, una curva a derechas de radio 1.500 m nos lleva hasta el Enlace 576 Esparraguera Norte. Justo antes del enlace se encuentra el viaducto de Can Dalmases 2.

El Enlace 576 Esparraguera Norte se proyecta con tipología de diamante con pesas. Junto al enlace se proyecta el segundo parking de camiones para vialidad invernal.

Una vez superado este enlace el tronco vuelve a discurrir sobre las calzadas actuales de la autovía, entrando en el término municipal de Esparraguera, hasta llegar al Enlace E580 Esparraguera. Desde este enlace hasta el final del tramo se definirán vías laterales para ordenar las entradas y salidas a la autovía. Sentido Barcelona, la vía de servicio se inicia una vez pasado este el Enlace E580 Esparraguera, mientras que sentido Lleida, las vías laterales empiezan al final del tramo y continúan hasta superar el citado enlace.

El Enlace E580 Esparraguera se proyecta, en el lado norte, con una tipología de diamante con pesa y en el lado sur con una tipología de trébol parcial. En la parte norte, las conexiones de los ramales de enlace se realizan en la vía colectora, mientras que en la parte sur se realizan con el tronco de la autovía.

Una vez superado este enlace la autovía entra en una zona donde el ámbito es más urbano, con un planeamiento consolidado y un gran número de naves industriales a lado y lado de la Autovía, por lo que está más limitadas las actuaciones de mejora. Para esta última zona se considerará una velocidad de proyecto de 80 km/h, a partir del p.k. 578+800, justo antes del Enlace E581 Olesa.

El Enlace E581 Olesa se proyecta con tipología de diamante con pesas, debiendo desplazar bastante la glorieta norte para disponer de desarrollo suficiente para realizar la conexión con la autovía sin afectar a la estación de servicio existente.

Se rectifican curvas en la zona del enlace 581 Olesa y al cruzar la Magarola donde se desvía el eje en planta para mejorar las prestaciones del trazado. La traza cruza con la B-40 cuya parte norte está ya en servicio, debiéndose adaptar los ramales a la nueva disposición, teniendo en cuenta el Estudio Informativo de la B-40 entre Barcelona y Vilafranca y las modificaciones que se incorporaran en el Enlace tras la ejecución del Proyecto de Mejora de la Conexión de la A-2 y la B-40.

Para poder encajar las nuevas actuaciones, ha sido necesario modificar la configuración actual de las estructuras sobre la riera de la Magarola, de forma que la estructura existente en sentido Barcelona servirá para dar continuidad a la nueva vía colectora sentido Barcelona y se proyectarán dos nuevos viaductos para el tronco, uno de 3 carriles sentido Barcelona y otro de 5 carriles sentido Lleida (los 5 carriles se corresponden con los 3 del tronco y los 2 del movimiento Terrassa-Lleida). El viaducto por el que pasará la vía colectora sentido Lleida es existente, aunque requiere ser modificado para encajar el nuevo viaducto del tronco, debido a que no hay espacio suficiente para encajar un viaducto de 5 carriles entre las 2 estructuras existentes. Una vez superados estos viaductos se entra en el término municipal de Abrera.

A continuación de enlace E582 B-40, se sitúan otros dos enlaces muy próximos entre sí, el Enlace E583 Abrera y el Enlace E584 C-55.

El Enlace E583 Abrera se define con una tipología de trébol parcial en la parte norte del enlace, utilizando la glorieta existente y adaptando los ramales a la nueva disposición de la vía de servicio. La parte sur del enlace se define como diamante con pesa, ampliando una glorieta existente en el polígono industrial. Las conexiones se realizan a través de la vía colectora.

Una vez superado este enlace se proyecta un transfer de la vía colectora al tronco para que el parte del tráfico procedente de la B-40 con destino Barcelona pueda incorporarse al tronco.

A continuación, se adaptan los ramales del semienlace con la carretera C-55 adaptando los ramales a la nueva disposición.

Una vez superado este enlace la autovía llega al final del tramo objeto de la actuación, junto al enlace E585 (Enlace de la Seat), donde se amplían a dos carriles los ramales de conexión con la autopista AP-7

para aumentar su capacidad en vista del aumento de movimientos que se esperan tras la liberalización de la autopista.

4.9.3.2. Trazado en alzado

4.9.3.2.1. *Descripción general*

A continuación, se realiza una descripción del trazado en alzado, analizando la calzada derecha, dado que ambos alzados son prácticamente idénticos, excepto en algún punto que se especificará. Se utilizan los pp.kk. del eje en planta definido por mediana para este proyecto, que difieren de los pp.kk. existentes en los hitos kilométricos de la actual Autovía, tal y como se ha explicado en el apartado anterior, de trazado en planta.

El trazado se ha rectificado en alzado al inicio del proyecto. Se inicia en el p.k. 550,5 con una pendiente del -3,2% y -3,9%. Continúa en una zona llana, con pendientes de -0,65% y 0,5%, donde en el p.k. 551,5 se encuentra un punto bajo. A partir del p.k. 552,0 el trazado sube con una rampa del 6%, hasta llegar al p.k. 552,18 donde continúa subiendo con una rampa del 1,3%.

Al llegar al p.k. 554,1 la rasante baja con una pendiente del -5,0%, hasta el p.k. 555,4 donde se encuentra un punto bajo. Luego vuelve a subir con una rampa del 3,0%, para mantenerse en una zona llana, con pendiente del 0,5%, con otro punto bajo en el p.k. 556,46.

A partir del p.k. 556,8 (inicio Variante de Can Palà y Castellolí) la rasante baja con una pendiente del -1,9%, hasta llegar al p.k. 557,8 donde se encuentra un punto bajo. A partir de ahí, el trazado sube con rampas del 0,5%, 4%, 0,5%, 4% y 0,5% hasta conectar con la rasante actual, con una rampa del 5,75%.

Continúa con rampas del 5,5% y 4,65% hasta la entrada al primer túnel del Bruc, llegando a una zona llana del 0,5%, (inicio Variante de los viaductos de El Bruc). Para el segundo tubo, las rampas de acceso son del 5,65%, 4,65% y 4,9%; a la salida se reduce al 2,3% para descender a -3,4% conectar con la rasante de la otra calzada.

La rasante mantiene al 0,5% en la zona de los viaductos del Bruc y cuando llega al p.k. 567,3 la rasante baja con pendientes entre el -6,00% (conexión con la traza actual), el -5,4%, -2,5% (inicio de la variante de Collbató) y el -4,5%, hasta llegar al p.k. 570,7 donde se encuentra un punto bajo.

A continuación, se asciende con una inclinación del 4,0% hasta el p.k. 571,7 para, a continuación, descender con una pendiente del -5,5%, -2,5% (final de la variante de Collbató), -3,7% y -4,35, hasta llegar a un punto bajo en el p.k. 578,7.

Continúa con tramo prácticamente llano (pendiente del 0,5%), para después bajar con una pendiente de -5,0%, y continuar con una rampa del 0,043% en la zona del Viaducto de Magarola, donde se encuentra otro punto bajo en el p.k. 580,2.

Una vez cruza la riera, la traza sube con una rampa de 4,65% (del 4,5% en la calzada izquierda), situándose en el p.k. 581,1 un punto alto. A partir de aquí baja con pendientes de -3,05%, -0,2% y -3,25%, hasta el p.k. 582,5, donde se encuentra un punto bajo.

El trazado vuelve a subir con una pendiente de 2,25%, situándose en el p.k. 582,8 un punto alto para a continuación bajar con una pendiente del -1,35%. La traza finaliza en el p.k. 583,5 en una zona en acuerdo.

Para la definición del tercer tubo se ha utilizado un eje adicional, Eje 4, cuya definición se ha realizado en el sentido Barcelona-Lleida, que se corresponde con el sentido de la marcha.

Tiene su inicio en la rampa proyectada del 0,5% para a continuación seguir subiendo con el 4,0%, disponiéndose un punto alto en p.k. 1,3. A partir de este punto la rasante desciende con un -3,0%, pendiente de se mantiene constante a lo largo de todo el túnel. Una vez superado el túnel, la pendiente descendente aumenta hasta el -5,75% para poder conectar con la calzada existente

4.9.4. Descripción general de los enlaces y accesos a la autovía proyectados

Se proyectan un total de 16 enlaces que se describen a continuación la situación actual y la proyectada de cada uno de ellos.

4.9.4.1. Enlace 551: Igualada Oeste N-IIa, BV-1038

Se mantienen las dos salidas sentido Lleida y las dos incorporaciones sentido Barcelona actuales, conservando una disposición muy similar a la actual, eliminándose las dos intersecciones actuales por una única glorieta que canalice los movimientos.

Está prevista la demolición y construcción de una nueva estructura en el P.K. 551+600 que servirá de paso superior de la autovía dando continuidad a la N-IIa.

El esquema es el siguiente:

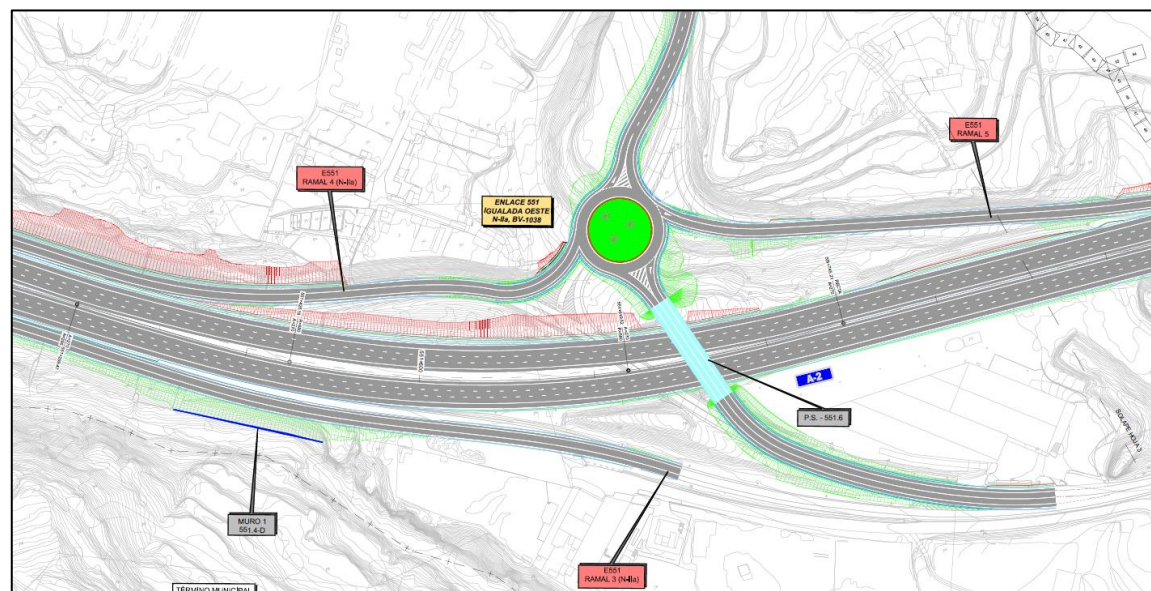


Ilustración 1. Enlace 551: Igualada oeste N-IIa, BV-1038

4.9.4.2. Enlaces 554, 555, 557 y 558

Se trata de 4 enlaces que están comunicados y que se relacionan a continuación:

- Enlace 554: Igualada – Prats De Rei BV-1031
- Enlace 555: Igualada – Òdena C-37
- Enlace 557: Igualada Este BV-1106
- Enlace 558: Vilanova I La Geltrú – Manresa C-15

Se proyecta el enlace de Igualada-Òdena como principal permitiendo todos los movimientos de entrada y salida directa de la autovía. Se incluyen además vías de servicio en ambas direcciones que servirán para reducir el número de entradas y salidas de la autovía.

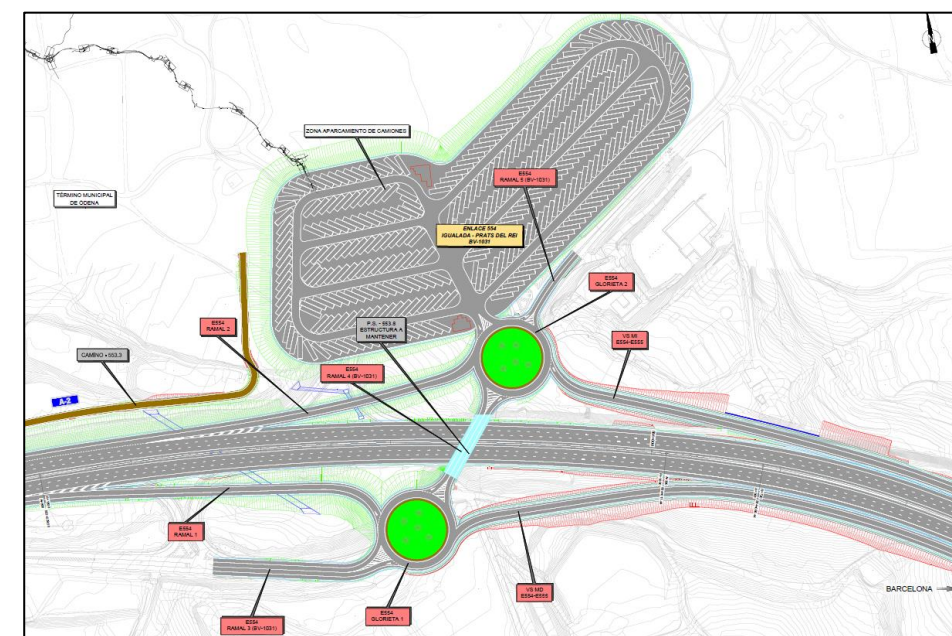
4.9.4.2.1. Enlace 554: Igualada – Prats de Rei BV-1031

Este enlace mantiene la misma tipología que el existente, pero proyectándose glorietas en lugar de las intersecciones existentes.

Sentido Lleida se tiene un ramal que viene de la vía de servicio del enlace 555 y un ramal que se incorpora directamente al tronco desde la glorieta norte. Sentido Barcelona se tiene un ramal de salida que procede del carril de trenzado que viene desde el enlace 551 y se genera una vía de servicio que sale de la glorieta sur y conecta con el enlace 555.

En este enlace, se encuentra el Paso Superior 553-8 cuya estructura actual se mantiene. Además, se adecuará la carretera BV-1031 como carretera bidireccional con arcenes de 1,50 m.

Desde la glorieta norte se da acceso a un aparcamiento de vialidad invernal incluido en este anteproyecto. El esquema es el siguiente:



4.9.4.2.2. Enlace 555: Igualada – Ódena C-37

Se trata del enlace principal de los 4 que se han descrito en el apartado anterior. El enlace adopta una tipología tipo diamante con pesas con entradas y salidas al tronco de la autovía en sus cuatro ramales de enlace. Además, está conectado con los enlaces E554 y E557 con sendas vías de servicio.

De esta forma, se consigue que este enlace, que es el principal de entrada a Igualada y Odena por el número de movimientos, tenga todos los movimientos desde el tronco de la autovía.

Además, se adecuará la carretera C-37 en el tramo afectado, como carretera bidireccional con arcenes de 1,50 m.

En este enlace, se encuentra el Paso Inferior 555-3 cuya estructura actual necesita ser ampliada.

El esquema se adjunta a continuación:

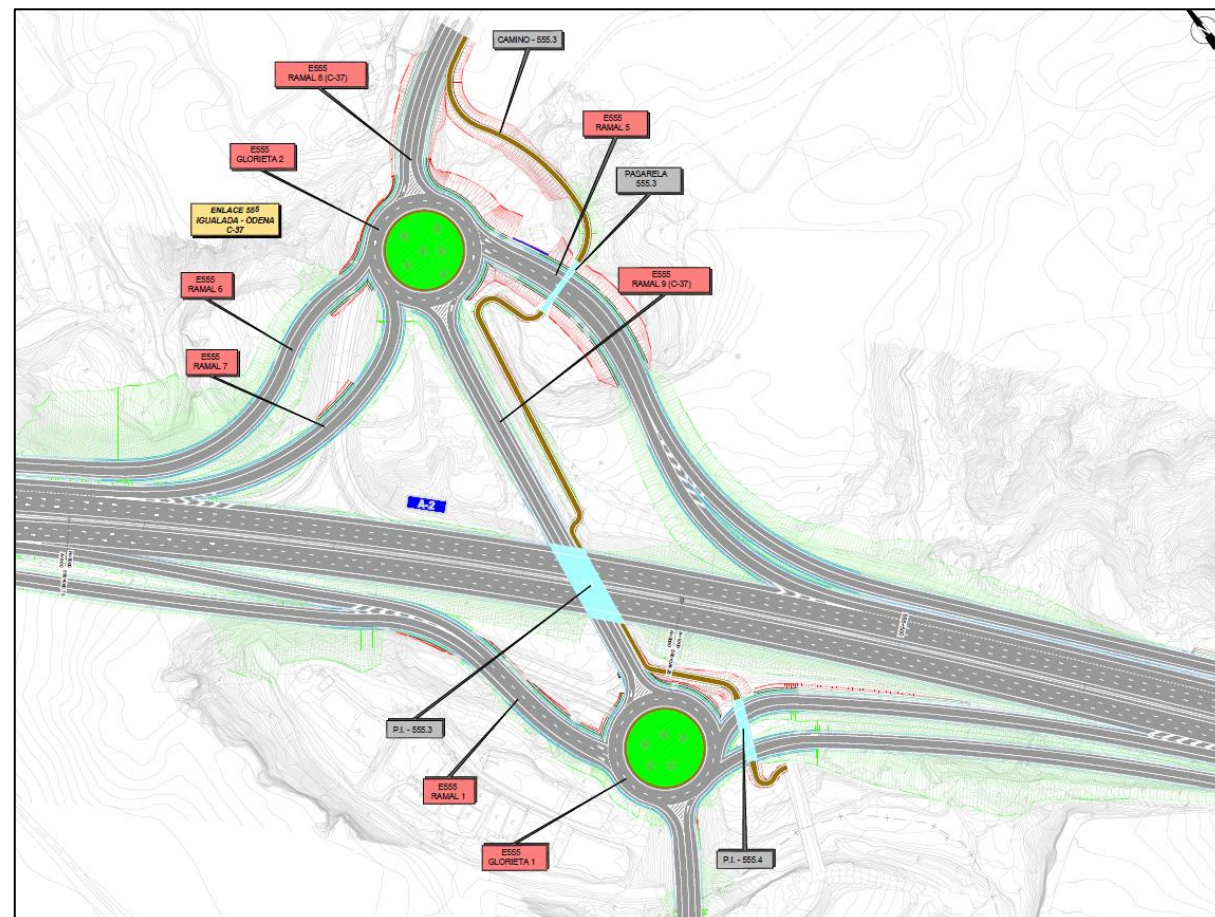


Ilustración 3. Enlace 555: Igualada – Ódena C-37

4.9.4.2.3. Enlace 557: Igualada Este BV-1106

Este enlace se proyecta con la misma tipología en la parte sur del enlace, sustituyendo la intersección por una glorieta y con una tipología diamante con pesa en la parte norte.

En dirección Lleida se proyecta el ramal de salida desde la vía colectora que viene desde el enlace E558 y está conectado con el enlace E555 a través de una vía de servicio. En el entorno de este enlace se proyecta la finalización de la vía colectora que procede del enlace E558, mediante un transfer.

Sentido Barcelona, se conecta con la glorieta sur la vía de servicio que viene del enlace 555 y se proyecta un ramal que se incorpora a la vía colectora que continua hasta el enlace 558.

Además, se adecuará la carretera BV-1106 en el tramo afectado, como carretera bidireccional con arcenes de 1,50 m. En este enlace se encuentra el Paso Superior 556-7, cuya estructura será reconstruida.

El esquema es el siguiente:

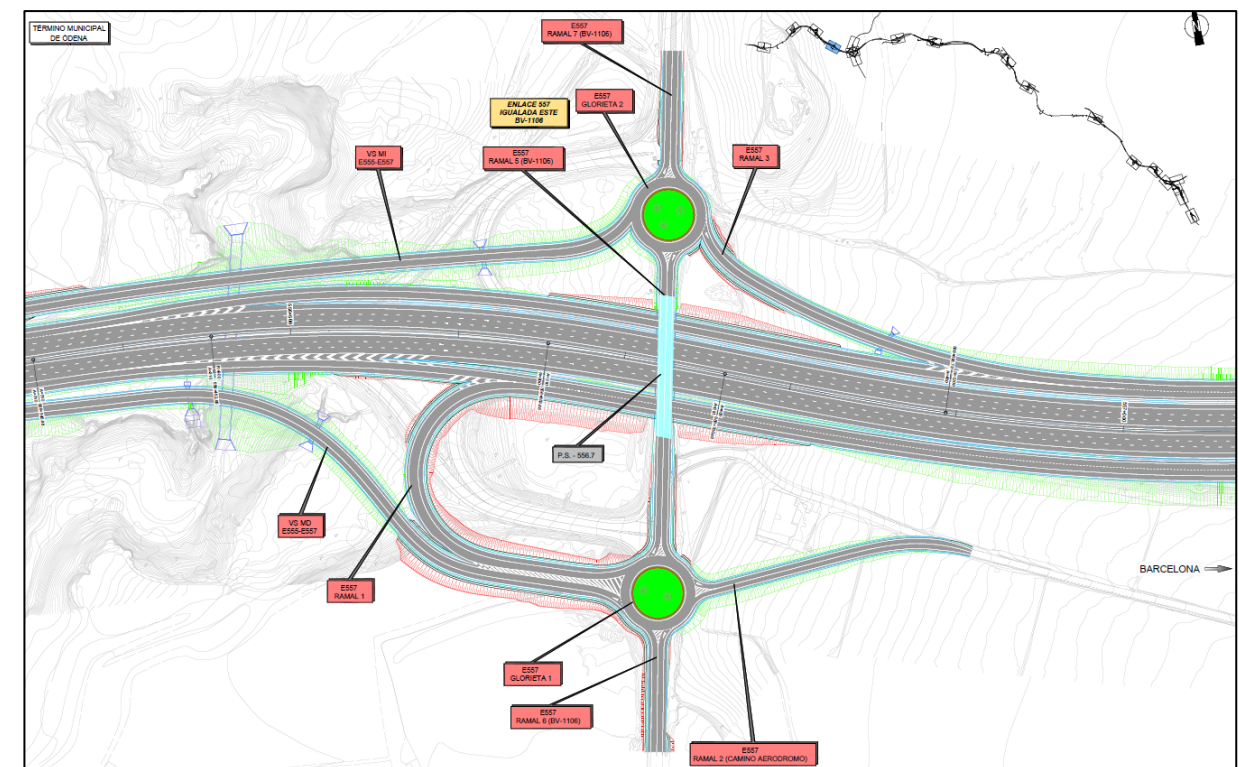


Ilustración 4. Enlace 557: Igualada Este BV-1106

4.9.4.2.4. Enlace 558: Vilanova i la Geltrú – Manresa C-15

Este enlace corresponde a la futura carretera C-15 que está proyectando la Generalitat, entre las poblaciones de Vilanova i la Geltrú, i Manresa. Está definido como tipo trébol.

En dirección Lleida la colectora sale del tronco principal antes del enlace, permitiendo realizar todos los movimientos desde la misma e incorporándose al tronco una vez pasado el enlace 557, a través de un tramo de trenzado.

Del mismo modo, sentido Barcelona se tiene la vía colectora que sale del tronco en el entorno del enlace E557 desde un carril de trenzado que se inicia en el enlace 555, permitiendo realizar todos los movimientos desde la misma e incorporándose al tronco una vez pasado el enlace 558.

Además, se adecuará la carretera C-15 en el tramo afectado. En este enlace, se encuentra el Paso Superior 557-9 de nueva construcción.

El esquema es el siguiente:

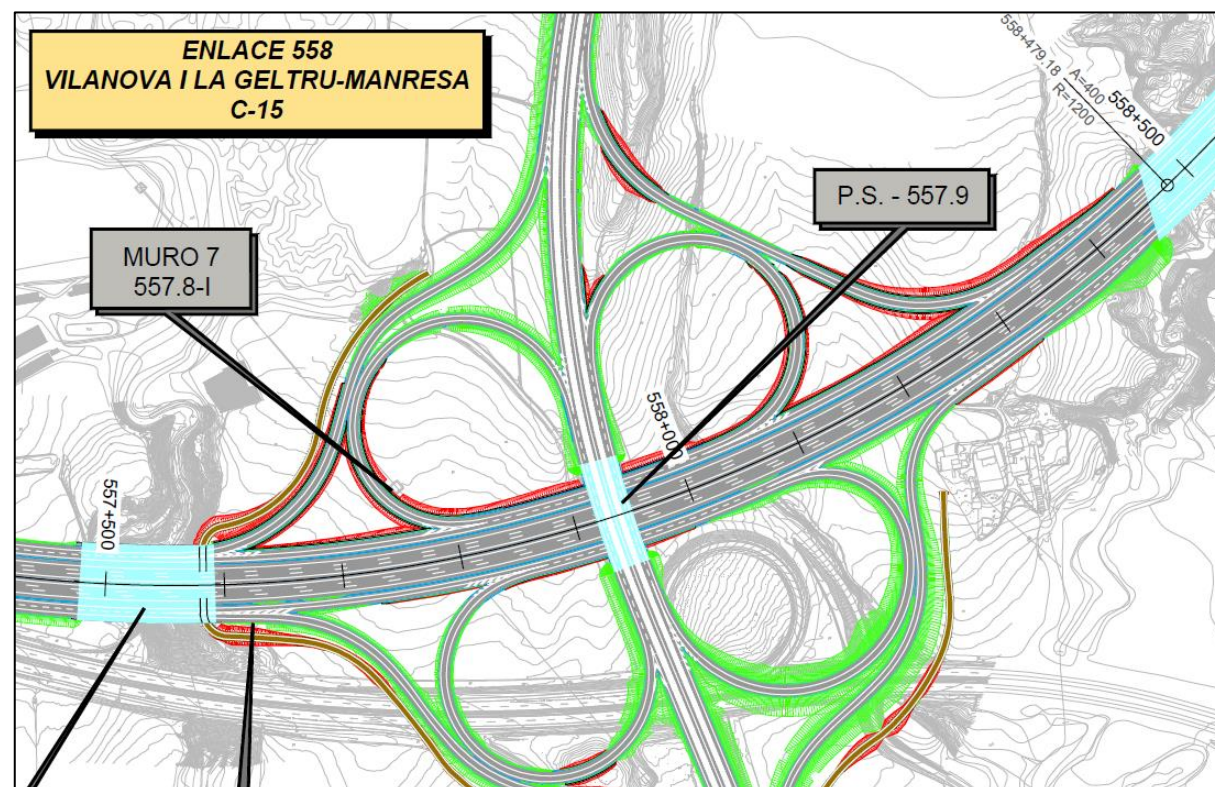


Ilustración 5. Enlace 558: Vilanova I La Geltrú – Manresa C-15.

4.9.4.3. Enlace 561: Castellolí Oeste

Este enlace adopta la tipología de diamante con pesas.

Dirección Barcelona se diseña una salida como carril de cambio de velocidad y una entrada como carril adicional. Se genera un cuarto carril por la distancia existente con siguiente enlace.

Dirección Lleida se proyecta una salida y una entrada con carriles de cambio de velocidad.

Se adecuará la actual calzada de la autovía A-2 dejándola como una carretera bidireccional.

El esquema es el siguiente:

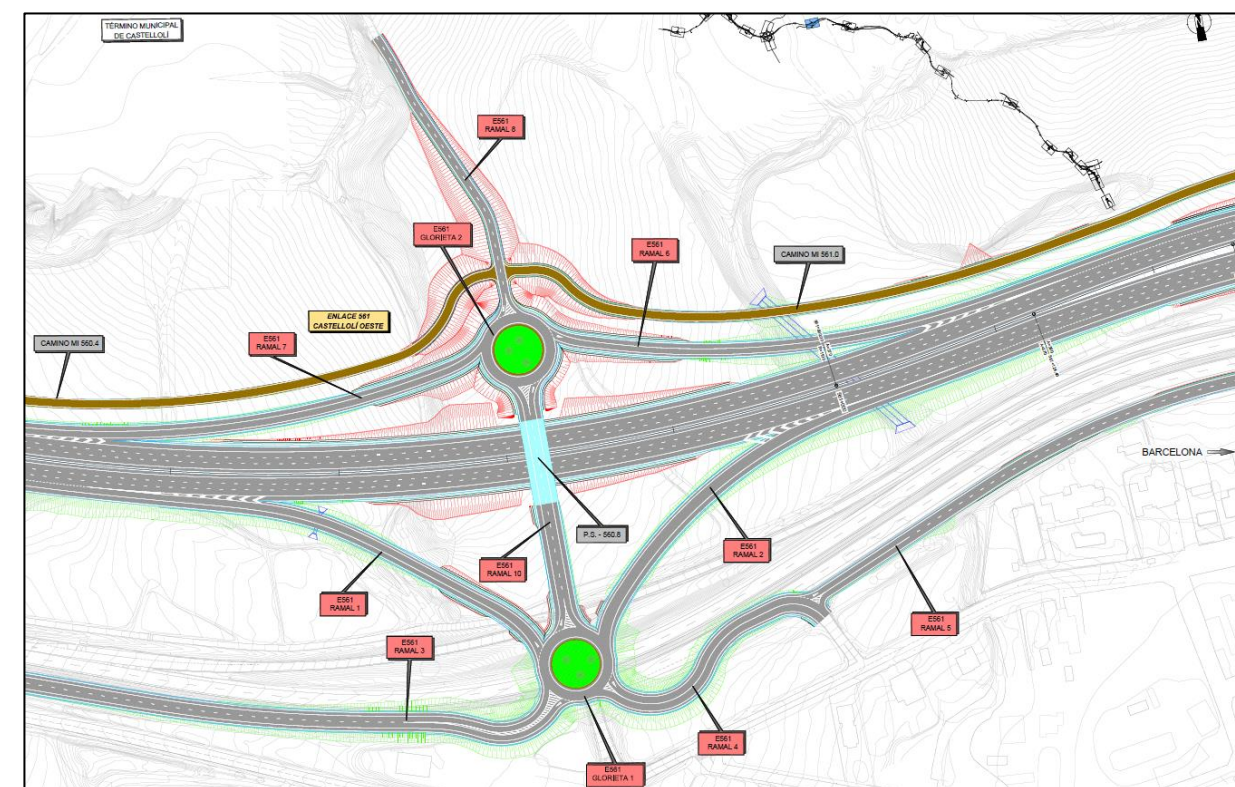


Ilustración 6. Enlace 561: Castellolí Oeste.

4.9.4.4. Enlace 564: Castellolí Este – Coll del Bruc N-IIa

La definición de este enlace ha estado condicionada por la bifurcación necesaria en la nueva configuración de los túneles del Bruc, así como la proximidad a los túneles y evitar a la afección a la carretera N-IIa.

Se proyecta con una tipología de trébol parcial, en la parte norte del enlace, y con una tipología diamante con pesa en la parte sur del mismo.

De esta forma, se consigue disponer de más 250 m a las bocas de los túneles, evitar la afección a la carretera N-IIa y separar la entrada y salida de la bifurcación.

Todas la entradas y salidas de proyectan con carriles de cambio de velocidad.

El esquema es el siguiente:

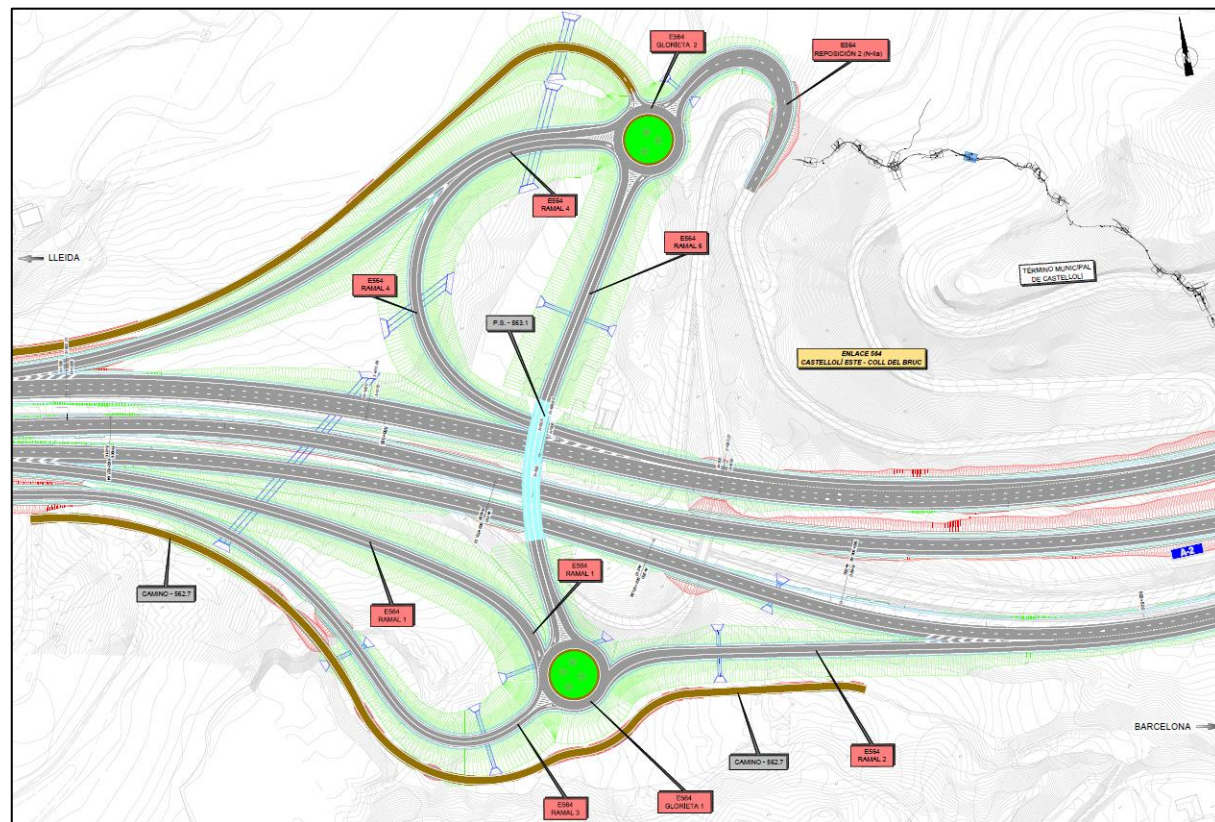


Ilustración 7. Enlace 564: Castellolí Este – Coll del Bruc N-IIa

4.9.4.5. Enlace 569: Coll Del Bruc

Se proyecta un enlace completo tipo trompeta con la una glorieta sobre la actual calzada del tronco de la autovía para canalizar los movimientos del enlace, el acceso a El Bruc y el acceso a Monserrat. La glorieta se define con un radio de 35 m, superior a lo dispuesto en la norma 3.1-IC Trazado en la tabla 10.5, esto se debe a la imposibilidad de adecuar las conexiones a una glorieta de como máximo radio 30 m, como establece la norma.

La glorieta norte tiene dos ramales de entrada-salida a la autovía y conexiones con la N-IIa y la B-111.

Todas la entradas y salidas de proyectan con carriles de cambio de velocidad.

Se adjunta esquema:

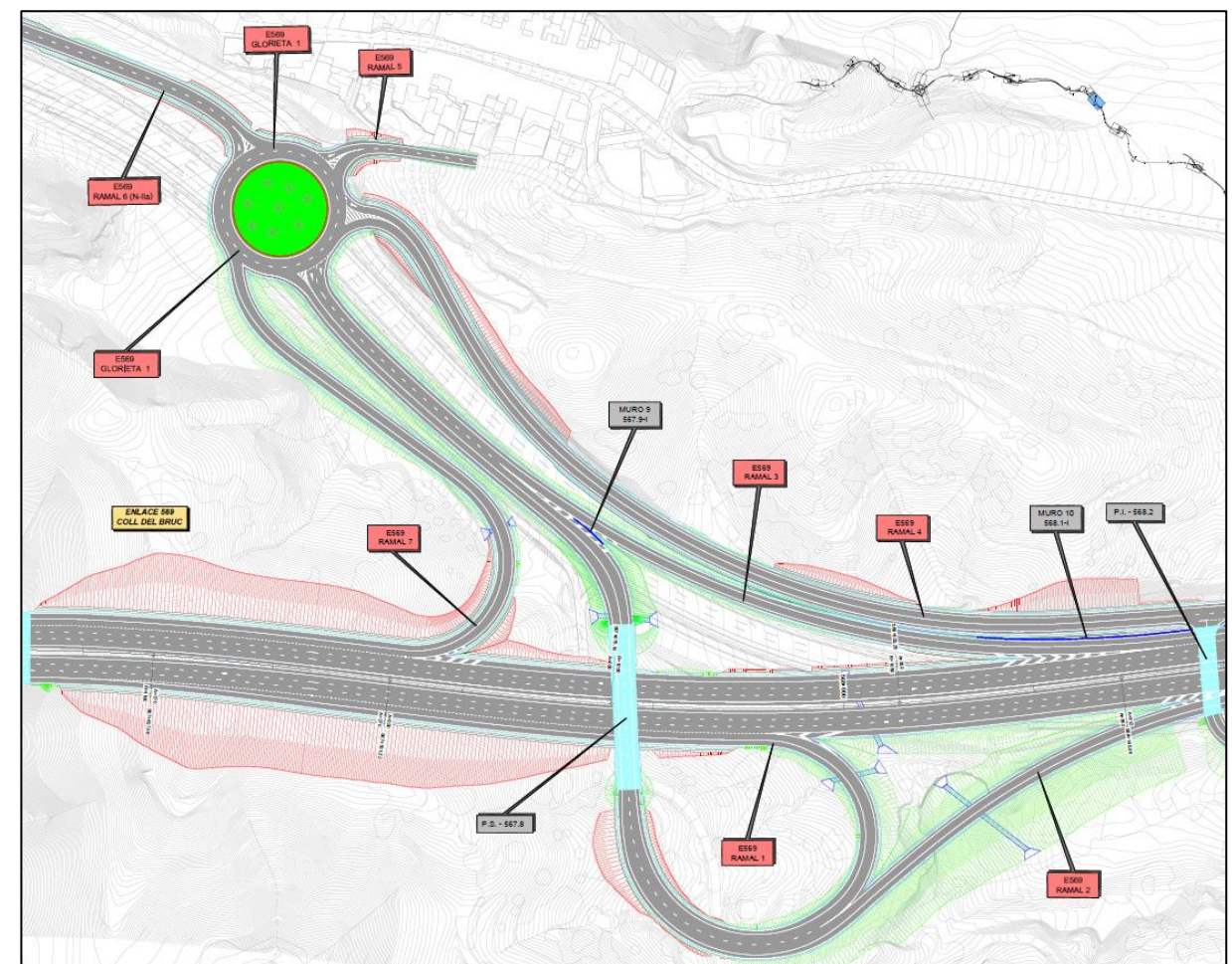


Ilustración 8. Enlace 569: Coll del Bruc

4.9.4.6. Enlace 571: El Bruc

Se proyecta un nuevo enlace con tipología de trébol parcial, con objeto de mantener las distancias que se establecen en la Norma de Trazado entre entrada y salidas consecutivas. Adicionalmente, en la parte norte se evita afección a Can Pascual (tal y como solicitó en Ayuntamiento) y, en la parte sur, permite unir la entrada y la salida en una única conexión con la glorieta.

La glorieta sur se ha proyectado con un radio de 30 m para recoger 5 accesos que se tienen a la misma.

En este enlace, se encuentra el Paso Inferior 569-9 que requiere la ampliación de la estructura tipo bóveda existente.

Todas la entradas y salidas de proyectan con carriles de cambio de velocidad.

El esquema en planta es el siguiente:

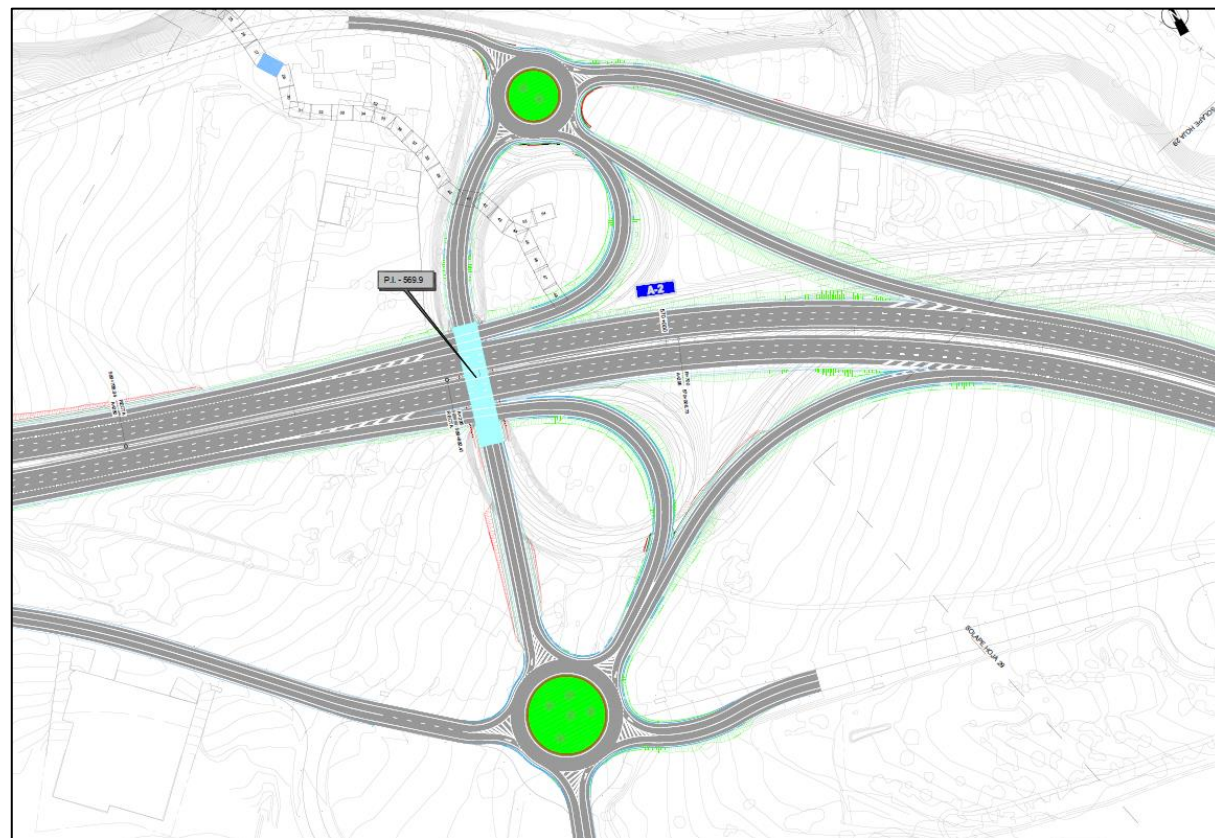


Ilustración 9. Enlace 571: El Bruc

Enlace 576: Esparreguera Norte

Este enlace se proyecta con una tipología de diamante con pesas, con un nuevo paso superior que conecta ambas glorietas.

Todas la entradas y salidas de proyectan con carriles de cambio de velocidad.

Junto a la glorieta norte se ha diseñado el aparcamiento de vialidad invernral para camiones, aunque su conexión se ha planteado desde el vial que conecta con Esparraguera.

El esquema se adjunta a continuación:

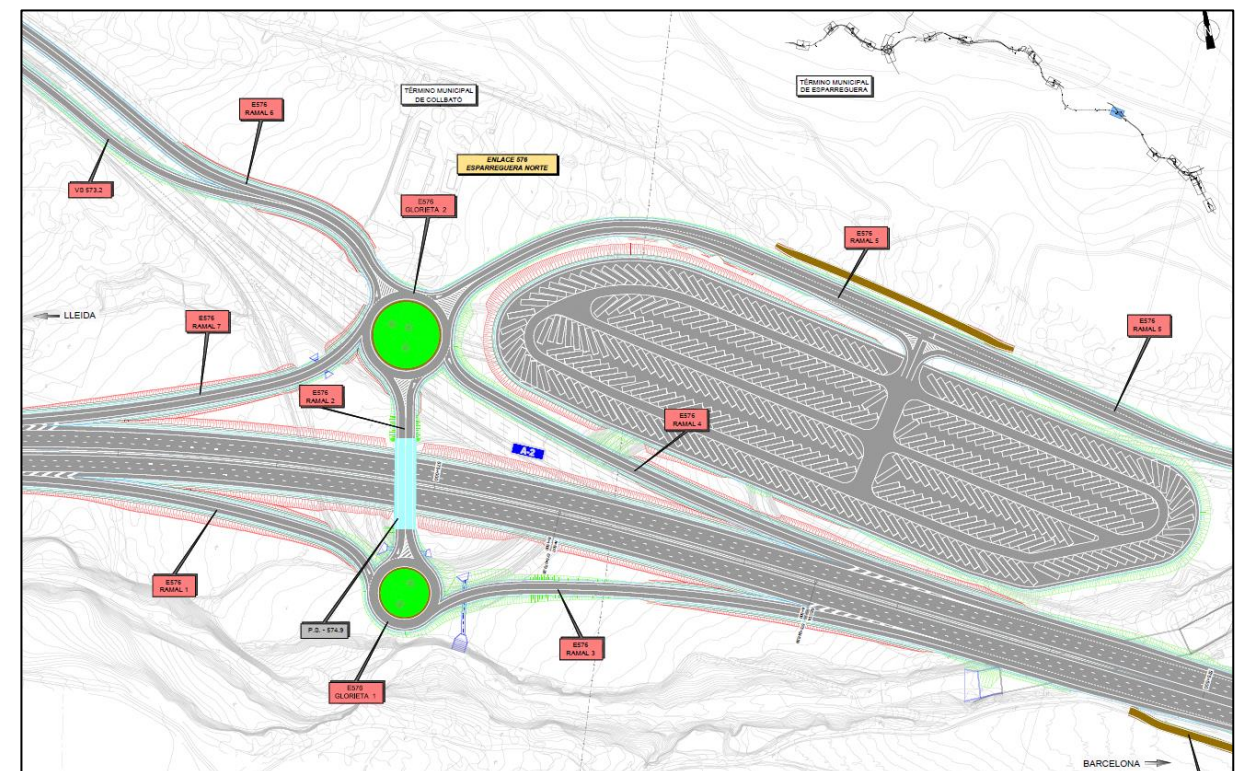


Ilustración 10. Enlace 576: Esparreguera Norte

4.9.4.9. Enlace 582. B-40

Este enlace viene definido por la conexión entre la Autovía A-2 y la futura Autovía Orbital, B-40. El esquema se adjunta a continuación:

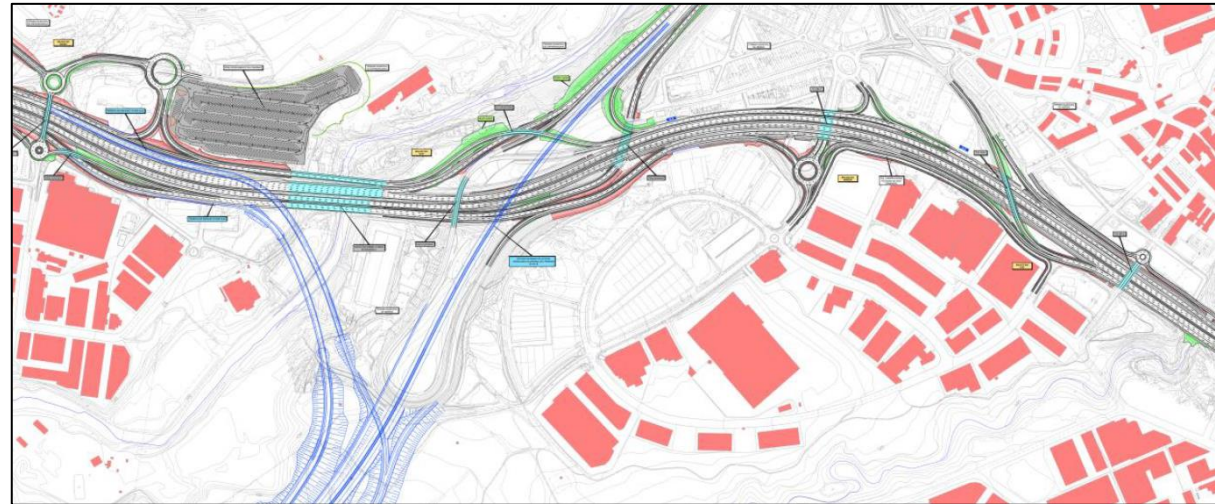


Ilustración 13. Zona de Estudio de la B-40.

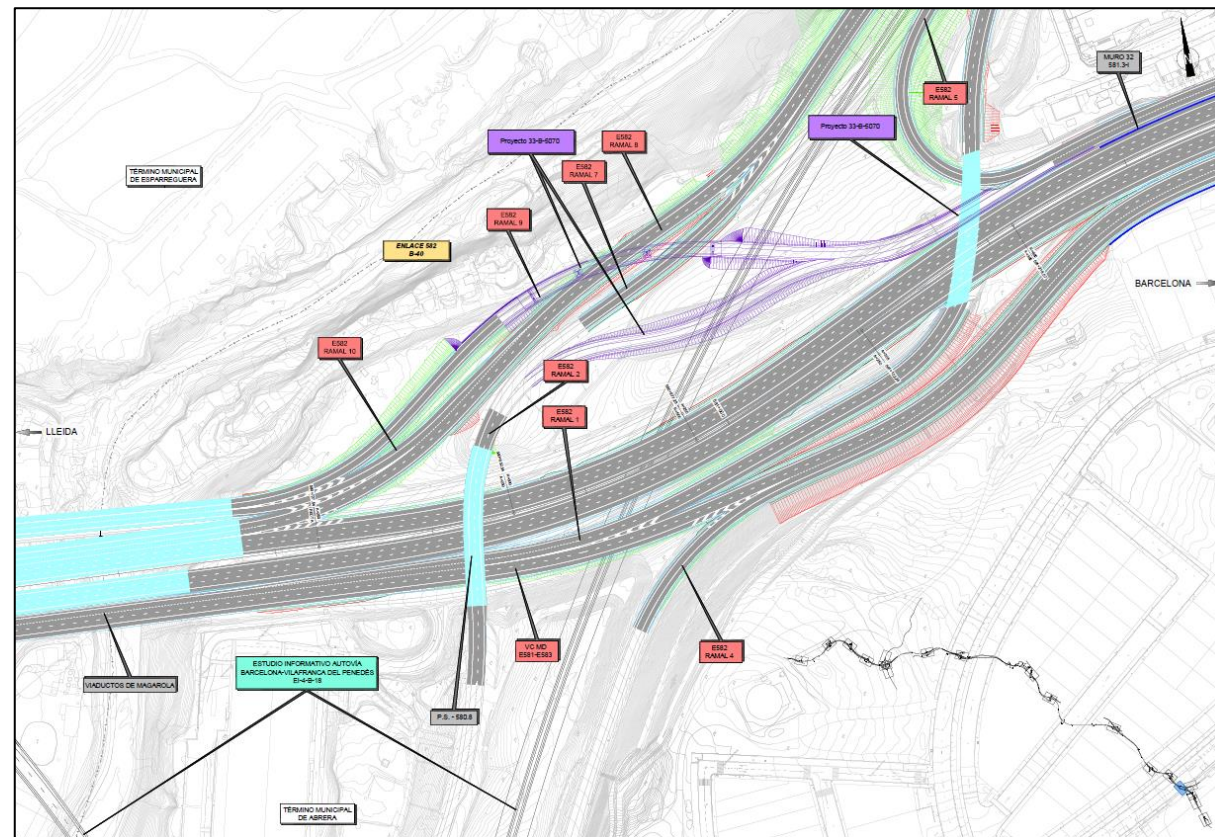


Ilustración 14. Enlace 582. B-40.

La solución proyectada es similar a la existente, adaptando alguno de sus movimientos:

- Ramal Lleida – Terrasa. Este movimiento se mantiene como en la actualidad, pasando por el paso inferior existente, que se ampliará a dos carriles (actualmente ya está preparado para esta ampliación).
- Ramal Terrasa – Lleida. Este movimiento se mantiene como en la actualidad, a través del ramal tipo lazo que conecta con la vía de servicio.
- Ramal Barcelona – Terrasa. Este movimiento se mantiene como en la actualidad, ampliando su radio y adaptándolo a la cota de la futura calzada de la B-40. Este ramal actualmente se desprende de la vía colectora con ramal de deceleración muy corto. En el anteproyecto se define por pérdida carril para facilitar su salida.
- Ramal Terrasa – Barcelona. Este movimiento, aunque mantiene una disposición similar a la actual, se modificada para que dos carriles accedan directamente al tronco de la autovía y otro a la vía de servicio. De esta forma, se adapta también a lo definido en el Proyecto de Mejora de la Conexión de la A-2 y la B-40.

4.9.4.10. Enlace 583. Abrera

Se mantiene una tipología similar a la actual. En la parte norte, únicamente se adaptan los ramales a la nueva disposición de la vía colectora, mientras que en la parte sur, se reordenan los ramales de enlace para canalizar todos los movimientos a través de una glorieta existente en el polígono industrial, que es reformada.

En dirección Lleida se tiene sendos ramales de entrada-salida a la colectora y acceso a Abrera.

Sentido Barcelona se tienen salidas y entradas desde la colectora, además se construye un nuevo vial para acceder al polígono de Sant Ermengol, independiente de la vía colectora. La entrada al polígono se realiza a partir de la vía colectora definida. Se adjunta esquema:

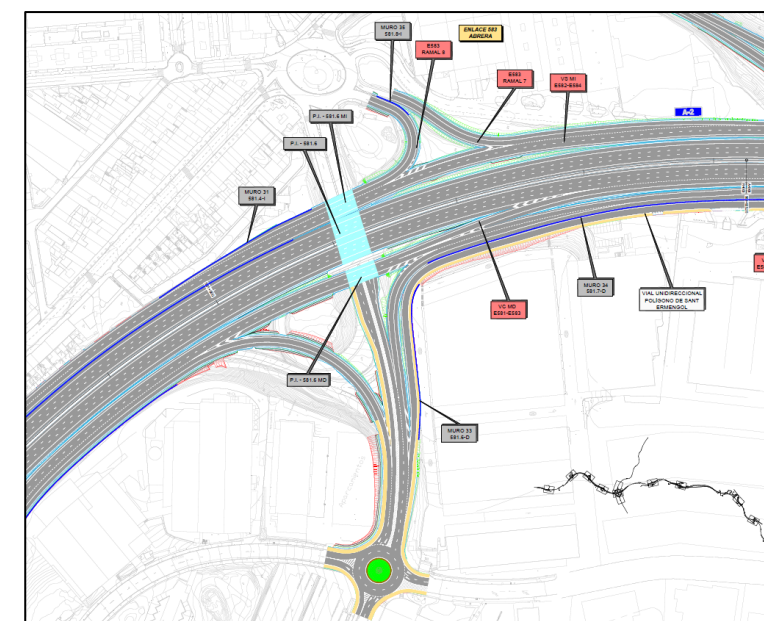


Ilustración 15. Enlace 583 Abrera.

4.9.4.11. Enlace 584. C-55

Se mantiene el semienlace actual adecuando la entrada y salida a la nueva disposición de la autovía.

En dirección Lleida se proyecta la salida hacia la C-55 desde la colectora y sentido Barcelona se proyecta un ramal de entrada que conecta la C-55 con la colectora y accede al tronco a través de un trenzado posterior.

El ramal de entrada está coordinado con las actuaciones incluidas en el Proyecto de Mejora de la Conexión de las Autovías B-40 y A-2.

El esquema es el siguiente:

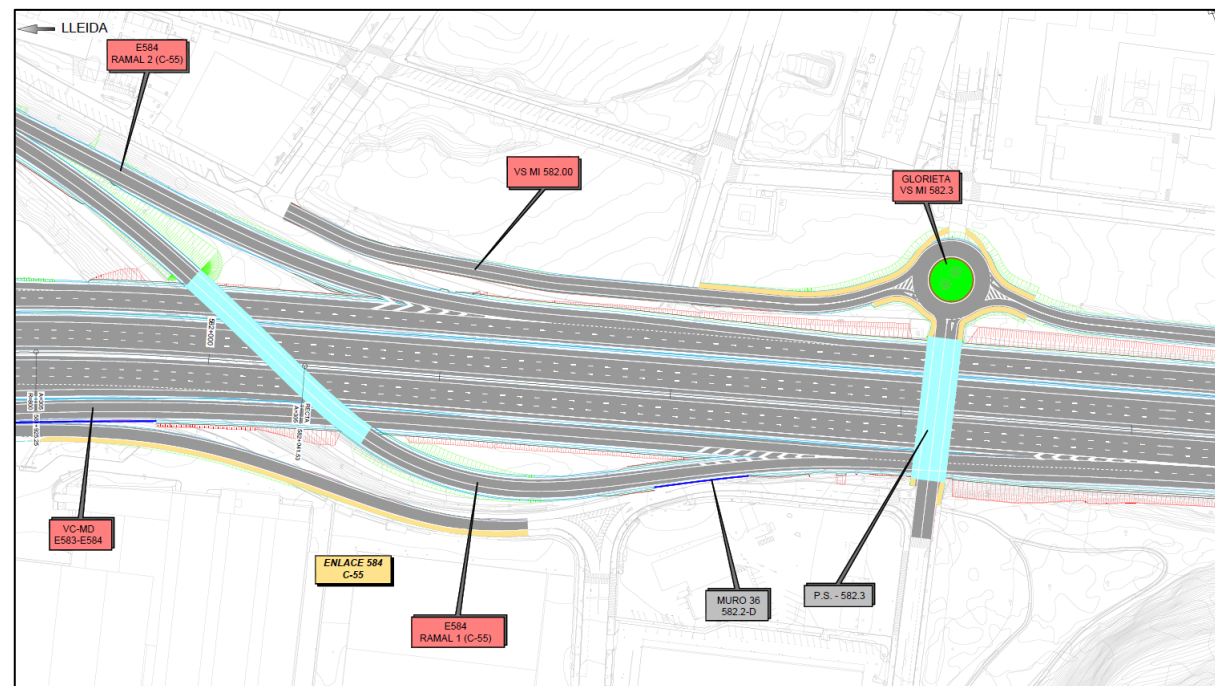


Ilustración 16. Enlace 584. C-55

4.9.4.12. Enlace 585.

Se mantiene la tipología actual del enlace. La liberalización de la AP-7 generará un significativo aumento de tráfico en los movimientos desde y hacia la AP-7, por lo que se han incorporado las siguientes actuaciones:

- Dirección Lleida se proyecta la modificación del ramal que viene de la AP-7 para mantener en todo momento 2 carriles.
- Sentido Barcelona se proyecta la salida de la colectora hacia Ca n' Amat con un carril de cambio de velocidad, para que el movimiento hacia la AP-7 mantenga dos carriles en todo su desarrollo.

Se adjunta esquema:

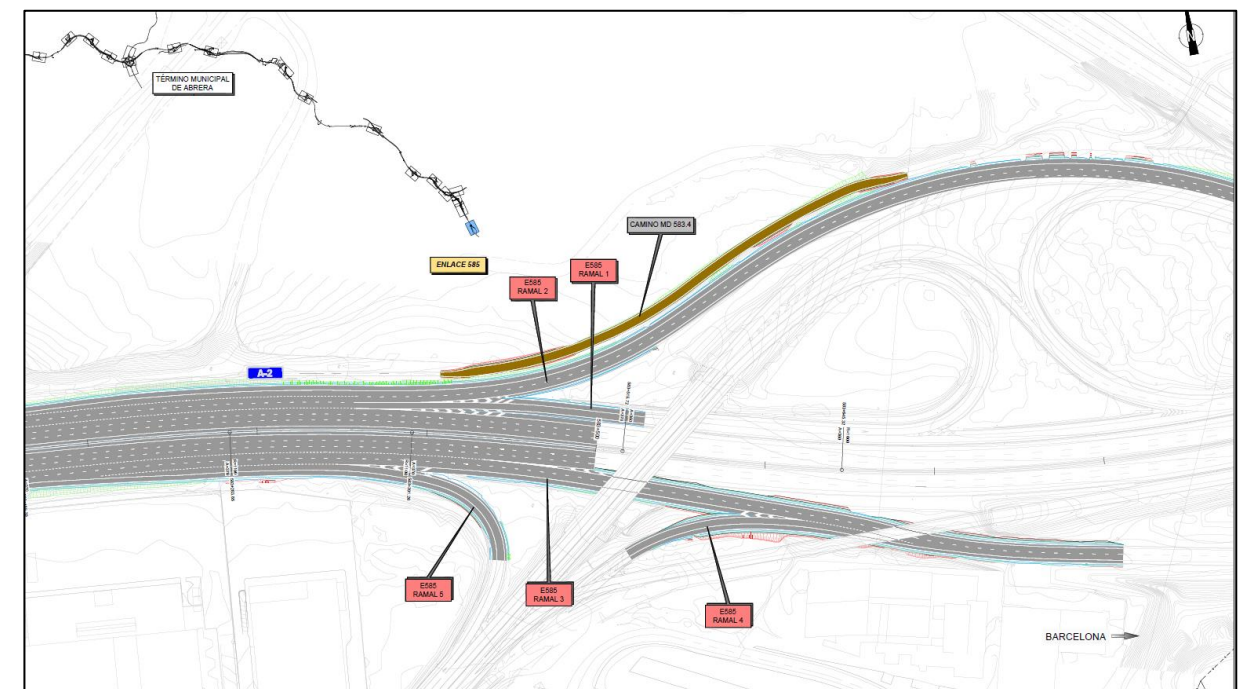


Ilustración 17. Enlace 585.

4.9.5. **Caminos**

Con el fin de garantizar la permeabilidad transversal del ámbito de actuación del presente Anteproyecto, se ha realizado un exhaustivo estudio de la situación actual de los caminos de la zona y cómo el trazado de la nueva autovía afecta a la continuidad de los mismos.

Dado el carácter de autovía de la nueva infraestructura, el acceso directo de los caminos locales quedará eliminado, pudiéndose acceder a la autovía únicamente por los enlaces proyectados a tal efecto.

El presente Anteproyecto consta de un total de 49 caminos.

4.9.6. Secciones transversales tipo

En el presente apartado se describen las distintas secciones tipo que intervienen en trazado de la autovía.

TRONCO DE VÍA PRINCIPAL A-2

4.9.6.1. Alineación recta

En la sección tipo en alineación recta, la plataforma está formada por dos calzadas separadas, de tres carriles por sentido de circulación. Los carriles son de 3,50 m y se dispone de una pendiente transversal del 2% hacia el exterior de la plataforma. Los arcenes exteriores son de 2,50 m. Asimismo, se dispone de una berma de 1,10 m con una pendiente transversal del 4%. La cuneta será de 2,0 metros de ancho, con una berma de despeje de 1,00 metro con una pendiente transversal del 8%.

Esto supone la ejecución de una mediana de 2,00 m a lo largo de todo el trazado con arcenes interiores de 1,50 m, formando parte de la plataforma, siempre teniendo en cuenta los sobrecanchos impuestos por el Estudio de Visibilidad.

4.9.6.2. Alineación curva

Los tramos en alineación curva comprenden las curvas circulares y las curvas de transición. En este tipo de sección ambas calzadas del tronco de la autovía, con tres carriles de 3,50 m, están separadas por una mediana de 2 m, igual que en el caso de la alineación recta. Los arcenes interiores son de 1,50 m y los exteriores de 2,50 m. La pendiente transversal de la plataforma es la correspondiente al peralte en cada curva. Asimismo, las bermas serán de 1,10 m a lo largo de todo el trazado. La pendiente transversal de la berma es igual al peralte de la curva, con un valor mínimo del 4%.

La mediana aloja la barrera de seguridad que, en alineación curva, se colocará en el lado interior de la misma, favoreciendo la visibilidad. La barrera está constituida por una barrera de hormigón doble, ejecutada in-situ, en mediana estricta.

4.9.6.3. Vía colectora

En la sección tipo en alineación recta, la plataforma está formada por un carril de 4,00 o dos de 3,5 m. El arcén exterior es de 2,50 m. Asimismo, se dispone de una berma de 1,10 m con una pendiente transversal del 4%.

Esto supone la ejecución de una terciaria de 3,15 m a lo largo de todo el trazado con arcén interior de 1,00 m, siempre teniendo en cuenta los sobrecanchos impuestos por el Estudio de Visibilidad. La anchura de la terciaria viene definida según la Norma 8.1-IC de Señalización vertical, por la cual, para señales verticales de 1,75 m de ancho, se deberán dejar 0,7 m de resguardo. Excepcionalmente se han dispuesto terciarias de 2 m entre los pp.kk. 579+650 a 579+870 en la margen izquierda y de 1,6 m entre los pp.kk. 581+390 a 581+590 en la margen derecha, para poder dar cabida a la sección transversal sin llevar a cabo afecciones a las ediciones existentes.

La terciaria aloja la barrera de contención de vehículos que, está constituida por una barrera de hormigón doble, ejecutada in-situ. Con relación a la barrera de seguridad en el margen de la carretera, ésta se colocará en los tramos de terraplén cuya altura supere los 3 m.

4.9.6.4. Ramales de enlace

En el presente Anteproyecto se desarrollan 16 enlaces a lo largo del trazado, por lo que aparecen un gran número de ramales.

4.9.6.4.1. *Ramales unidireccionales 1 carril*

La sección tipo para los ramales unidireccionales de 1 carril está constituida por un carril de 4 m de ancho, un arcén exterior de 2,50 m y un arcén interior de 1,00 m. Las bermas son de 1,10 m. Además, se define una cuneta de 1,50 m con pendiente 1:6.

Ramales unidireccionales 2 carriles

La sección tipo para los ramales unidireccionales de dos carriles está constituida por una calzada que tendrá un ancho de 7,00 m ya que está formada por dos carriles de 3,50 m, un arcén exterior de 2,50 m y un arcén interior de 1,00 m. Las bermas son de 1,10 m. Además, se define una cuneta de 1,50 m con pendiente 1:6.

4.9.6.4.2. *Ramales bidireccionales*

La sección tipo para los ramales bidireccionales está constituida por una calzada que tendrá un ancho de 7,00 m ya que está formada por dos carriles de 3,50 m. Los arcenes exteriores son de 2,50 m y las bermas son de 1,10 m. Además, se define una cuneta de 1,50 m con pendiente 1:6.

4.9.6.5. Glorietas

Las glorietas se han diseñado con uno o dos carriles de circulación en función del espacio y las necesidades existentes.

La sección tipo para glorietas depende de los radios de diseño donde los anchos se definen atendiendo a lo dispuesto en las tablas 10.4. y 10.5. Los arcenes exteriores se han definido con un ancho de 1,00 m y los arcenes interiores con un ancho de 0,50 m. Las bermas son de 1,10 m. Además, se define una cuneta de 1,50 m.

La pendiente transversal de la calzada es la correspondiente al peralte. Para las bermas, la pendiente transversal exterior es del 4% y la interior es igual al peralte, con un valor mínimo del 4%.

4.9.7. **Peraltes**

Los peraltes planteados para el nuevo diseño de la A-2 en el tramo del presente estudio se han adecuado a la Normativa vigente.

En líneas generales los peraltes actuales que encontramos en la A-2 están por debajo de lo que exige actualmente la Normativa, por ello se han planteado el encaje de la nueva sección en las zonas de

curva con parte de la sección por debajo de la rasante actual y parte de la sección por encima siempre que ha sido posible con la finalidad de aprovechar al máximo la estructura de firme existente. De esta manera la parte de la sección que va por encima de la rasante actual se podría apoyar encima de ésta sin necesidad de hacer una estructura de firme completamente nueva y en el caso en que la nueva sección vaya por debajo de la sección existente también se pueda aprovechar parte de esta estructura para no tener que demolerla por completa y hacer una sección completamente nueva. Si bien esto no siempre ha sido posible por las diferencias entre los peraltes existentes y diseñados, es lo que se ha intentado en todo momento.

4.9.8. Estudio de visibilidad

La visibilidad es un factor fundamental en la determinación de la anchura de la mediana de una autovía. Según la normativa vigente (3.1 IC), para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra. En el caso de una autovía, se considera únicamente la maniobra de parada.

En el Anejo se describe la metodología seguida en el análisis de la visibilidad.

A continuación, se reflejan los principales resultados obtenidos:

En todo el tramo se ha obtenido una visibilidad para velocidad 100 Km/h, excepto entre los pp.kk. 579,5 y 580,3, donde se encuentra un radio de 485 m y 720 m. Aquí la velocidad de proyecto se debe reducir a 80 km/h, debido al impedimento de materializar los despejes necesarios por la ubicación de edificaciones (Polígono Industrial del Sur), y el Paso Superior 579,9.

En el anejo se presentan las tablas con los sobreechamientos de mediana al igual que los sobreechamientos de las bermas laterales.

4.10. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El objetivo de este anejo es el estudio del movimiento de tierras originado por las obras del *Anteproyecto y Estudio de Viabilidad de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada - Martorell. P.K. 550,6 al P.K. 585,5*, con los siguientes objetivos:

- Determinar la clasificación de las excavaciones en función del tipo de material a excavar (suelo o roca).
- En función del grado de aprovechamiento del material a excavar, establecer cuál es el balance entre el volumen de tierra extraído y el reutilizado de nuevo en la obra en forma de terraplén y otros rellenos.
- Determinar la necesidad de buscar material de préstamos o canteras, o bien recolocar los excedentes en vertedero.

4.10.1. Clasificación y aprovechamiento de los materiales a excavar

Los materiales que en principio se encontrarán en el fondo de las excavaciones, ya sea en desmontes o en rellenos de poca altura, se clasificarán como tolerables según el PG-3.

De la investigación geológica-geotécnica recopilada en la zona, se deduce un espesor de tierra vegetal de 30 cm.

En base al estudio geológico-geotécnico realizado en el *Anejo 3. Estudio Geológico - geotécnico*, considerando las características de los materiales atravesados en los distintos desmontes de entidad del trazado, se obtiene como conclusión un posible reaprovechamiento del 70% del total de los productos de la excavación obtenidos, a emplear como material clasificado como tolerable para la formación de rellenos y para la unidad de suelo estabilizado.

4.10.2. Procedimientos de excavación previstos

Dadas las características de los materiales afectados por los desmontes de la traza, se podrán excavar todos ellos con medios mecánicos convencionales.

4.10.3. Coeficientes de paso

Teniendo en cuenta las características geológico-geotécnicas de los materiales que se excavarán y, a partir de las investigaciones previas realizadas, se han asignado a todas las unidades geológicas-geotécnicas los siguientes coeficientes de paso desde banco:

Unidad geológica	Coeficiente de Paso desde banco	
	A Obra	A Vertedero
Qc	0,95	1,20
(T_{c22-23}^{Ac})	1,10	1.20
	1.15	1.35
T_{m22-21}^{Ab-Ac}	1,15	1.35
$T_{22-21}^{Ab-Ac} T_{g 23-23}^{Ac}$	1,20	1.50
P	1,00	1,00

Atendiendo a la procedencia de los materiales aprovechables, se usará un coeficiente medio de paso a obra de **1,00** para suelos tolerables y de **1,20** para roca. En lo referente al coeficiente de paso a vertedero (esponjamiento) se le asignará el valor medio de **1,30**.

4.10.4. Explanada

De acuerdo con lo expuesto en el *Anejo 10. Firmes y pavimentos* se adopta una explanada de categoría E3 para toda la traza.

Para cada uno de los suelos presenten en la traza, se establece una configuración de explanada distinta según la Instrucción 6.1.I.C. Se detalla a continuación las capas proyectadas en cada uno de los tipos.

- Para la formación de una explanada tipo 3 sobre suelo inadecuado se escoge la extensión de 50 cm de suelo seleccionado tipo 2, al que se le añaden 30 cm de suelo estabilizado tipo 3 (S-EST3).

- Sobre suelo tolerable, la explanada E3 se formará extendiendo 30 cm de suelo seleccionado tipo 2 y 30 cm de suelo estabilizado tipo 3 (S-EST3).
- Adicionalmente, la explanada E3 sobre terreno rocoso se formará nivelando el fondo de excavación con hormigón HM-20.

4.10.5. Préstamos, canteras y plantas de suministro

En este apartado se realiza un estudio de los yacimientos cercanos al trazado que podrán aportar material para las distintas unidades de obra cuyas necesidades no se vean cubiertas con el producto de excavación de los desmontes de la traza.

Se reflejan en el Anejo las posibles explotaciones indicando su situación, la distancia aproximada a la traza, el tipo de material explotado y su posible utilización en obra.

En base al balance de tierras de las explanaciones del proyecto y dada la necesidad de acopiar la tierra vegetal a recolocar en ambos casos en la traza al final de las obras, es necesario determinar unas superficies de acopios a habilitar en las inmediaciones de la traza.

Por este motivo se han definido un conjunto de zonas de instalaciones y acopios (en lo sucesivo denominadas ZIAs) en las márgenes e inmediaciones de la traza, que serán ocupadas de forma temporal durante la ejecución de las obras para el acopio provisional de los citados materiales de la excavación para su posterior recolocación en la traza, así como su uso para ubicación de instalaciones:

ZIAs		
Denominación	Ubicación	Superficie disponible
ZIA-1	PK 554+010, Enlace 554 Igualada – Prats de Rei, BV-1031	15.928,4850 m ²
ZIA-2	PK 556+240, margen derecha del Tronco	29.255,096 m ²
ZIA-3	PK 560+600, Enlace 561 Castellolí Oeste	27.855,489 m ²
ZIA-4	PK 570+000, Enlace 571 Del Bruc	35.608,460 m ²
ZIA-5	PK 577+780, margen izquierda del Tronco	84.480,460 m ²

Zonas de acopio e instalaciones auxiliares

4.10.6. Vertederos y Plantas de Gestión de residuos

En el anejo se presenta una tabla con ubicación de 85 vertederos a una distancia inferior media de 10 Km respecto de la traza, indicando su superficie potencial de ocupación, que reflejan una capacidad de acogida total de 15.991.564,00 m³.

Adicionalmente, la Generalitat de Catalunya cuenta con un inventario de Actividades Extractivas Abandonadas (AEA) accesible a través de la página web del Departamento de Territorio y Sostenibilidad. La información de base para elaborar el modelo digital se extrae del inventario de Actividades Extractivas Abandonadas de Cataluña que la Dirección General de Patrimonio Natural y del Medio Físico. La información utilizada para realizar este trabajo fue por una parte las AEA conocidas por el Departamento de Medio Ambiente y por otra parte los puntos inventariados a partir del contacto con la población en los trabajos de campo.

4.10.7. Resumen de movimiento de tierras

A continuación, se muestra la tabla resumen de las unidades más relevantes de tierras que se presentan en el tramo considerado:

RESUMEN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS	TRAMO UNICO
UNIDADES	VOLUMEN (m ³)
DESBROCE TOTAL (m²)	1.990.543,19
DESBROCE TERRAPLEN (m ²)	968.648,40
DESBROCE DESMONTE (m ²)	1.021.894,79
EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	549.589,60
EXCAVACIÓN	5.781.886,40
EXCAVACIÓN EN DESMONTE (70% tolerable)	3.366.684,40
EXCAVACIÓN EN ROCA	2.303.705,90
ESCALONADO TALUDES	111.496,10
NECESIDAD DE MATERIAL PARA RELLENOS	4.298.422,60
NÚCLEO TERRAPLÉN (Suelo tolerable)	4.186.926,50
ESCALONADO TERRAPLÉN (Suelo tolerable)	111.496,10
NECESIDAD DE EXPLANADA	531.010,10
SUELO ESTABILIZADO TIPO S-EST3 (con tolerable)	458.117,60
SUELO SELECCIONADO	499.852,50
HORMIGÓN EN MASA (HM-20)	4.789,20
SUELO ADECUADO	26.368,40

4.10.7.1. Excavación en tierra vegetal y desbroce del terreno

Los datos obtenidos son los correspondientes al volumen de tierra vegetal que es necesario excavar. Conforme al *Anejo 3. Estudio Geológico – Geotécnico* se ha considerado un espesor uniforme de tierra vegetal a lo largo de la traza de 30 cm, lo que arroja un volumen total de **549.589,60 m³**.

La superficie del terreno que será necesario despejar y desbrozar para la realización de las obras es de **1.990.543,19 m²**.

4.10.7.2. Saneos en suelos inadecuados

De acuerdo con el *Anejo 3. Estudio Geológico – Geotécnico* se no es necesario realizar saneos en los suelos inadecuados.

4.10.7.3. Excavación en desmonte

La excavación en desmonte corresponde al volumen a desmontar para la realización de las obras, con un valor total según listados de **3.366.684,40 m³**.

Adicionalmente se considera el volumen a desmontar para la realización del escalonado de los taludes para estabilización, con un valor total según listados de **111.496,10 m³**.

4.10.7.4. Excavación en roca

La excavación en desmonte en roca corresponde al volumen a desmontar para la realización de los taludes y el material extraído de los túneles con un valor total según listados de **2.303.705,90 m³**.

4.10.7.5. Rellenos

El valor acumulado de relleno de terraplén según listados es **4.186.926,50 m³**.

Adicionalmente se considera el volumen de relleno para la realización del escalonado de los taludes para estabilización, con un valor total según listados de **111.496,10 m³**.

4.10.7.6. Explanada

De acuerdo con el Anejo nº 10, Firmes y pavimentos, se conseguirá explanada E3 mediante la aportación de 30 cm de Suelo Estabilizado tipo S-EST3 (**458.117,60 m³**) previa disposición de una capa de 30 cm o 50 cm de suelo seleccionado (según el caso) en el fondo de la explanación y coronación de terraplenes (**499.852,50 m³**).

La explanada de los caminos y vías de los cuales no se dispone de datos de tráfico tendrán la explanada se conseguirá mediante la aportación de 30 cm de suelo adecuado (**26.368,40 m³**).

Los suelos seleccionados se obtendrán en su totalidad de las canteras ubicadas en las proximidades de la traza indicadas en el Anejo nº3, Estudio Geológico – Geotécnico.

La capa de explanada de suelo estabilizado tipo S-EST3 se ejecutará con los suelos tolerables procedentes de la excavación de la traza.

4.10.8. **Balance de tierras estimado**

Aplicando un coeficiente de aprovechamiento del 70% a la excavación en desmonte de la traza, resulta una excavación útil de **2.356.679,08 m³**.

El material no aprovechable proveniente de la excavación en desmonte que va a vertedero es de **1.511.817,25 m³**.

La tierra vegetal se reutilizará en regeneración de taludes, ZIAs y vertederos, no resultando excedente que tenga que ser depositado en vertedero.

A continuación, se presenta cuadro resumen de material a vertedero:

VOLUMEN A VERTEDERO (m3)	
DESMONTE TOLERABLE SOBRANTE	476.082,06
DESMONTE MARGINAL SOBRANTE	1.010.005,32

VOLUMEN A VERTEDERO (m3)	
ESCALONADO SOBRANTE	25.729,87
TOTAL (Sin coef. de esponjamiento)	1.511.817,25
TOTAL (Con coef. de esponjamiento – 1,30)	1.965.362,42

Se ha considerado un suplemento adicional de transporte para aquellos volúmenes que hubiera que trasladar a distancias superiores a los 10 km.

4.10.8.1. Distancia de transporte

De las canteras y yacimientos granulares que se proponen, se seleccionará aquellas que se sitúen a una distancia inferior a 30 Km, de modo que no sea de aplicación el suplemento adicional de transporte. Por tanto, todas serán aptas en la zona de actuación.

De igual modo, de los vertederos propuestos, se elegirán aquellos, que contando con la capacidad necesaria de vertido se hallen a una distancia inferior a los 10 Km, con la misma finalidad de no aplicación del suplemento adicional de transporte.

4.10.8.2. Diagrama de masas

Tal y como puede comprobarse en el anterior análisis del balance de tierras y atendiendo a las particularidades constructivas de la obra, en la que no se garantiza el libre trasiego entre ejes de actuación, el desmonte útil, con el que quedan cubiertas las necesidades de material de la traza, habrá de ser compensado, de modo que se produzca una compensación transversal en zonas puntuales y en el resto se ejecuten transportes de materiales reutilizables de longitud muy reducida desde los desmontes a los rellenos que garanticen su proximidad.

4.11. FIRMES

En el “Anejo nº 10. Firmes y Pavimentos” se estudia, en base a los datos de tráfico y a la explanada existente, la sección de firme más idónea a disponer en todos los viales definidos en el presente proyecto.

4.11.1. **Tráfico**

La estructura del firme a definir debe adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente el tráfico pesado, durante la vida útil del firme. Por este motivo, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de pesados prevista para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio (2025).

Con objeto de simplificar categorías de tráfico pesado, se ha tomado como criterio general una categoría mínima T32 independientemente de los resultados obtenidos mediante simulación, puesto que los firmes derivados de categorías inferiores no se consideran acordes a la entidad de los viales a los que dan soporte y para homogenizar la categorías de tráfico pesado entre los distintos ramales de un mismo enlace, por motivos constructivos.

Asimismo, se ha considerado una categoría de tráfico pesado mínima de T0 para el tronco de la A-2, puesto que actualmente dispone de una sección de firme propia de una categoría de Tráfico pesado T00. Al final de la actuación se conservan las categorías de tráfico existentes en la actualidad, incluyendo la T00.

En resumen, las categorías de tráfico consideradas abarcan desde la T00 a la T32.

En el Anejo se incluye una simulación de tráfico segmentada por enlaces, donde se muestra el tráfico teórico obtenido y el simplificado, que define las secciones de firme.

4.11.2. Climatología

Según la Norma 6.1-IC, la traza se ubica en una zona térmica estival media y una zona pluviométrica poco lluviosa.

4.11.3. Explanada

4.11.3.1. Características del cimiento.

El primer dato que es necesario conocer para caracterizar la explanada de cada uno de los tramos de proyecto, es la definición de las características de los materiales en los que asienta en las dos situaciones posibles, desmonte y terraplén.

En los tramos en terraplén, el material constitutivo de su coronación será el que defina el cimiento de la explanada. En el anejo nº3 "Estudio Geológico Geotécnico" y el anejo nº9 "Movimiento de tierras", se define la procedencia y características de los materiales a utilizar en los diferentes terraplenes y pedraplenes que componen el tramo.

En zonas de desmonte, dichas características vienen dadas por las del terreno natural atravesado. En base al estudio de litologías existentes que se ha realizado en el anejo de Geología y Geotecnia, se han determinado los fondos de explanada sobre los que se ejecutó la actual autovía A-2 en el tramo objeto del anteproyecto.

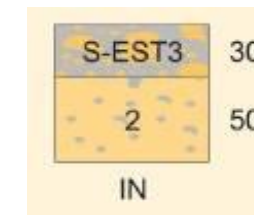
4.11.3.2. Configuración de la explanada

Los tipos de suelos encontrados en el ámbito del proyecto son de tres tipos: suelos rocosos, suelos tolerables y suelos inadecuados o marginales.

La categoría de tráfico pesado del tronco se ha establecido en T00 y T0. Según la Norma 6.1- IC "Secciones de Firme" aprobada por la Orden FOM/3460/2003, para un tráfico T00 sólo se admite la explanada tipo E3. Para conseguir esta E3 se deberá tener un módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga superior a 300 Mpa.

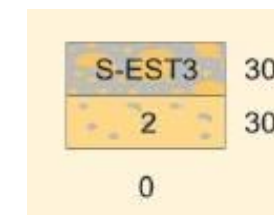
Para cada uno de estos suelos se establece una configuración de explanada distinta según la Instrucción 6.1-I.C. Se detalla a continuación las capas proyectadas en cada uno de los tipos.

Explanada en suelos marginales e inadecuados



Para los tramos clasificados como suelos inadecuados o marginales (IN), se formará la explanada tipo 3 extendiendo 50 cm de suelo seleccionado tipo 2, al que se le añaden 30 cm de suelo estabilizado tipo 3 (S-EST3).

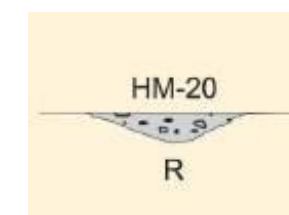
• Explanada en suelos tolerables



Para los tramos clasificados como suelo tolerable (0), se formará sobre este tipo de suelo la explanada E3 extendiendo 30 cm de suelo seleccionado tipo 2 y 30 cm de suelo estabilizado tipo 3 (S-EST3).

Los rellenos del anteproyecto serán creados con este tipo de suelo, por lo que todos ellos tendrán en su coronación una explanada E3 con esta composición.

• Explanada en suelos rocosos



Para los tramos a lo largo de la traza en los que el terreno natural está compuesto por roca, se ejecutará una explanada E3 nivelando el fondo de excavación con hormigón HM-20.

Finalmente, debido al alto tráfico que soportan y por razones de homogeneización, se selecciona la explanada E3 para el dimensionamiento de los firmes en vías colectoras y enlaces del resto del anteproyecto.

4.11.4. Metodología para comparación de secciones estructurales

En el Anejo se incluye una comparativa entre distintos paquetes de firme y explanadas atendiendo a factores técnicos, realizándose una valoración económica de las alternativas estudiadas.

4.11.5. Selección de secciones estructurales

Se han hecho dos selecciones de firme para cada sección tipo:

- La más económica, con subbase de suelocemento, para los tramos ejecutados en variante o similar. Se adopta suelocemento en las dos variantes de mayor longitud, la variante de Can Pala y Castellolí y la variante de Collbató.
- Otra con subbase compuesta exclusivamente de zahorra artificial para los tramos ejecutados a modo de ensanche o similar, donde priman los criterios técnicos.
- La tramificación resultante es la siguiente:

Tramos	Subbase	Secc. Firme
Origen-556+310	Zahorra Art.	031BB1
556+310-561+780	Suelocemento	032BB
561+780-566+195	Zahorra Art.	031BB1
566+195-576+000	Suelocemento	032BB
576+000-578+600	Zahorra Art.	031BB1
578+600-Final	Zahorra Art.	0031BB1

4.11.5.1. Paquetes de explanada

Viales con categoría de tráfico asignada:

CAPAS	PAQUETE IN32 (50 cm de suelo seleccionado 2 + 30 cm de S-EST3)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Riego	- Curado: Emulsión C60B3 CUR, con dotación 0,50 kg/m ²	
Capa 1	30 cm	- Suelo estabilizado S-EST3 - Cemento clase resistente 32,5N para comunes, 22,5N o 32,5N para cementos especiales ESP VI- - Dotación mínima cemento 3,0 % sobre masa del suelo seco - Resistencia mínima a compresión a 7 días 1,5 MPa - Densidad mínima 98% Próctor Modificado - Cernido acumulado en masa: 80mm - 100%, 2mm >20%, 0,063mm <35% - Composición química: MO <1%, SO ₃ <0,7% - LL ≤ 40, IP ≤ 15
Capa 2	50 cm	- Suelo seleccionado 2 CBR ≥ 10 - Densidad mínima 100% Próctor Modificado - Dmax ≤ 100 mm - Cernido acumulado en masa: [#0,40 ≤ 15%] o [#2 < 80%, #0,40 ≤ 75%, #0,080 <25%, LL<30, IP <10] - Composición química: MO <0,2%, SS <0,2%
Explanación	- Suelos inadecuados o marginales	

CAPAS	PAQUETE TO32 (30 cm de suelo seleccionado 2 + 30 cm de S-EST3)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Riego	- Curado: Emulsión C60B3 CUR, con dotación 0,50 kg/m ²	
Capa 1	30 cm	- Suelo estabilizado S-EST3 - Cemento clase resistente 32,5N para comunes, 22,5N o 32,5N para cementos especiales ESP VI- - Dotación mínima cemento 3,0 % sobre masa del suelo seco - Resistencia mínima a compresión a 7 días 1,5 MPa - Densidad mínima 98% Próctor Modificado - Cernido acumulado en masa: 80mm - 100%, 2mm >20%, 0,063mm <35% - Composición química: MO <1%, SO ₃ <0,7% - LL ≤ 40, IP ≤ 15
Capa 2	30 cm	- Suelo seleccionado 2 CBR ≥ 10 - Densidad mínima 100% Próctor Modificado - Dmax ≤ 100 mm - Cernido acumulado en masa: [#0,40 ≤ 15%] o [#2 < 80%, #0,40 ≤ 75%, #0,080 <25%, LL<30, IP <10] - Composición química: MO <0,2%, SS <0,2%
Explanación	- Suelos tolerables	

CAPAS	PAQUETE RO31 (5 cm espesor medio regularización HM-20)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Riego	- Curado: Emulsión C60B3 CUR, con dotación 0,50 kg/m ²	
Capa 1	5 cm	- HM-20
Explanación	- Roca	

Caminos y vías de servicio sin categoría de tráfico asignada:

CAPAS	PAQUETE EXPLANADA CAMINOS	
	Espesor	Descripción de la unidad
Capa 1	30 cm	- Suelo adecuado CBR ≥ 6 - Densidad mínima 100% Próctor Modificado - Dmax ≤ 100 mm - Cernido acumulado en masa: #2 ≤ 80%, #0,080 < 35% - [LL<40] o [si LL>30, IP>4] - Composición química: MO <1%, SS <0,2%
Explanación	- Cualquiera	

4.11.5.2. Secciones de firme

A continuación, se detallan las secciones tipo del Tronco.

VIALES CON CATEGORÍA DE TRÁFICO ASIGNADA – SUBBASES DE ZAHORRA ARTIFICIAL

Secciones tipo con categoría de tráfico T00

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T00, en carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura:

CAPAS	PAQUETE 0031BB1 (25 cm de zahorra artificial + 35 cm de MBC)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²	
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²	
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²	
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Y para arcenes mayores de 1,25 m:

CAPAS	PAQUETE 0031BB1 (arcenes > 1,25 m)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²	
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH, con dotación 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	45 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Y sobre estructuras:

CAPAS	PAQUETE 0031BB1 (estructuras)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²	
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²	

Secciones tipo con categoría de tráfico T0

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T0, en carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura:

CAPAS	PAQUETE 031BB1 (25 cm de zahorra artificial + 30 cm de MBC)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²	
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²	
Base	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²	
Base	8 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Y para arcenes mayores de 1,25 m:

CAPAS	PAQUETE 031BB1 (arcenes > 1,25 m)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	40 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Y sobre estructuras:

CAPAS	PAQUETE 031BB1 (estructuras)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²

VIALES CON CATEGORÍA DE TRÁFICO ASIGNADA – SUBBASES DE SUELOCIMIENTO

Secciones tipo con categoría de tráfico T00

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T00, en carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura:

CAPAS	PAQUETE 0032BB1 (30 cm de suelocemento + 25 cm de MBC)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²
Base	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²
Base	8 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²
Riego		- Curado: Emulsión C60B3 CUR con dotación 0,50 kg/m ²
Subbase	30 cm	- Suelocemento - Contenido de cemento ≥ 3% - Resistencia media a compresión a 7 días 2,5-4,5 MPa - LL < 30, IP < 12

Y para arcenes mayores de 1,25 m:

CAPAS	PAQUETE 0032BB1 (arcenes > 1,25 m)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²
Riego		- Curado: Emulsión C60B3 CUR con dotación 0,50 kg/m ²
Subbase	20 cm	- Suelocemento - Contenido de cemento ≥ 3% - Resistencia media a compresión a 7 días 2,5-4,5 MPa - LL < 30, IP < 12
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Y sobre estructuras:

CAPAS	PAQUETE 0032BB1 estructuras)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10

CAPAS	PAQUETE 0032BB1 estructuras	
	Espesor	Descripción de la unidad
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²

Secciones tipo con categoría de tráfico T0

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T0, en carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura:

CAPAS	PAQUETE 032BB (25 cm de suelocemento + 20 cm de MBC)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²
Riego		- Curado: Emulsión C60B3 CUR con dotación 0,50 kg/m ²
Subbase	25 cm	- Suelocemento - Contenido de cemento ≥ 3% - Resistencia media a compresión a 7 días 2,5-4,5 MPa - LL < 30, IP < 12

Y para arcenes mayores de 1,25 m:

CAPAS	PAQUETE 032BB (arcenes > 1,25 m)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²
Riego		- Curado: Emulsión C60B3 CUR con dotación 0,50 kg/m ²
Subbase	20 cm	- Suelocemento - Contenido de cemento ≥ 3% - Resistencia media a compresión a 7 días 2,5-4,5 MPa - LL < 30, IP < 12
Subbase	15 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA > 40 - Coeficientes de Los Angeles < 30.

Y sobre estructuras:

CAPAS	PAQUETE 032BB (estructuras)	
	Espesor	Descripción de la unidad
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,75% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 TER, con dotación 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación 0,50 kg/m ²

En el Anejo nº 10. Firmes y Pavimentos se detallan las secciones de firme adoptados para cada una de las categorías de tráfico pesado, correspondiente a los ramales de enlace.

4.11.5.3. Pavimentos de hormigón
TÚNEL (TERCER TUBO) EN SENTIDO LLEIDA

Para la elección del pavimento en el túnel se han considerado aspectos de seguridad, mantenimiento y conservación.

Se ha considerado conveniente la elección de un pavimento de hormigón, de acuerdo con el criterio que está siguiendo la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña, en los últimos túneles ejecutados. Para un tráfico de categoría T0 y una explanada E3 la sección elegida es la 034 de la Norma 6.1 – IC “Secciones de Firme”, compuesta por pavimento de hormigón armado HF-4,5 sobre hormigón magro vibrado. Los arcenes exteriores e interiores, de más de 1,25 m de anchura, se compondrán de pavimento de hormigón HF-4,5 con espesor de 15 cm, rellenando el resto con zahorra artificial drenante hasta alcanzar la explanada. Los 50 cm interiores serán prolongación del firme de la calzada.

APARCAMIENTOS DE VIALIDAD INVERNAL

La elección de una sección de firme de tipo rígido se considera óptima desde un punto de vista técnico, ya que son los pavimentos que tienen un mejor comportamiento ante las cargas tangenciales inducidas por el giro de vehículos pesados a bajas velocidades.

Los aparcamientos se encuentran en los PK 554+000 y PK 575+000. Se ha considerado una categoría de tráfico T31, con una explanada de categoría E3, y la sección seleccionada es la 3134 de la Norma 6.1 – IC.

SECCIONES	EMPLEO	OBSERVACIONES	ESQUEMA
034	- Pavimento del nuevo túnel (tercer tubo) en sentido Lleida	- Pavimento de hormigón armado continuo HF-4,5 con espesor de 24 cm - Subbase de hormigón magro vibrado con espesor de 15 cm	

SECCIONES	EMPLEO	OBSERVACIONES	ESQUEMA
3134	- Pavimento aparcamientos de vialidad invernal	- Pavimento de hormigón en masa HF-4,0 con espesor de 21 cm - Emulsión de imprimación - Subbase de zahorra artificial de 20 cm	

4.11.6. Aprovechamiento de firme. Ensanche de calzada

A fin de aprovechar el firme existente y facilitar las soluciones al tráfico durante la ejecución de las obras, se ha tratado de compatibilizar en lo posible la mejora de trazado y peraltes en estos tramos con la rasante y sección transversal actuales. Con ello, la cota de la nueva rasante discurre generalmente sobre la actual, realizando el ensanche de plataforma por una o ambas márgenes y reforzando la calzada existente con el nuevo firme.

Los ensanches se han proyectado con una sección estructural de capacidad resistente similar a la del resto de la sección de firme. Deberán compactarse convenientemente los materiales para que no se produzcan asientos diferenciales, un escalón o una grieta longitudinal. Además, el contacto entre el firme existente y el ensanche nunca deberá coincidir con la futura zona de rodada de los vehículos pesados.

Los tramos de ensanche y refuerzo se proyectan con subbase de zahorra artificial, ya que es un material más trabajable y que cuenta con una puesta en obra más menos exigente que el suelocemento. Los paquetes de firme seleccionados son los siguientes:

- Tráfico T00, sección de firme 0031BB1
- Tráfico T0, sección de firme 031BB1

En el anejo se describen los criterios establecidos para el aprovechamiento del firme existente.

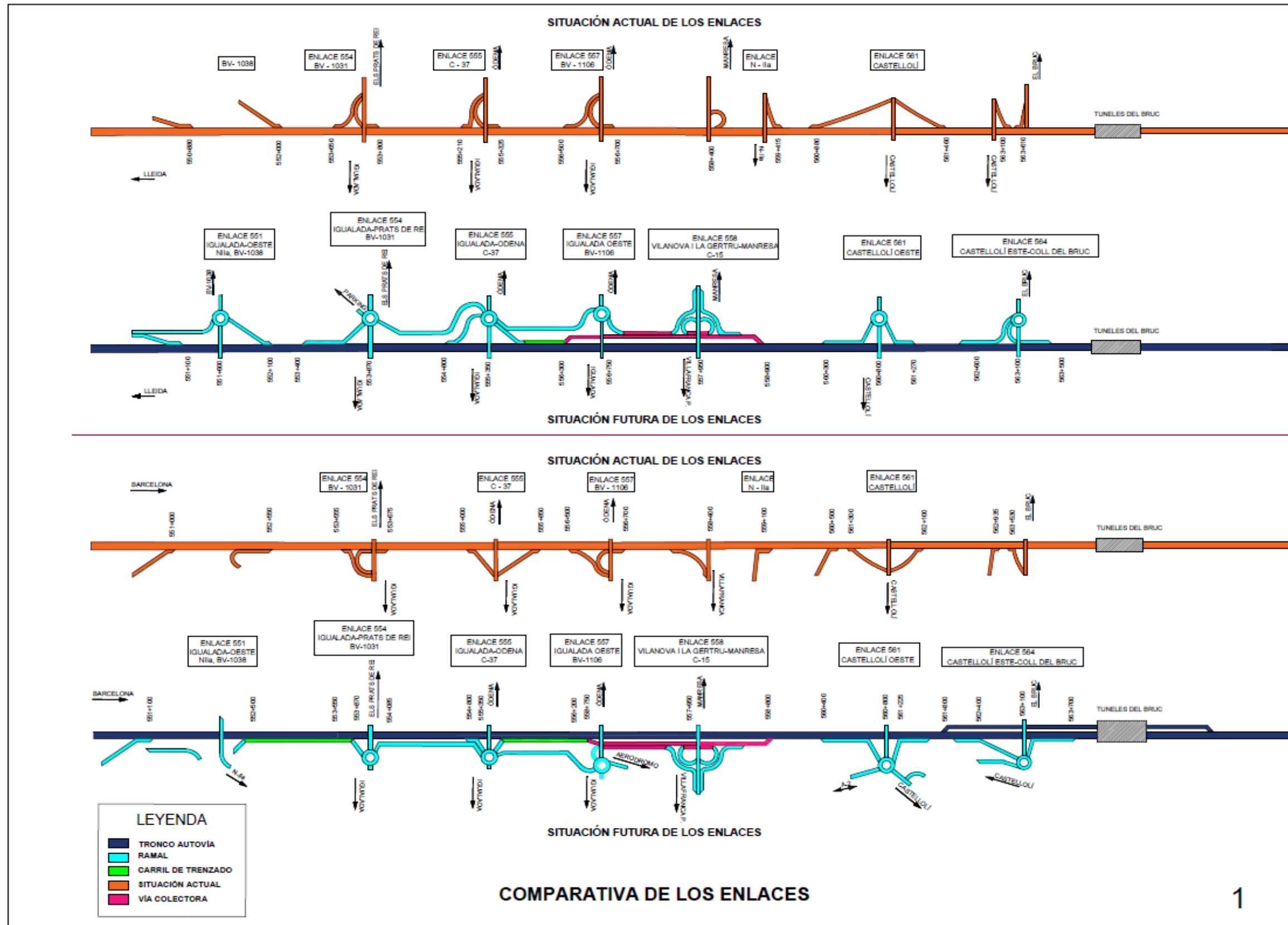
4.12. REORDENACIÓN DE ACCESOS

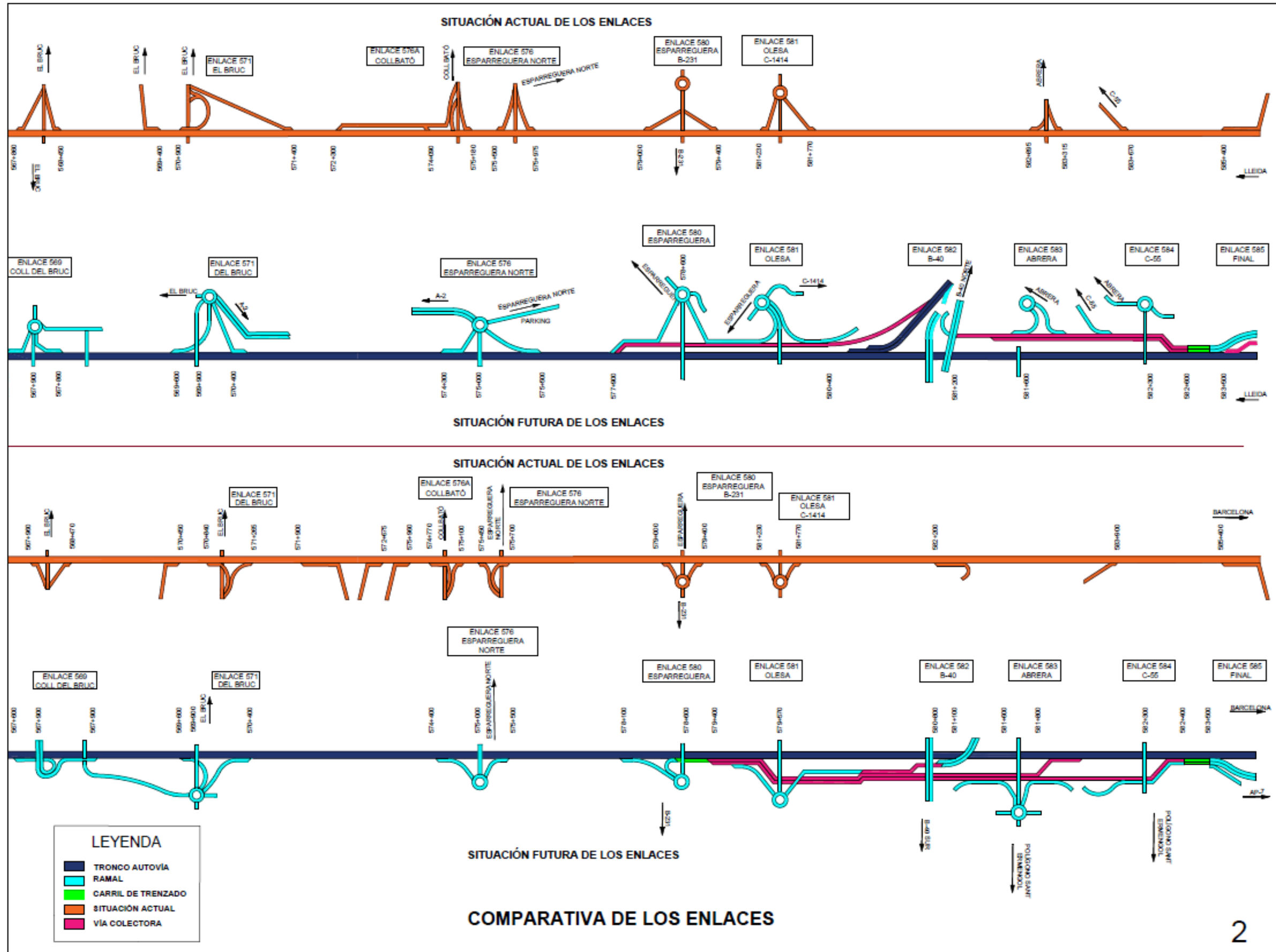
El objetivo del Anejo de “Reordenación de Accesos” es el estudio de los accesos afectados por las obras en la autovía A-2 y la descripción de las soluciones adoptadas para mantener la completa accesibilidad de la misma.

En la elección de la tipología de enlace se ha tenido en cuenta el mantenimiento de las conexiones viarias existentes, proyectando las vías colectoras que eliminen los accesos innecesarios al tronco y mejoren la seguridad vial de su circulación. Los accesos al tronco de la autovía se diseñan exclusivamente a través de sus enlaces.

Todas las entradas y salidas de la autovía se proyectarán con los carriles de cambio de velocidad establecidos en la Instrucción 3.1-I.C. Siempre que ha sido posible se han mantenido las distancias preceptivas entre salidas y entradas del tronco, carriles de trenzado y vías colectoras que marca la citada Instrucción.

A continuación, se muestra de manera esquemática las situaciones actual y futura de los accesos a la Autovía A-2, de modo que pueda compararse la reordenación de los mismos:





4.13. ESTRUCTURAS
4.13.1. Viaductos

La rectificación del trazado de la actual A-2, en variante, en el tramo comprendido entre los pp.kk. 550.6 y 585.5, implica la ejecución de doce nuevos viaductos y la demolición de cinco viaductos existentes. Asimismo se contempla la actuación sobre el Viaducto de Magarola VS MI existente para adecuar la geometría de su tablero al nuevo trazado.

La ejecución de los viaductos de Castellolí, de Cova d'en Solá y de Cal Mata contempla la demolición de las estructuras existentes que actualmente se ubican en la traza actual y cuya configuración no se adecúa al nuevo trazado proyectado.

En el cruce sobre la Riera de Magarola, dos estructuras existentes no se pueden adaptar en ancho al nuevo trazado, por lo que se realizará la demolición total de la estructura de fábrica existente, para ejecutar posteriormente el Viaducto de Magarola Lado derecho, y se realizarán las actuaciones pertinentes sobre el viaducto de Magarola VS MI, demoliendo parcialmente la losa y recolocando parte de las vigas prefabricadas que componen el tablero existente, para adecuarlo al nuevo trazado.

Las tipologías descritas a continuación y valoradas para cada una de las estructuras se han definido de acuerdo a los condicionantes de proyecto, así como condicionantes ambientales con el fin de minimizar la afección al medio. Se tienen en cuenta en especial los procesos constructivos y la evaluación del coste de cada una de las soluciones presentadas.

La valoración económica de las diferentes alternativas propuestas se ha realizado mediante una medición aproximada de los elementos estructurales y considerando la base de precios de la Dirección General de Carreteras.

La siguiente tabla resume las características de cada viaducto, indicado los pp.kk. de entrada y salida, la posición relativa de la rasante del tronco respecto al terreno existente, la longitud de la estructura, el peralte, el radio de curvatura en planta del eje-del tronco y las luces de los vanos:

Estructura	Eje-de trazado	P.K. entrada	P.K. salida	Altura máxima de la rasante sobre el terreno natural	Longitud [m]	Peralte %	Radio mínimo [m]	Luces [m]
Viaducto del Raval d'Aguilera	Tronco (Eje-1)	557+479,00	557+591,00	26,20	112,00	5,66%	1200,00	38,00 + 2 x 37,00
Viaducto de Can Pala	Tronco (Eje-1)	558+458,65	558+668,65	13,52	210,00	Variable: 5,66% a -2,10%	1200,00	6 x 35,00
Viaducto de Sant Feliu	Tronco (Eje-1)	559+828,60	560+268,60	37,65	440,00	Variable: -5,25% a 6,04%	1100,00	11 x 40,00
Viaducto de Castellolí	Tronco (Eje-1)	561+717,00	561+777,00	16,19	60,00	-7,93 %	720,00	2 x 30,00

Estructura	Eje-de trazado	P.K. entrada	P.K. salida	Altura máxima de la rasante sobre el terreno natural	Longitud [m]	Peralte %	Radio mínimo [m]	Luces [m]
Viaducto de Cova d'en Solá	Calzada izquierda	566+196,00	566+394,32	43,81	196,80	5,66%	1350,00	39,40 + 2 x 59,00 + 39,40
	Calzada derecha	566+195,50	566+394,29		200,00	5,18%		40,00 + 2 x 60,00 + 40,00
Viaducto de Cal Mata	Tronco (Eje-1)	566+604,50	567+074,50	90,53	470,00	Variable: 3,12% a -6,04%	1100,00	70,00 + 3 x 110,00 + 70,00
Viaducto de la Cova	Tronco (Eje-1)	567+338,00	567+572,00	53,11	234,00	-6,04%	1100,0	39,00 + 3 x 52,00 + 39,00
Viaducto de Can Dalmases 1	Tronco (Eje-1)	570+834,00	571+053,00	22,30	219,00	Variable: -4,99% a 6,84%	925,00	6 x 36,50
Viaducto de Can Dalmases 2	Calzada izquierda	574+415,69	574+554,74	17,53	140,00	-4,78%	1500,00	40,00 + 60,00 + 40,00
	Calzada derecha	574+461,49	574+587,35		125,00			35,00 + 55,00 + 35,00
Viaducto de Magarola VS MI	E582 ramales 9 y 10	- (580+675,40* Eje-1)	0+175,52* (580+482,76* Eje-1)	23,23	192,80*	2,00%	-	28,40* + 29,00* + 2 x 46,00* + 22,00* + 21,40*
Viaducto de Magarola Lado izquierdo	E582 ramal 8 - Tronco	580+482,25	580+679,05	22,11	196,80	2,00%	-	3 x 45,60 + 2 x 30,00
Viaducto de Magarola Lado derecho	Tronco	580+482,30	580+642,60	21,78	160,30	2,00%	-	3 x 45,80 + 22,90

(*) Cotas a verificar en obra

4.13.1.1. Justificación de las tipologías propuestas

Como norma general, para el diseño de los viaductos se ha mantenido la misma tipología y encaje de vanos que las estructuras existentes, en su caso, en el tronco de la autovía. De esta forma se consigue una mayor integración estética de la nueva estructura, a la vez que se mantienen las condiciones de gálibo existentes. Por el mismo motivo se mantiene la misma tipología en los elementos de la subestructura.

Se ha seguido este criterio siempre que las condiciones lo permiten, habiendo una serie de excepciones que por motivos de trazado requieren un encaje y una tipología particular, distinta a la empleada en el tronco.

En el Anejo 12 se justifica con más detalle las tipologías adoptadas para cada uno de viaductos de nueva construcción se desarrollan en el Anejo nº12.

4.13.2. Pasos superiores

Fruto de las modificaciones introducidas sobre el trazado y la sección tipo actual de la autovía A-2 incluidas en el presente anteproyecto, surge la necesidad de ejecutar nuevos pasos superiores a lo largo de la traza para dar continuidad a los distintos viales que la cruzan.

Se plantea una serie de pasos superiores que servirán para sustituir a los pasos actuales que no se ajustan a las ampliaciones de la sección de la autovía, las rectificaciones de curvas y al nuevo diseño de los enlaces de la autovía A-2 (demolición y reposición del paso superior).

La tipología escogida para los pasos superiores está muy condicionada por las condiciones de tráfico del vial inferior. En este caso, se debe procurar minimizar al máximo las afecciones al tráfico de la autovía A-2.

Estas tipologías se describen en el Anejo nº12.

En la siguiente tabla se reflejan los pasos superiores proyectados con sus principales características:

ESTRUCTURAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN	P.K.	TIPOLOGÍA	Nº VANOS	L [m]	ANCHO [m]
PS 551-6	551+660	Viga Prefabricada Artesa	2	70,20	11,80
PS 556-1	556+140	Estructura mixta de canto constante	3	94,10	7,80
PS 556-7	556+720	Estructura mixta de canto constante	3	82,00	11,80
PS 557-9	557+940	Viga Prefabricada Artesa	3	92,40	32,00
PS 560-8	560+820	Viga Prefabricada Artesa	1	39,70	11,80
PS 563-1	563+100	Estructura mixta de canto constante	4	128,00	11,80
PS 567-8	567+880	Viga Prefabricada Artesa	3	85,20	11,80
PS 572-3	572+350	Viga Prefabricada Artesa	2	78,30	7,80
PS 574-9	574+980	Viga Prefabricada Artesa	1	40,00	11,80

ESTRUCTURAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN	P.K.	TIPOLOGÍA	Nº VANOS	L [m]	ANCHO [m]
PS 577-0	577+070	Viga Prefabricada Artesa	1	40,00	7,80
PS 578-5	578+580	Viga Prefabricada Artesa	2	67,00	11,80
PS 579-9	579+950	Estructura mixta de canto constante	3	94,35	11,80
PS 0.1 E581 R2	580+040	Pérgola viga prefabricada artesa	1	22,20	70,25
PS 580-8	580+820	Estructura mixta de canto constante	4	112,00	11,80
PS 582-0	582+030	Estructura mixta de canto variable	3	160,00	9,30
PS 582-3	582+320	Estructura mixta de canto constante	2	66,00	15,80
Pasarela 555-3	555+300	Pasarela metálica	1	41,00	3,10

4.13.3. Pasos inferiores

En este apartado se describen las soluciones propuestas para los pasos inferiores de nueva ejecución.

La necesidad de estos nuevos pasos inferiores se justifica para los siguientes casos:

- Dar paso a nuevos ramales o caminos bajo el tronco de la Autovía A-2.
- Duplicar pasos inferiores existentes en el tronco actual de la autovía para dar paso a las nuevas vías de servicio.
- Sustituir un paso inferior existente cuando, por modificaciones importantes de trazado, éste no es aprovechable y es necesario ejecutar un nuevo paso inferior con una geometría adecuada al nuevo trazado.

Para los casos en los que se requiere un paso bajo un vial en servicio, se plantea una tipología de paso inferior tipo losa de hormigón sobre pantalla de pilotes. De esta forma se minimizan las afecciones al tráfico.

Si el vial superior es de nueva construcción o si se prevén cortes de tráfico, se proponen tipologías de paso inferior tipo marco o de paso inferior isostático de vigas prefabricadas.

En el Anejo nº12 se describen las tipologías propuestas en más detalle.

En la siguiente tabla se reflejan los pasos inferiores proyectados con sus principales características:

ESTRUCTURAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN	P.K.	TIPOLOGÍA	Nº VANOS	L [m]	ANCHO [m]
PI 552-8	552+820	Losa sobre pantallas de pilotes	1	36,75-36,85	13,40
PI 555-4	555+430	Marco	1	35,68	4,60
PI 557-2	557+180	Marco	1	86,32-86,80	8,00
PI 1.4 C15	1+400 (C15)	Marco	1	37.35-38,71	8,00
PI 571-7	571+780	Marco	1	58,77-59,52	10,20
PI 573-5	573+580	Marco	1	48,50	8,00
PI 573-8	573+860	Marco	1	46,25	8,00
PI 575-6	575+680	Marco	1	33,06	8,00
PI 578-8	578+800	Vigas prefabricadas	1	42,00	9,98
PI 581-6	581+620	Calzada izq.	2	23,26	16,00
		Calzada der.			16,00
PI 581-6 MD	581+620	Losa	2	23,26	12,50

4.13.4. Obras de drenaje

La rectificación del trazado de la actual autovía A-2 implica la ejecución de obras de drenaje en los cruces de la ampliación de la autovía o tramos en variante con cursos de agua.

Las tipologías descritas a continuación y valoradas se han definido de acuerdo a los condicionantes de proyecto, así como condicionantes ambientales con el fin de minimizar la afección al medio. Se tienen en cuenta en especial los procesos constructivos y la evaluación del coste de cada una de las soluciones presentadas.

La valoración económica de las diferentes alternativas propuestas se ha realizado mediante una medición aproximada de los elementos estructurales y considerando la base de precios de la Dirección General de Carreteras.

En este apartado se va a realizar especial mención a la ODT 578-8 por su envergadura.

ESTRUCTURAS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN	P.K.	TIPOLOGÍA	Nº VANOS	L [m]	ANCHO [m]
ODT 578-8	578+860	Sección cerrada, Sección en U y Muro	No aplica	225,44	Variable de 8.94 a 19.22

4.13.5. Muros

A lo largo del trazado se plantean una serie de muros y pantallas que permiten la contención del terreno de manera permanente para la protección de viales, edificaciones, parcelas privadas o cauces fluviales.

Para dar solución a las distintas situaciones que se presentan en el anteproyecto se proponen doce tipologías de muros:

- Muro tipo 1: Muro en L con pretil $H_{max} = 2,00$ m
- Muro tipo 2: Muro en L con barrera $H_{max} = 3,00$ m
- Muro tipo 3: Muro en L con pretil $H_{max} = 3,50$ m
- Muro tipo 4: Muro ménsula con pretil $H_{max} = 6,00$ m
- Muro tipo 5: Muro ménsula con pretil $H_{max} = 11,00$ m
- Muro tipo 6: Muro ménsula con relleno de suelo-cemento en trasdós. $H_{max} = 6,00$ m
- Muro tipo 7: Muro de escollera
- Muro tipo 8: Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. $\varnothing 1,50 / 1,80$ m - L = 14 m
- Muro tipo 9: Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. $\varnothing 1,50 / 1,80$ m - L = 30 m
- Muro tipo 10: Muro ménsula con talud $H_{max} = 5,50$ m
- Muro tipo 12: Muro de suelo reforzado con pretil

En el Anejo nº12 se aporta la descripción y justificación de las tipologías propuestas.

En la siguiente tabla se reflejan los pasos inferiores proyectados con sus principales características:

MUROS	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	EJE	MARGEN	TIPOLOGÍA	L [m]	H _{MED} [m]
M551.4 RAMAL	551+355	551+465	1	MD	Muro de suelo reforzado con pretil	110,00	8,30
	0+310	0+420	12	MD			
M552.3	552+260	552+320	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	60,00	2,70
M554.1 RAMAL	554+040	554+130	1	MI	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 30 m	90,00	16,20
	1+170	1+260	211	MD			
M555.2 RAMAL	555+170	555+230	1	MD	Muro de escollera	60,00	8,50
	1+290	1+350	210	MD			
M555.3 RAMAL	555+260	555+300	1	MI	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 30 m	40,00	13,60
	0+260	0+300	34	MD			
M557.6 RAMAL	557+590	557+640	1	MD	Muro ménsula con pretil H _{max} = 11,00 m	50,00	8,70
	0+110	0+160	51	MD			
M557.7 RAMAL	557+740	557+760	1	MI	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 14 m	30,00	4,80
	0+090	0+120	57	MD			
M559.0	559+060	559+090	1	MD	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 30 m	30,00	10,00
M567.8 RAMAL	567+840	567+880	1	MI	Muro en L con pretil H _{max} = 2,00 m	30,00	1,60
	0+190	0+220	114	MI			
M568.1	568+070	568+090	1	MI	Muro en L con pretil H _{max} = 2,00 m	20,00	1,40
	568+090	568+110	1	MI	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	20,00	1,40
	568+110	568+150	1	MI	Muro ménsula con pretil H _{max} = 6,00 m	40,00	4,70
	568+150	568+180	1	MI	Muro ménsula con pretil H _{max} = 11,00 m	30,00	6,70
	568+210	568+220	1	MI	Muro ménsula con pretil H _{max} = 11,00 m	10,00	6,70
	568+220	568+260	1	MI	Muro ménsula con pretil H _{max} = 6,00 m	40,00	4,80
	568+260	568+270	1	MI	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	10,00	3,50
M568.4	568+160	568+180	1	MD	Muro ménsula con pretil H _{max} = 11,00 m	20,00	11,00
	0+700	0+720	1114	MD			
	568+210	568+460	1	MD	Muro ménsula con pretil H _{max} = 11,00 m	250,00	9,90
	568+460	568+520	1	MD	Muro ménsula con pretil H _{max} = 6,00 m	60,00	4,80
	568+520	568+560	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	40,00	2,70

MUROS	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	EJE	MARGEN	TIPOLOGÍA	L [m]	H _{MED} [m]
	568+560	568+630	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 2,00 m	70,00	0,70
M568.2 RAMAL	568+210	568+260	1	MD	Muro ménsula con pretil H _{max} = 11,00 m	40,00	7,90
	0+080	0+120	216	MD			
	568+260	568+280	1	MD	Muro ménsula con pretil H _{max} = 6,00 m	20,00	4,70
	0+120	0+140	216	MD			
M568.6 RAMAL	568+280	568+300	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	20,00	2,30
	0+140	0+160	216	MD			
	568+520	568+540	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	20,00	2,10
	0+380	0+400	216	MD			
M571.9	568+540	568+580	1	MD	Muro ménsula con pretil H _{max} = 6,00 m	40,00	4,60
	0+400	0+440	216	MD			
	568+580	568+600	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	20,00	1,90
	0+440	0+460	216	MD			
M571.9	571+880	571+980	1	MI	Muro de escollera	100,00	8,40
M577.5 CAMINO	577+450	577+510	1	MD	Muro de suelo reforzado con pretil	60,00	4,60
	0+380	0+440	259	MD			
M577.6	577+550	577+640	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	90,00	2,20
M578.0	577+940	578+010	1	MI	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 30 m	70,00	10,10
M578.1	578+020	578+140	1	MD	Muro de suelo reforzado con pretil	120,00	8,60
M578.1 RAMAL	578+070	578+140	1	MI	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 30 m	70,00	11,40
	2+510	2+580	217	MD			
M578.2 RAMAL	578+150	578+220	1	MI	Muro ménsula con pretil H _{max} = 11,00 m	70,00	6,60
	2+430	2+500	217	MD			
M578.3 RAMAL	578+300	578+370	1	MI	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 30 m	70,00	13,40
	2+280	2+350	217	MD			
M578.3	578+285	578+335	1	MD	Muro de suelo reforzado con pretil	50,00	7,40
	0+000	0+050	152	MD			
M578.5 RAMAL	578+540	578+590	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 2,00 m	50,00	1,10
	0+230	0+280	270	MI			
M578.6 RAMAL	578+580	578+590	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	50,00	2,30
	0+010	0+060	157	MD			
M578.6 GLORIETA	578+600	578+640	1	MD	Muro de escollera	40,00	9,30
	0+010	0+040	151	MD			
M579.7 RAMAL	579+710	579+790	1	MD	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 14 m	80,00	5,70
	0+230	0+310	218	MD			

MUROS	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	EJE	MARGEN	TIPOLOGÍA	L [m]	H _{MED} [m]
M580.1 RAMAL	580+050	580+110	1	MI	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 14 m	60,00	5,60
	0+530	0+590	217	MD			
M581.3 RAMAL	581+260	581+370	1	MI	Muro ménsula con talud H _{max} = 5,50 m	170,00	4,20
	0+080	0+250	172	MI			
M581.3	581+250	581+500	1	MD	Muro pantalla de pilotes con anclajes permanentes. Ø1,50 / 1,80 m – L = 14 m	250,00	6,80
	1+790	2+040	218	MD			
M581.5 RAMAL	581+465	561+600	1	MI	Muro ménsula con relleno de suelo-cemento en trasdós. H _{max} = 6,00 m	135,00	5,10
	1+130	0+995	220	MD			
M581.4	581+240	581+600	1	MI	Muro en L con pretil H _{max} = 2,00 m	360,00	1,60
M581.6 RAMAL	581+590	581+670	1	MD	Muro en L con barrera H _{max} = 3,00 m	140,00	2,00
	0+020	0+160	184	MD			
M581.8 RAMAL	581+660	581+990	1	MD	Muro en L con barrera H _{max} = 3,00 m	340,00	1,90
	0+140	0+480	219	MD			
M581.7 RAMAL	581+660	581+690	1	MI	Muro en L con barrera H _{max} = 3,00 m	40,00	1,20
	0+000	0+040	194	MI			
M582.2 RAMAL	582+190	582+270	1	MD	Muro en L con barrera H _{max} = 3,00 m	80,00	1,80
	0+600	0+680	195	MD			
M582.5	582+460	582+530	1	MD	Muro en L con pretil H _{max} = 3,50 m	70,00	2,80

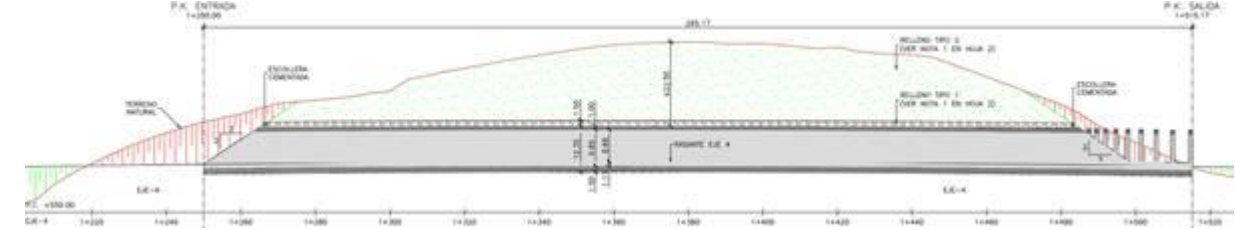
4.13.6. Falso túnel

En este apartado se recogen las características del falso túnel cuyas características principales se resumen en la siguiente tabla:

TIPOLOGÍA	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	LONGITUD [m]
Falso túnel	1+250	1+515,17	265,17

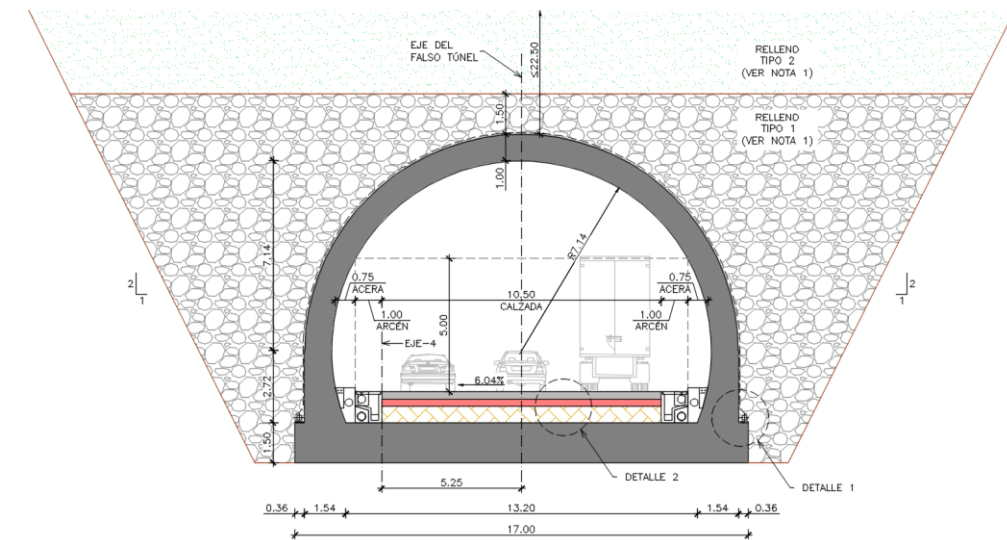
Por la posición de la rasante en relación con el terreno se ha optado por implementar una metodología constructiva de túnel artificial. Este procedimiento se justifica por el hecho de que en este tramo las alturas de desmonte resultan compatibles con una ejecución a cielo abierto, existiendo como única limitación las afecciones generadas de forma general al entorno paisajístico. Dichas afecciones se resuelven ejecutando un relleno de tierras sobre la estructura que reproduzca los más fielmente posible el terreno existente. Las excavaciones se ejecutarán con un talud 1H:2V.

El falso túnel, de 265,17 m de longitud, se sitúa entre los pp.kk. 1+250,00 y 1+515,17 del eje-4 de trazado, teniendo una altura máxima de relleno sobre la clave de unos 22,50 m en el P.K. 1+390.



El falso túnel se resuelve con una bóveda ejecutada “in situ” de directriz curva de 7,14 m de radio y de 1,00 m de espesor. En una altura de 2,72 m desde la cimentación, el trasdós de la bóveda no sigue la alineación circular, manteniendo una alineación vertical, de forma que se alcanza un espesor de 1,54 m en el arranque de la bóveda. El espesor de 1,17 m del paquete de firme permite alojar el drenaje en los laterales por lo que la sección de la clave alcanza una altura de 9,85 m. Con la sección adoptada, el gálibo resultante tanto en la plataforma como en las zonas accesibles a los vehículos es de al menos 5,00 m.

Esta geometría genera un ancho libre de 14,00 m que permite alojar una calzada de tres carriles de 3,50 m, arcenes de 1,00 m y sendas aceras de 0,75 m de ancho para facilitar las operaciones de conservación.



Dado que el trazado discurre a media ladera, motivando la existencia de un marcado esviaje del relleno de tierras, la cimentación se plantea como una losa de hormigón armado con un espesor de 1,50 m, que producirá un mayor reparto de la carga vertical y servirá como elemento de atado de la base de los hastiales, sometidos a empujes asimétricos.

Las bocas del túnel artificial se rematarán en “pico de flauta” para favorecer la integración estética y paisajística de la infraestructura, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:

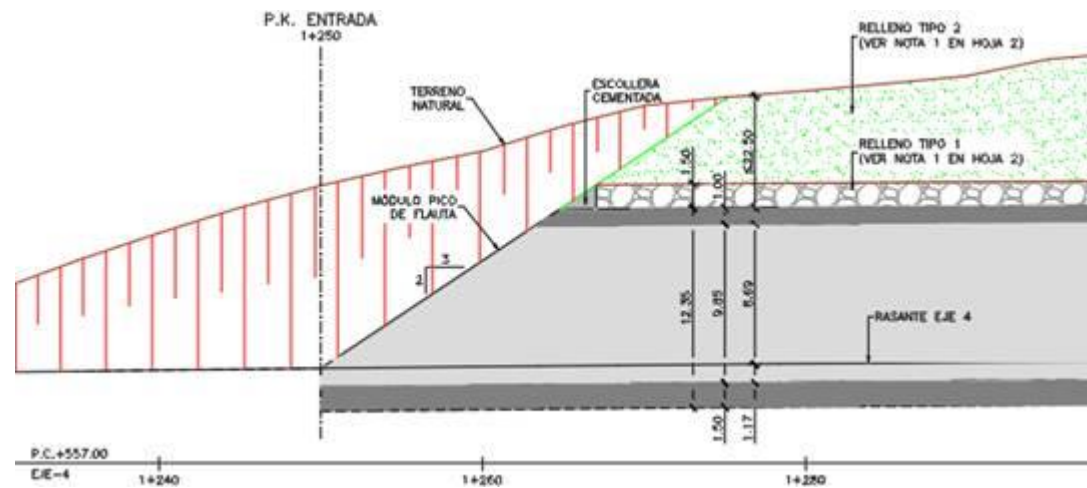


Ilustración 18. Falso túnel de entrada. Perfil longitudinal

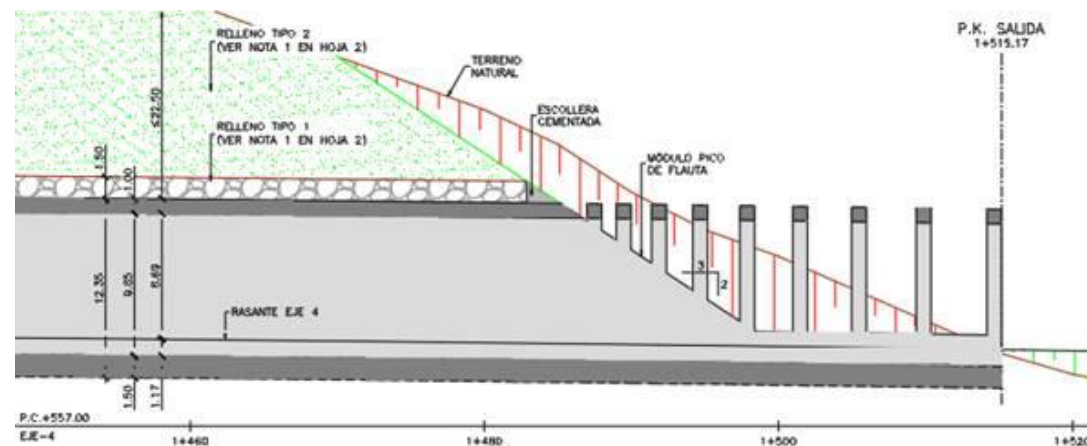


Ilustración 19. Falso túnel de salida. Perfil longitudinal

El relleno de tierras sobre la estructura se realizará, restituyendo el terreno existente de la manera más fiel posible, con materiales de las siguientes características:

- En las zonas de las bocas, además de la terminación en pico de flauta, se utilizará escollera cementada como material de relleno hasta alcanzar 1,50 m sobre la clave con objeto de potenciar las condiciones de estabilidad del emboquille y mejorar la integración estética de la infraestructura en su entorno.
- En los tramos restantes se diferenciarán dos tipos de materiales para el relleno, utilizando de forma preferente el material de excavación. Alrededor de la estructura y hasta aproximadamente 1,50 m sobre la clave se utilizará material al menos tolerable, de tamaño inferior a 10 cm y una compactación mínima del 95% PM. A partir de dicha cota y hasta

culminar la coronación y acabado del relleno se dispondrá material sin restricciones en su granulometría, compactado por tongadas.

4.13.7. Actuaciones sobre las estructuras existentes

Las actuaciones que se contemplan para las estructuras existentes son las siguientes:

- Viaductos:
 - o Ampliación de sección transversal
 - o Demolición de estructura existente
- Pasos superiores:
 - o Demolición de estructura existente
- Pasos inferiores:
 - o Ampliación sección transversal
 - o Demoliciones

4.13.7.1. Viaductos

4.13.7.1.1. Ampliación de la sección transversal de viaductos.

El presente anteproyecto contempla la ampliación de la sección transversal de la autovía A-2 mediante el aumento en el número de carriles por sentido y la ejecución de nuevas vías de servicio o ampliación de las mismas.

En el caso del Viaducto de Magarola VS MI, se requiere la ampliación del tablero en su margen derecho, según avance de pp.kk. de eje-217, para adaptarlo a la nueva disposición de carriles. Adicionalmente, en el lateral izquierdo de la estructura se produce una interferencia con el futuro Viaducto de Magarola Lado izquierdo. Para solventarlo, teniendo en cuenta que el tablero de la estructura existente está constituido por vigas prefabricadas doble T, se recolocarán convenientemente las vigas existentes desde el lateral izquierdo hacia el lateral derecho, previa ampliación de las pilas existentes. En el caso de ser éstas insuficientes, se emplearán otras vigas de similares características.

Previamente al desplazamiento de las vigas, la losa superior del tablero se hidrodemolerá tanto en el lateral izquierdo como en las proximidades de la unión de ambos tableros nuevo y existente. Para ello será necesario ejecutar el corte de la losa de modo que las vigas se puedan retirar una a una de forma independiente. El proceso no necesitará apeos o cimbras provisionales, ya que las vigas son elementos autoportantes que se pueden retirar mediante grúa.

4.13.7.1.2. Demolición parcial de losa superior en tableros de vigas prefabricadas

Se trata de una estructura de varios vanos con tableros de vigas prefabricadas de hormigón tipo doble T.

Para la demolición será necesario ejecutar previamente el corte de la losa superior del tablero, de modo que las vigas se puedan retirar una a una de forma independiente. El proceso no necesitará de apeos o cimbras provisionales, ya que las vigas son elementos autoportantes que se pueden retirar mediante grúa.

El proceso de demolición se describe en el Anejo nº12.

Se contempla la demolición completa de los siguientes viaductos de vigas prefabricadas:

- Viaducto de Torrent de la Puda existente (0A-0002-0560+600-I y 0A-0002-0560+600-D)
- Viaducto de Cova d'en Solá existente (0A-0002-0567+200-I y 0A-0002-0567+200-D)
- Viaducto de Cal Mata existente (0A-0002-0568+000-I y 0A-0002-0568+000-D)

4.13.7.1.3. Demolición total de estructura de fábrica

En este anteproyecto se requiere la demolición de dos estructuras de fábrica: una en el Viaducto de la Magarola y otra en el Viaducto de Castellolí.

La demolición de ambas estructuras se realizará en sentido inverso a su construcción. En primer lugar, será necesario ejecutar la retirada de la plataforma superior. El proceso necesitará de una cimbra provisional de pequeña entidad, para quitar los sillares que constituyen las bóvedas de los arcos.

El proceso de demolición se describe en el Anejo nº12.

4.13.7.2. Pasos superiores

4.13.7.2.1. Demoliciones

Las actuaciones previstas en el anteproyecto contemplan la ejecución estructuras cuya ubicación y/o dimensiones no son compatibles con los pasos superiores existentes.

Será necesaria la demolición de un total de 14 pasos superiores, cuyas características principales se resumen a continuación:

DEMOLICIÓN PASOS SUPERIORES						
ESTRUCTURAS EXISTENTE	P.K	TIPOLOGÍA	Nº VANOS	L (m)	ANCHO (m)	TIPO
PS 551-6	551+620	Vigas prefabricadas	2	55,00*	11,00*	Demolición
PS 556-1	556+160	Vigas prefabricadas	2	46,50*	8,50*	Demolición
PS 556-7	556+720	Vigas prefabricadas	2	52,50*	11,00*	Demolición
PS 557-9	557+940	Vigas prefabricadas	1	43,00*	15,00*	Demolición
PS 1.9 N-II	560+820	Vigas prefabricadas	2	45,00*	10,00*	Demolición
PS 562-4	562+390	Vigas prefabricadas	2	45,00*	10,00*	Demolición

DEMOLICIÓN PASOS SUPERIORES						
ESTRUCTURAS EXISTENTE	P.K	TIPOLOGÍA	Nº VANOS	L (m)	ANCHO (m)	TIPO
PS 563-2	563+210	Vigas prefabricadas	2	45,00*	8,00*	Demolición
PS 575-6	575+680	Vigas prefabricadas	3	43,00*	7,00*	Demolición
PS 577-0	577+070	Vigas prefabricadas	3	45,00*	7,00*	Demolición
PS 578-5	578+540	Losa	2	40,50*	14,70*	Demolición
PS 578-7	578+770	Vigas prefabricadas	4	59,50*	7,00*	Demolición
PS 579-9	579+950	Vigas prefabricadas	4	50,00*	15,00*	Demolición
PS 580-8	580+820	Vigas prefabricadas	5	88,00*	15,00*	Demolición
PS 582-0	582+010	Vigas prefabricadas	4	68,50*	8,70*	Demolición
PS 582-3	582+320	Vigas prefabricadas	3	58,50*	15,00*	Demolición

(*) Cotas a verificar en obra

El proceso de demolición será similar en todos ellos, sin embargo, se ha diferenciado entre los pasos superiores con tableros hiperestáticos y los pasos superiores isostáticos de vigas prefabricadas, ya que presentan algunas diferencias.

En el Anejo nº12 se describe ambos procesos de demolición.

4.13.7.3. Pasos inferiores

4.13.7.3.1. Ampliación de la sección transversal

Los pasos inferiores a tratar en este apartado están formados por un tablero de vigas prefabricadas de vano único y con estribos cerrados. No sólo es necesario ampliar el tablero mediante la disposición de nuevas vigas, la hidrodemolición de la losa superior próxima a la zona de unión, sino también los estribos. Se presta especial atención al canto de la estructura; en concreto, se deberá mantener el canto de las vigas, con el fin de evitar problemas en la definición de la rasante.

En la siguiente tabla se indican las características principales de este tipo de pasos inferiores:

AMPLIACIÓN PASOS INFERIORES VIGAS DOBLE "T"								
Estructura	P.K.	Longitud L (m)	Ancho B (m)	Ancho ampliación MI B ₁ (m)	Ancho ampliación MD B _D (m)	Canto tablero H (m)	Número de vigas para la ampliación	Separación vigas s (m)
PI 555-3	555+300	24,55*	11,30*	-	3,73	1,75*	2 (MD)	2,51* (MD)
PI 1.08 C15	1+080 (C15)	30,00*	14,90*	3,58	5,62	1,85*	2 (MI) 3 (MD)	2,39* (MI) 2,21* (MD)

(*) Cotas a verificar en obra

AMPLIACIÓN PASO INFERIOR VIGAS ARTESAS								
Estructura	P.K.	Longitud L (m)	Ancho B (m)	Ancho ampliación MI (m)	Ancho ampliación MD (m)	Canto tablero H (m)	Número de vigas para la ampliación	Separación vigas (m)
PI 581-6 MI	581+620	23,53*	11,55-12,04*	3,75	-	1,45*	1 (MI)	4,64*-4,90* (MI)

(*) Cotas a verificar en obra

El proceso constructivo para esta actuación se resume en el Anejo nº12.

4.13.7.3.2. Ampliación paso inferior tipo marco

Los pasos inferiores tratados en este apartado son tipo marco de hormigón armado y se recogen en la siguiente tabla:

PASOS INFERIORES. AMPLIACIÓN MARCO					
Estructura	P.K.	Longitud L (m)	Ancho B (m)	Ampliación MI (m)	Ampliación MD (m)
PI 1.12 C15	1+120 (C15)	19,55*	4,00*	5,00	6,95
PI 568-2	568+200	28,85*	9,00*	1,45-1,82	12,28-13,70
PI 568-6	568+650	38,27*	4,00*	2,65	5,35
PI 568-9	568+940	30,15*	8,00*	4,55	3,00

(*) Cotas a verificar en obra

Se mantendrán los gálibos vertical y horizontal del marco existente.

El proceso constructivo para la ampliación de los pasos inferiores tipo marco se describe en el Anejo nº12.

4.13.7.3.3. Ampliación paso inferior tipo bóveda

Los pasos inferiores tratados en este apartado son tipo bóveda y se recogen en la siguiente tabla:

PASO INFERIOR. AMPLIACIÓN TIPO BÓVEDA						
Estructura	P.K.	Sección tipo	Longitud L (m)	Ancho (m)	Ampliación MI (m)	Ampliación MD (m)
PI 554-9	554+900	Bóveda triarticulada	58,5*	9,0	-	45,00
PI 569-9	569+900	Bóveda biarticulada	55,0*	11,0*	9,55	5,80
PI 578-2	578+260	Bóveda	47,12*	6,00*	16,56	13,40

(*) Cotas a verificar en obra

Se mantendrá la geometría de la sección existente en la ampliación.

El proceso constructivo para la ampliación de los pasos inferiores tipo bóveda se describe en el Anejo nº12.

4.13.7.3.4. Demoliciones

4.13.7.3.4.1. Demolición estructura existente

Previo a la demolición de la estructura existente es necesario retirar el relleno de tierras superior y contener el empuje de las tierras sobre los laterales de la estructura. Para ello se ejecutará una pantalla de pilotes a ambos lados de la misma, de forma similar a lo descrito para los pasos inferiores tipo losa maciza sobre pantalla de pilotes.

En la siguiente tabla se incluyen los pasos inferiores que requieren demolición:

ESTRUCTURAS EXISTENTES	P.K.	TIPOLOGÍA	Nº VANOS	L [m]	ANCHO [m]	ACTUACIÓN
PI 552-8	552+800	Bóveda	1	49,0*	10,7*	Demolición
PI 557-2	557+180	Bóveda	1	40,8*	9,1*	Demolición
PI 575-0	575+080	Marco	1	34,0*	13,0*	Demolición
PI 581-6	581+620	Losa	2	23,3*	38,3*	Demolición

(*) Cotas a verificar en obra

4.13.7.3.4.2. Demolición losa en voladizo existente

La demolición local de una losa en voladizo de una estructura se puede realizar mediante hidrodemolición. El proceso se describe en el Anejo nº12.

4.13.7.4. Protección hidráulica en la Riera de la Magarola en el término municipal de Abrera y Esparraguera

4.13.7.4.1. Objeto

Consiste en la aplicación del proyecto de clave 38-B-4840, a excepción de la protección de la cimentación de las pilas de la estructura de fábrica, puesto que dicha estructura se va a demoler y construir una nueva, precisamente debido al elevado coste de dicha protección.

El objetivo es proteger el cauce de la erosión general, producida en condiciones normales al presentarse una avenida, y aumentar la capacidad de la corriente para arrastrar el material del fondo. Ésta se produce a lo largo de todo el cauce, con independencia de la presencia de puentes.

4.13.7.4.2. Descripción y justificación de la protección

Se plantea la ejecución de una rampa de escollera parcialmente hormigonada, con el fin de conseguir un mayor peso por bloque efectivo, con un primer tramo de pendiente 1.3 %, un segundo tramo con el 10% de pendiente, una rampa de disipación de energía del -1% y un último tramo con el 1% de pendiente.

En el Anejo nº12 se adjuntan gráficos de alzado y planta de la actuación, así como los planos más representativos del proyecto de referencia indicado (clave 38-B-4840).

4.13.7.4.3. Estudio de la socavación

En el proyecto mencionado se ha realizado un estudio de la socavación, siendo relevante para el presente anteproyecto el cálculo de la erosión general: el valor resultante es de 6 m.

4.13.8. Obras de reforma de las estructuras existentes

Una vez conocidos los condicionantes del Anteproyecto, se obtuvo un listado inicial de estructuras a inspeccionar compuesto por 44 estructuras pertenecientes a la autovía A-2. Dicho listado, posteriormente, se amplió hasta 49 estructuras a inspeccionar.

Del listado resultante, se han descartado 15 estructuras que se encuentran fuera del alcance del anteproyecto, otras 5 serán demolidas y otras 6 serán demolidas remplazándolas por otras de nueva ejecución, por lo que el número de estructuras objeto del Anteproyecto será de 23.

Una vez realizado dicho listado, se obtiene una clasificación más precisa teniendo en cuenta su tipología estructural. A continuación, aparece el siguiente reparto de forma gráfica:

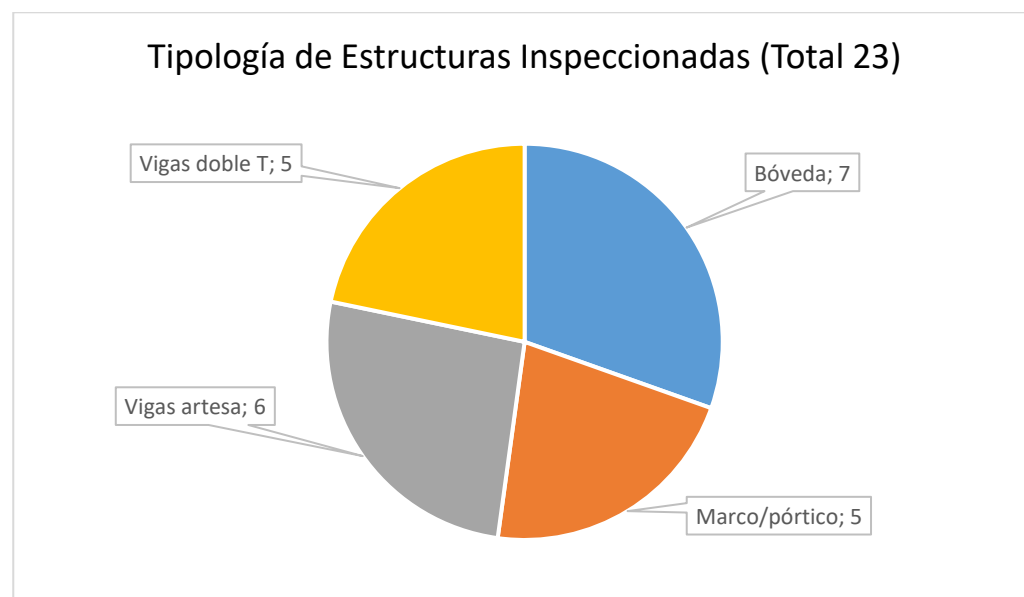


Figura 1. Reparto tipología estructuras inspeccionadas dentro del anteproyecto

A lo largo de los meses de febrero y marzo de 2018, se procedió a la inspección visual de las estructuras del listado generado inicialmente. Cabe destacar que, de estas 23 estructuras, cinco de ellas fueron incluidas en el alcance del proyecto una vez realizadas las inspecciones, por esa razón, su correspondientes informes y valoraciones se han realizado basándose en los datos obtenidos en los informes de Inspección Principal existentes en el Sistema de Gestión de Puentes (SGP) del Ministerio de Fomento.

El criterio a seguir para la clasificación de daños en la inspección de puentes de carretera se basa en la Guía de Inspecciones Básicas de Obras de Paso en la Red de Carreteras del Estado de la Dirección General de Carreteras, de diciembre de 2009. A pesar de ser inspecciones básicas, han sido realizadas por personal cualificado y han sido la base para una estimación presupuestaria de actuaciones a nivel Anteproyecto.

Dicha clasificación comienza con una división en elementos del puente, subdividiéndose en los daños más comunes que en ellos se pueden encontrar y finalizando con una clasificación del estado de dichos daños, en la que se diferencian tres estados: Aceptable (A), Necesita Reparación (NR) y Urgente Reparación (UR).

Conforme a una inspección visual, no se aceptarán estructuras con actuaciones clasificadas como (NR) "Necesita Reparación" y (UR) "Urgente Reparación".

Igualmente, para la clasificación de daños, se ha hecho uso de la Monografía 18 editada por la ATC y ACHE, titulada: Conservación de aparatos de apoyo, juntas y drenaje en puentes.

Con los datos obtenidos en las inspecciones visuales se concluye que los daños más importantes detectados han sido los siguientes:

- Debido al elevado tráfico, en un total de 16 estructuras de las inspeccionadas, se han observado daños en los dispositivos de juntas; principalmente falta de estanqueidad y deterioros o roturas, que aconsejan su sustitución.
- Entre los aparatos de apoyo que se han podido inspeccionar, se han observado deterioros reseñables en uno de los apoyos de 565+960, haciendo necesario el considerar su sustitución.
- Se han apreciado filtraciones a través de la fibra inferior del tablero en una estructura situada en el PP.KK. 582+660. Dicho daño pone de manifiesto un fallo en la impermeabilización, por lo que resulta necesaria la reposición de dicha impermeabilización.

Una vez realizada la evaluación de las estructuras y en base a las conclusiones obtenidas, se han expuesto las necesidades de actuación para devolver a cada estructura a su estado de conservación exigido "Puesta a cero". Posteriormente, se han realizado valoraciones económicas estimadas para llevar a cabo dichas actuaciones que, en el caso de las estructuras que no se han podido inspeccionar por problemas de accesibilidad, se han conseguido utilizando todos los datos disponibles de las mismas en el Sistema de Gestión de Puentes del Ministerio de Fomento.

Hay que tener en cuenta que la autovía sigue abierta al tráfico, por lo que es posible que antes de la ejecución del proyecto aparezcan otros desperfectos que no hayan sido detectados en la inspección visual en la que se basa este informe.

Considerando que la valoración económica es meramente orientativa como resultado de una inspección visual y acorde con el nivel de información de un Anteproyecto, la valoración de las actuaciones a realizar en todas las estructuras existentes en la autovía para devolverlas a su estado de conservación inicial exigido asciende a la cantidad de **2.167.572,34 €**.

4.14. TÚNELES

Las actuaciones y mejoras planteadas de los túneles del Bruc en el presente Anteproyecto para el Tramo: Igualada-Martorell de la referida autovía, cumplen con los requerimientos definidos en el RD 635/2006, relativo a la adecuación de los túneles de carretera en materia de seguridad, así como con del resto de normativa que resulta de aplicación.

De acuerdo con los distintos antecedentes y el conjunto de trabajos desarrollados durante la redacción del Anteproyecto se considera la ampliación de la capacidad de la Autovía en el tramo del Túnel del Bruc con un tercer tubo. De esta forma, se contempla la adaptación de los túneles actuales a dos (2) carriles planteándose la ampliación de capacidad mediante un tercer tubo para el año horizonte en el que se considere necesario por la demanda del tráfico. Esta nueva obra subterránea contará con una longitud de 725 m y una sección de 130 m². Adicionalmente, se adecuarán los túneles existentes según los requerimientos de las normativas anteriormente citadas.

4.14.1. Adecuación de los túneles existentes

La adecuación de los túneles existentes consiste en el acondicionamiento de los mismos asegurando el cumplimiento de los requisitos normativos previamente mencionados. En concreto, las actuaciones principales serían las siguientes:

- Ordenación de las calzadas para dos carriles en coherencia con los resultados de los análisis de riesgo realizados para los distintos escenarios temporales y de servicio.
- Fresado y reposición de la capa de rodadura del firme en ambos túneles.
- Acondicionamiento de las instalaciones de ambos túneles en coherencia con los requerimientos definidos en el Real Decreto 635/2006.
- En lo que respecta al alcance de la obra civil en el interior de ambas infraestructuras, cabe mencionar que con los índices de riesgo obtenidos para los distintos escenarios temporales y de servicio de esta infraestructura no sería necesario acometer ninguna ampliación de los túneles. Adicionalmente, se propone dotar a los tubos existentes de una red de drenaje de líquidos tóxicos con el objeto de tener un sistema de drenaje separativo que mejore el nivel de seguridad de los túneles.

- Ejecución de revestimiento en el túnel norte existente sentido Lleida con objeto de proteger la capa de sostenimiento ya ejecutada.

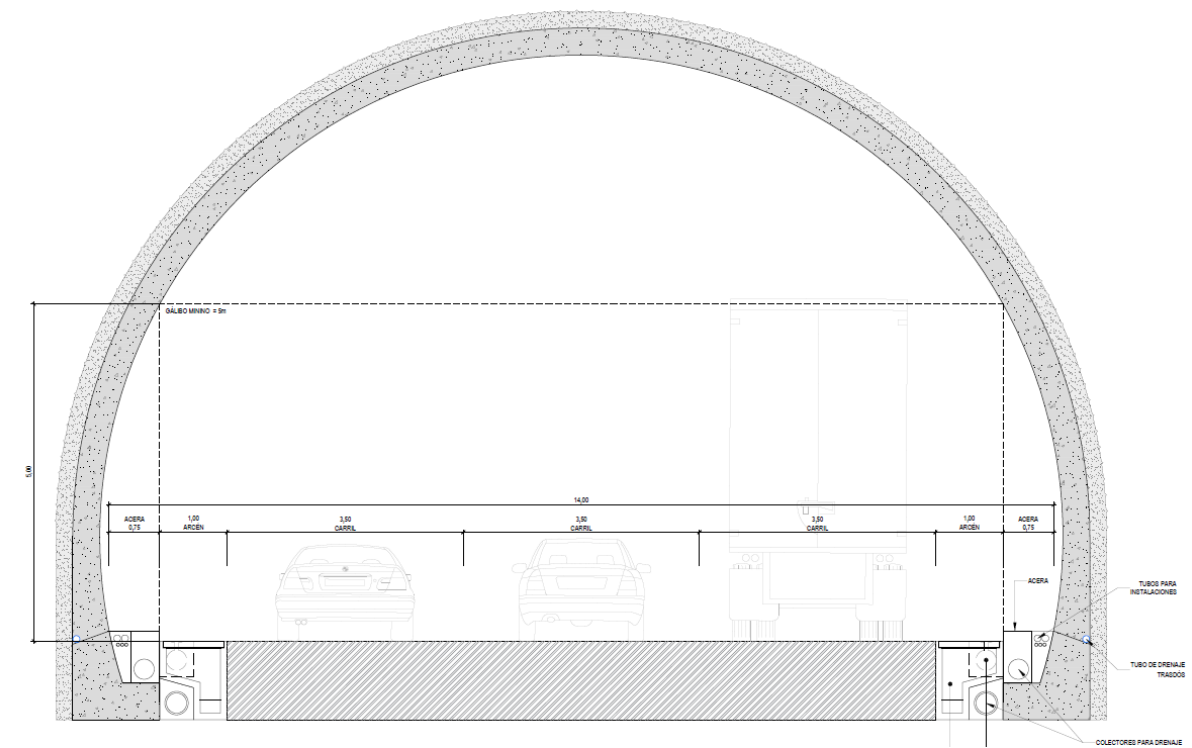
En las zonas donde se vea ligeramente invadido el gálibo por el revestimiento de nueva ejecución, se deberá proponer un picado o rozado localizado que evite que esta interferencia.

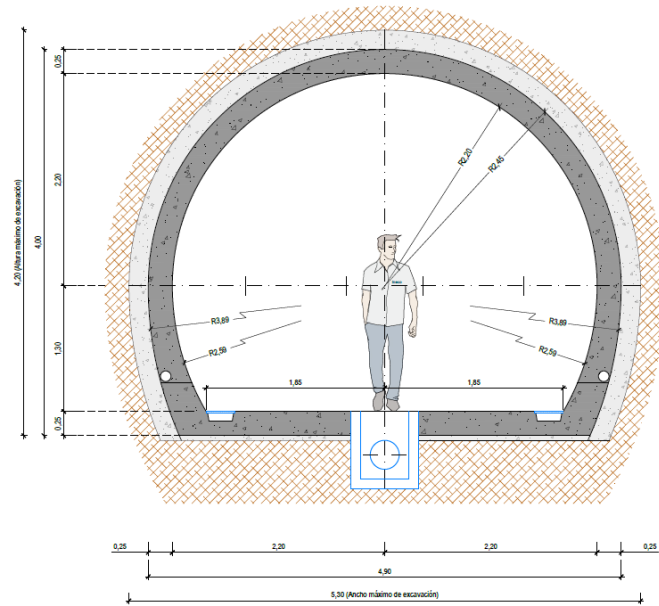
4.14.2. Construcción del tercer tubo

En la siguiente figura se muestra la sección tipo del túnel, establecida para una calzada de tres carriles, siguiendo los requerimientos de la Norma de trazado 3.1-IC, referidos en anteriores apartados.

Adicionalmente, se ejecutarán dos galerías de evacuación peatonal al túnel norte para asegurar el cumplimiento de los requisitos de seguridad del túnel. Estas galerías se conectan perpendicularmente entre sí con unas longitudes de aproximadamente 35 m y 45 m, dejando una distancia entre zonas seguras de no más de 245 m.

En las siguientes figuras, se muestran las secciones del tercer túnel y de las galerías de conexión.





Secciones tipo del tercer tubo del Bruc y galería de evacuación.

4.14.2.1. Procedimiento constructivo

La ejecución del nuevo tercer tubo del Bruc se plantea siguiendo la filosofía constructiva del Nuevo Método Austriaco (N.A.T.M. o Método de Excavación Secuencial). En general, el esquema habitual de excavación de obras subterráneas de estas dimensiones, con anchuras comprendidas entre 10 y 15 m, es por aplicación del Método de Excavación Secuencial (SEM), ya que permite un excelente control de la interacción terreno-sostenimiento, permitiendo la construcción de secciones transversales diferentes, cuando sea necesario, con una gran flexibilidad y optimización de la inversión.



Construcción de la fase de Bóveda en un túnel siguiendo el SEM

Ciclos de trabajo

La ejecución de la excavación, sostenimiento, impermeabilización y revestimiento de los túneles se realizará de acuerdo a un proceso cíclico. En lo que sigue se describen los ciclos de trabajo a seguir en cada etapa de ejecución, los cuales se ilustran en la siguiente Figura.

1. Excavación y sostenimiento: La primera etapa en la ejecución de los túneles consistirá en la ejecución de los ciclos de excavación y sostenimiento. En general, dada la buena calidad del terreno, la excavación se desarrollará con voladuras (jumbos perforadores) La longitud de los pases de excavación dependerá de la calidad del terreno, variando entre 2,5 m para los terrenos de mejor calidad y 1 m para los de peores características geotécnicas.

Simultáneamente a la excavación, se desarrollarán las labores de desescombro. Una vez finalizado el pase de excavación, se colocará el sostenimiento previsto (hormigón proyectado, bulones y cerchas) con ayuda de bulonadoras, jumbos y plataformas elevadoras. El ciclo finaliza con el replanteo del siguiente pase de excavación. Mediante este proceso cíclico, se excavará tanto el avance como la destroza de los túneles y en su caso, la contrabóveda.

2. Colocación de la impermeabilización y del revestimiento: El proceso constructivo constará de las siguientes fases:

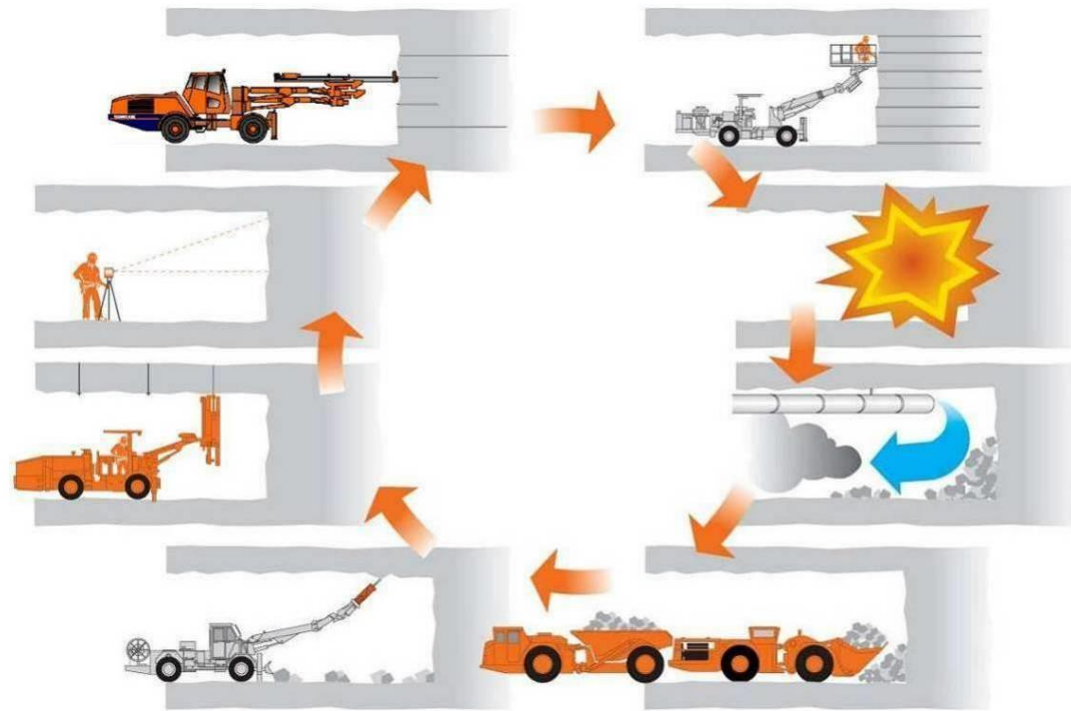
En primer lugar, se comprobarán escrupulosamente las secciones transversales del túnel para verificar que se dispone de espacio suficiente para la ejecución del canto mínimo del revestimiento dispuesto en planos. Para ello, se hará circular por el túnel un carro comprobador de gálibos, que marcará todos los puntos de la periferia del sostenimiento que queden dentro de la sección de revestimiento. A continuación, se picarán localmente dichos puntos, reponiendo el sostenimiento.

Posteriormente, se dispondrán los elementos de impermeabilización en todo el túnel.

En tercer lugar, se hormigonará un muro-zapata hasta la altura correspondiente al inicio de la bóveda. En la parte superior del muro se dejarán embebidas unas roscas para el posterior atornillado de las sujeciones del carro de encofrado (conos de amarre). La misión de los muros - zapata es múltiple: transmisión a la base de los esfuerzos del revestimiento (axiles y flectores), apoyo y sujeción del encofrado de la bóveda, e incluso son parte del propio revestimiento estructural del túnel.

Posteriormente, se posicionará el carro de encofrado y se hormigonará el revestimiento. Lo habitual es utilizar el mismo carro de encofrado para la ejecución de los túneles artificiales y el revestimiento del túnel.

Por último, se inyectará en el trasdós de clave con lechada de cemento para rellenar los huecos que hayan podido quedar en esta zona durante el hormigonado.



Esquema de los ciclos de trabajo habituales en la construcción de un túnel por Métodos Convencionales.

El esquema habitual de excavación de túneles de estas dimensiones aconseja realizar esta actividad por fases. Tal y como se ha mencionado anteriormente, el método constructivo propuesto, basado en la filosofía del NATM, define un esquema de ejecución en dos fases, siendo en este caso imprescindible su consideración dadas las dimensiones de la excavación del tercer túnel de Bruc.

4.14.2.2. Prediseño del tercer tubo del bruc

4.14.2.2.1. Predimensionamiento del sostenimiento

El sostenimiento se ha predimensionado siguiendo las recomendaciones de Barton y Bieniawski empleando el ábaco de Barton.

De esta manera, se puede obtener un sostenimiento tipo para distintas calidades geotécnicas. Aunque se estima que las unidades geotécnicas atravesadas por los túneles no presentan valores de RMR inferiores a 40, se definirá un sostenimiento en este rango para tramos singulares como los primeros metros de túnel en mina y posibles zonas de falla o tramos singulares.

Con objeto de utilizar el ábaco de Barton para estimar los distintos sostenimientos tipo se ha obtenido la relación entre los índices de calidad del macizo rocoso y los correspondientes ámbitos de aplicación de las secciones tipo consideradas, con el resultado mostrado en la siguiente tabla.

SECCIÓN TIPO	ÁMBITO DE APLICACIÓN	RANGO APROXIMADO Q
ST-I	RMR > 55	Q > 2
ST-II	40 ≥ RMR ≥ 55	0,2 < Q ≤ 2
ST-III	Emboquilles y zonas de peor calidad geomecánica (RMR ≤ 40)	Q ≤ 0,2

Rango aproximado de Q según sección tipo.

De acuerdo con la metodología descrita, se ha estimado el sostenimiento a aplicar adoptando un ancho de excavación máximo de 15,5 para los túneles.

En la siguiente tabla, a modo de resumen, pueden observarse los espesores de hormigón proyectado y resto de elementos de sostenimientos que de modo tentativo se consideran necesarios según las recomendaciones de Barton.

SECCIÓN TIPO	PASES DE EXCAVACIÓN (m)	ESPESOR GUNITA	REFUERZO	CERCHA	BULONES	PARAGUAS
ST-I	2,5	5 + 5 cm	FIBRAS DE ACERO	NO	L=5 m en malla de 2,5 (L)x1,5 (T) m	NO
ST-II	1,5	5 + 10 cm	FIBRAS DE ACERO	NO	L=5 m en malla de 1,0 (L)x2,0 (T) m	NO
ST-III	1,0	5 + 20 cm	FIBRAS DE ACERO	HEB-140 a 1 m	NO	SÍ

Descripción preliminar de las secciones tipo de sostenimiento.

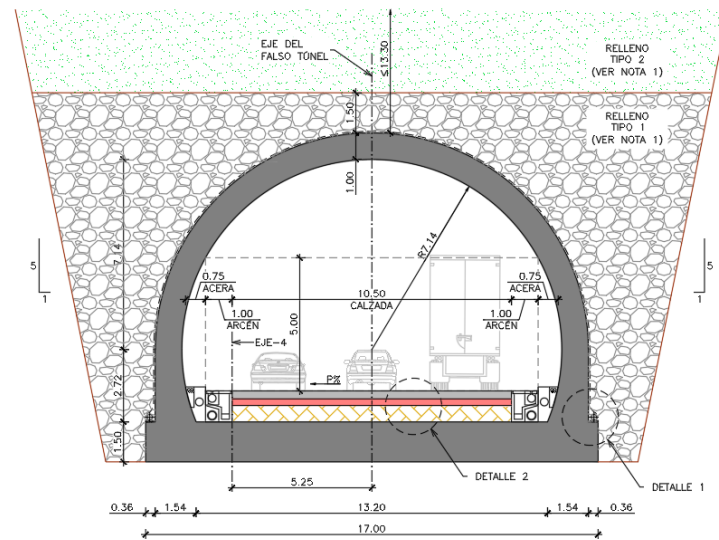
Adicionalmente, la sección tipo ST-III, de aplicación en emboquilles y zonas de falla, incluye la instalación de un paraguas pesado de micropilotes de y 12 m de longitud y solapes de 3 – 4 m (en caso de ser necesario prolongar esta sección más de lo esperado), compuesto por perfiles tubulares de acero. De igual modo, es recomendable la aplicación de bulones de fibra de vidrio como elementos de pre-sostenimiento para estabilizar cualquier tramo inestable e incluso los propios elementos de soporte existentes en la actualidad en los túneles.

4.14.2.3. Falsos túneles

Los falsos túneles propuestos en los emboquilles se disponen con objeto de reducir el impacto medioambiental de la obra, especialmente en lo referente al paisaje, la permeabilidad faunística y el ruido. Teniendo en cuenta que los dos tubos ya existentes disponen de falso túnel, se ha decidido ejecutar sendos falsos túneles en la entrada y salida del tercer túnel del Bruc. En el caso del tercer tubo del presente Anteproyecto y debido a la orografía de las zonas de emboquille, los taludes frontales del desmonte, que se ejecutan con un talud 1H:5V, llegan a 30 m, por lo que se recomienda rellenar la excavación una vez ejecutado el falso túnel con objeto de reducir el impacto visual. La longitud de estos falsos túneles será de 33 m cada uno, con el objeto de poder permitir la cubrición de la estructura con un relleno con un talud 3H:2V.

El falso túnel de entrada se proyecta entre los pp.kk. 1+782 y 1+815 del eje-4 de trazado, mientras que el falso túnel de salida se proyecta entre los pp.kk. 2+540 y 2+587,74.

La sección interior de los falsos túneles coincide con la sección del túnel en mina en toda su longitud:



Falso túnel. Sección tipo

4.15. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

En el Anejo de “Señalización, Balizamiento y Defensas” se recogen los criterios y normativas utilizadas para la definición de la señalización vertical, horizontal y de orientación, el balizamiento, y las barreras de protección necesarias en la autovía A-2, en el tramo comprendido entre Igualada y Martorell.

Se ha realizado un inventario de los elementos existentes de señalización, orientación y defensas de la carretera. Basándose en este inventario y en las actuaciones de trazado propuestas se proyectarán los nuevos elementos, tanto de orientación como de defensas.

La ampliación de la calzada y la introducción de variantes y mejoras de trazado hace necesario el rediseño completo de la señalización, ya que el estado y las dimensiones de los elementos existentes hace imposible su reutilización.

4.15.1. Señalización horizontal

La señalización horizontal se debe ejecutar completa de nuevo debido a la renovación del firme existente, así como a la ejecución de nuevos tramos de viales. En el Apéndice 1 del Anejo se describen en detalle las marcas viales existentes.

Las marcas viales que se emplearán sobre el tronco corresponderán a aquellas para velocidad de proyecto de 100 km/h según marca la Norma 8.2-IC sobre “Marcas Viales”; para el resto de viales, se proyectarán para velocidades de proyecto inferiores.

4.15.2. Señalización vertical

Para el estudio en relación a la necesidad de la adecuación de la señalización vertical del tramo de estudio de la autovía A-2, que incluye señales verticales, carteles, banderolas y pórticos, se toma como documentación inicial el inventario facilitado la Dirección del Proyecto. Las señales verticales existentes se han incluido en el Apéndice 2, “Inventario de Señalización Vertical y Paneles Direccionales”.

Se ha considerado necesaria la reposición completa de la señalización vertical, aplicando un criterio de “puesta a cero”. De este modo, se consigue garantizar su funcionalidad cumpliendo con la normativa vigente, homogeneizando la señalización existente con la necesaria en los tramos de nueva implantación.

CARTELERÍA

La cartelería se ha dispuesto en planta atendiendo a lo especificado por la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical. Estos elementos se muestran en los planos nº 10, “Señalización, balizamiento y defensas”, junto a los sistemas de contención.

A los pórticos de salida y preaviso hay que añadir los pórticos con paneles de mensajes variables (PMV), ubicados antes de los aparcamientos de vialidad invernal y los túneles.

En los planos se han dispuesto los siguientes carteles laterales, según indicaciones de la mencionada Norma:

- Indicación de servicios, como estaciones de servicio y aparcamientos de vialidad invernal.
- Localizaciones de interés turístico, como el Monasterio de Montserrat.
- Localizaciones atravesadas por la carretera, como viaductos y túneles.
- Confirmaciones de ruta.
- Otros carteles de orientación, como preaviso de glorietas.

Debido a la complejidad de ciertos enlaces, y al elevado tráfico existente en las vías colectoras y de servicio, se han dispuesto pórticos y banderolas en las mismas.

Por último, la disposición longitudinal teórica de los carteles varía respecto a lo indicado en la Norma mencionada, dependiendo de distintos factores, como puede ser:

- Existencia de un paso superior o paso elevado de peatones que impida la visibilidad del cartel.

- Coincidencia en planta de los carteles con estructuras (viaductos, muros, etc.), evitando así anclajes innecesarios.
- Coincidencia en planta con túneles.

4.15.3. Balizamiento

Se incluye en el balizamiento el conjunto de instalaciones complementarias de la carretera que tienen por objeto servir de guía a los conductores de vehículos, aumentando la seguridad y comodidad de la conducción, como son: paneles direccionales, hitos de arista, hitos de vértice, balizas cilíndricas. Del mismo modo que los elementos anteriores, se opta por reemplazar todos los elementos de balizamiento existentes:

Los elementos de balizamiento son los siguientes:

- Hitos de arista a ambos márgenes de la calzada de la autovía cada 50 m en tramos rectos en planta, en los tramos curvo en planta de radio superior a 700 m y en distancias menores para radios inferiores conforme a la tabla nº 4.1.1. "Distancia entre hitos" de la OC 309/90.
- Hitos hectométricos cada 100 m a ambos márgenes de la calzada dispuestos con el número hectométrico correspondiente
- Hitos kilométricos y miramétricos.
- Hitos de vértice en la nariz de la bifurcación dispuestas en la zona que no exista marca vial.
- Balizas cilíndricas abatibles en la nariz de la bifurcación en las aquellas que no resulten claras, en salidas a la izquierda o de elevado índice de accidentalidad.
- Captafaros dispuestos en los sistemas de contención y sobre marcas viales.

Se dispone de un inventario del balizamiento existente en el tramo de estudio, incluido en el Apéndice 3 del Anejo.

4.15.4. Sistemas de contención

Teniendo en cuenta que el objetivo prioritario de las actuaciones contempladas en este Anteproyecto es incrementar la seguridad viaria y el nivel de servicio del tramo de estudio de la autovía A-2, se adopta como solución la sustitución íntegra de todas las barreras y pretiles por nuevos sistemas con marcado CE conforme a la norma UNE-EN 1317, con los niveles de contención, deflexiones y/o anchura de trabajo e índices de severidad asociados al riesgo existente en cada caso.

En el Apéndice 4 del Anejo se incluye el Inventario de defensas existentes.

Los criterios de implantación de defensas, se realiza de acuerdo a la Normativa vigente "Orden circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos".

Se ha procurado asignar a los sistemas de contención las partidas pertenecientes a la Base de precios de la DGC, de acuerdo con lo indicado en el Anexo II de la Orden FOM 3317/2010 sobre Parámetros de eficiencia para obras de carretera. En caso contrario, las partidas "nuevas" cumplirán en lo posible con las características de los sistemas de contención existentes en el mercado; estas barreras contarán con el correspondiente marcado CE.

A continuación, se detallan los tipos de sistemas de contención de vehículos empleados el proyecto:

Ubicación	Disposición	Tipo	Riesgo	Nivel contención	Anchura trabajo	Deflexión dinámica	Índice severidad
Tronco	Mediana	BHD	Grave	H2	W3	0,7 m	B
Tronco	Pasos de mediana	BMD Desmontable	Grave	H2	W7	2,0 m	B
Tronco	Terciana y otros	BMD	Grave	H2	W6	1,6 m	A
Tronco	Fustes de pilas, pórticos	BHS	Grave	H2	W1	0,1 m	B
Tronco	Anticipaciones pretiles, fustes, pórticos	BMS	Grave	H2	W3	0,6 m	A
Tronco	Margen exterior, desniveles, carteles, etc.	BMS	Normal	H1	W4	1,1 m	A
Tronco	Sistema protección motociclistas	BMS - SPM	Normal	H1	W4	1,1 m	A
Tronco	Estructuras singulares, luces > 200 m	Pretil	Muy grave	H4b	W4	0,9 m	B
Tronco	Anticipación pretiles estructuras singulares	BMS	Grave	H3	W5	1,2 m	A
Tronco	Estructuras	Pretil	Grave	H3	W4	0,7 m	B
Tronco	Paso inferior 555.3	Pretil	Grave	H3	W2	0,5 m	B
Otros viales	Anticipaciones pretiles, fustes de pilas, apoyos pórtico	BMS	Normal	H1	W4	1,1 m	A
Otros viales	Margen exterior, desniveles, carteles, etc.	BMS	Normal	N2	W4	1,1 m	A
Otros viales	Sistema protección motociclistas	BMS - SPM	Normal	N2	W4	1,1 m	A
Otros viales	Estructuras	Pretil	Grave	H2	W4	0,9 m	B

4.16. INSTALACIONES Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Para trasponer la Directiva 2010/40/UE, en España se ha aprobado el Real Decreto 662/2012, de 13 de abril, por el que se establece el marco para la implantación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) en el sector del transporte por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte.

A continuación, se presenta una relación de los sistemas de información ITS propuestos en el Anteproyecto:

- Equipamiento de señalización dinámica
- Estaciones de aforo
- Estaciones remotas universales
- Estaciones meteorológicas
- Control de acceso a túneles
- Paneles de mensajería variable
- Cámaras para el control del tráfico

Estos elementos se describen en detalle en el Anejo nº 15 de “Instalaciones y sistemas de información ITS”.

4.16.1. Equipamiento de señalización dinámica y gestión del tráfico. Fibra óptica

Se prevé la realización de las canalizaciones necesarias para acometer en el futuro la instalación de equipamiento de señalización dinámica y gestión del tráfico por parte de la Dirección General de Tráfico.

De este modo, en el presente proyecto se incluye la ejecución de las canalizaciones, la instalación de los tubos, las arquetas de registro y cruces de calzada.

4.16.2. Estaciones de aforo

Las Estaciones de aforo y ETD (estación de toma de datos) son aparatos ubicados en lugares estratégicos destinados a conocer el funcionamiento del tráfico, necesarios realizar medidas y estudios en las carreteras existentes. Los datos obtenidos se utilizarán como base del planeamiento y explotación de las redes viarias, las regulaciones de tráfico y para realizar investigaciones sobre el efecto de los diferentes elementos en la circulación de los vehículos.

Estas nuevas estaciones a instalar estarán basadas en sistemas de espiras o bucles de inducción y seguirán las prescripciones contenidas en la Nota de Servicio 1/2007 de la Dirección General de Carreteras.

Las estaciones permitirán contabilizar la totalidad de los vehículos que pasan por cada carril de la carretera (incluyendo, vías de servicio y vías colectoras-distribuidoras), el tipo de vehículos (distinguiendo en el conteo automático entre ligeros y pesados en función de la longitud como está definido en el Plan Anual Nacional de Aforos), el sentido de circulación y la velocidad. Todas las prescripciones técnicas serán las mismas que para el resto de estaciones permanentes de la RCE prevé el citado plan de aforos.

4.16.3. Estaciones remotas universales (ERUs)

Junto con el resto de elementos de control de tráfico, se plantea la disposición de Estaciones remotas universales (ERUs) para recoger los datos provenientes de los diferentes equipos de campo que se instalan en las vías y túneles y transmitirlos al centro de control asociado.

De esta forma las ERUs constituyen un punto de unión inteligente entre el Centro de Control y los equipos o sensores de datos instalados en las vías. Además, puede proporcionar un punto de control local con capacidad de gestionar de forma autónoma determinadas actuaciones que no precisan de la intervención de los operadores, especialmente en los casos de equipos instalados en los túneles (ERU-Túnel) o en sencillas aplicaciones de gestión de tráfico como puede ser la función “CVT” (control de velocidad en travesías).

A lo largo del corredor, se ha propuesto la instalación de tres estaciones remotas y se instalan junto a las estaciones meteorológicas.

4.16.4. Estaciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas y circunstancias medioambientales a lo largo del trazado de la vía tales como: lluvia, viento, visibilidad reducida, etc., generan estados degradados de la circulación y del estado del pavimento que, a menudo, ocasionan accidentes con un alto coste humano, social y económico.

La estación meteorológica existente junto al hotel del Bruc se repone en las cercanías del centro de conservación previsto (P.K. 563+600), y se prevé la instalación de dos nuevas estaciones meteorológicas de tipo automático (EMA-Estación Meteorológica Automática) en los P.K. 554+500 y P.K. 578+700, las cuales son capaces de transmitir los datos por diversas vías de comunicación. Además, el avance de la tecnología en cuanto al uso de la energía solar obtenida por medio de placas hace posible la instalación de estas estaciones en lugares de difícil orográfica donde no llega el cableado eléctrico.

4.16.5. Control de acceso a túneles

Según lo establecido en el apartado 2.17, “Equipos para el cierre del túnel”, del Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre “Requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado”, se instalarán dos semáforos de luces de tres colores antes de la entrada de cada túnel, además de barreras de control de acceso de longitud suficiente para calzadas de dos y tres carriles.

4.16.6. Paneles de mensajería variable

Estos paneles tienen por objeto regular la circulación adaptándola a las circunstancias cambiantes del tráfico. Se utilizarán para dar información a los conductores, advertirles de posibles peligros y dar recomendaciones o instrucciones de obligado cumplimiento. El contenido de los textos y gráficos de los paneles de señalización de mensaje variable se ajustará a lo dispuesto en el Catálogo oficial de señales de circulación.

Se han dispuestos paneles de mensajería variable (PMV) antes de cada aparcamiento de vialidad invernal en el tronco principal, además de las necesarias para informar del itinerario a los camiones, por ambos extremos.

Además, se dispondrá un PMV en mitad del tramo comprendido entre el inicio concesión y túnel del Bruc y otro PMV en mitad del tramo comprendido entre el final concesión y túnel del Bruc.

TÚNELES

Según se establece en el apartado 2.12 y 2.14.7 del Real Decreto 635/2006 mencionado, se dispondrán paneles gráficos y alfanuméricos, y de señalización variable. A 100 m antes de la entrada de los tres túneles se proyectan pórticos con paneles gráficos con dos pictogramas y 3 líneas de mensaje.

En el tubo del túnel de 1.111 m en sentido Barcelona se proyecta la instalación en su bóveda de un panel gráfico con dos pictogramas y 3 líneas de mensaje, además de 6 paneles aspa-flecha distribuidos de dos en dos cada 400 m.

En el segundo tubo del túnel de Barcelona, de 830 m, se proyecta la instalación de 2 paneles aspa-flecha (uno por carril) en la bóveda del túnel, justo a la entrada.

Para el tercer túnel (sentido Lleida) de 725 m, se proyecta la instalación de 3 paneles aspa-flecha (uno por carril) a la entrada del túnel.

4.16.7. Cámaras para el control de tráfico

Se va a instalar cámaras de TV que permitan observar todo el trazado, siendo estas móviles, con zoom, visión nocturna y dotadas del sistema DAI (Detección Automática del Incidentes).

Se dispondrán cámaras en los siguientes puntos:

- Cámaras de TV en entrada y salida de túneles.
- En el interior de los túneles existentes existen circuitos cerrados de TV (CCTV) que se consideran válidos. En el nuevo túnel en sentido Lleida se instalará su correspondiente CCTV, tal y como se describe y valora en el Anejo nº 18, Obras Complementarias.
- Se instalarán cámaras en nuevas áreas de servicio, aparcamientos y centros COEX.
- También se instalarán cámaras en los PMV.

4.17. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

Los organismos y compañías suministradoras con los que se ha establecido contacto para el presente Anteproyecto son los siguientes:

4.17.1. Organismos oficiales

- Generalitat de Catalunya.
 - o Dirección general del patrimonio cultural.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
 - o Dirección general del instituto nacional de meteorología. I.N.M. (Actual Agencia estatal de meteorología A.E.M.E.T.).
 - o Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias. SEIASA.
- Ministerio de Fomento.
 - o Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX.
 - o Entidad Pública Empresarial del Suelo (SEPES).
- Ministerio de Interior.
 - o Dirección General de Tráfico. DGT.
 - o Servei Català de Trànsit. SCT

4.17.2. Ayuntamientos

- Ayuntamiento de Igualada.
- Ayuntamiento de Ódena.
- Ayuntamiento de Castellolí.
- Ayuntamiento de El Bruc.
- Ayuntamiento de Els Hospitalet de Pierola.
- Ayuntamiento de Collbató.
- Ayuntamiento de Jorba.
- Ayuntamiento de Martorell.
- Ayuntamiento de Abrera.
- Ayuntamiento de Esparreguera.

4.17.3. Compañías suministradoras y concesionarios de servicios

- ACA
- AGBAR
- AIGÜES DE RIGAT
- AL-PI
- ATLL
- BRITISH TELECOM
- CEPSA
- CITYNET
- C.L.H, S.A.
- COLT
- JEFATURA PROVINCIAL DE CORREOS Y TELÉGRAFOS
- ENAGAS, S.A.
- ETS
- FECSA - ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA
- GAS BRUC S.A.
- GAS NATURAL SDG
- IBERDROLA
- JAZZTEL
- ONO
- PETRONOR
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
- REPSOL BUTANO S.A.
- REPSOLPETROLEO S.A.
- SHELL ESPAÑA
- SNIACE
- SOREA S.A.
- TELEFÓNICA
- VODAFONE

Adicionalmente, se ha realizado una consulta a la plataforma web ACEFAT para obtener qué empresas tienen las referencias de sus infraestructuras gestionadas por ellos. A continuación, se adjunta listado de las compañías que han facilitado sus datos mediante esta plataforma:

- Telefónica.
- Endesa.
- Nedgia (Grupo Gas Natural Fenosa).
- Aigua de rigat S.A.
- Vodafone-ONO.

También se ha utilizado información del proyecto “Mejora de la conexión entre la A-2 y la B-40 en el término municipal de Abrera” como forma complementaria de tener más información en esa zona específica del anteproyecto que se está redactando.

En el anejo se incluye un cuadro resumen de todos los contactos mantenidos con las diferentes compañías y administraciones. Además, se incluyen en los “Apéndices” del anejo todas las correspondencias (cartas o mails) mantenidas con los distintos organismos.

4.18. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Para la elaboración del estudio sobre los servicios existentes y sus posibles afecciones, se ha partido de la información sobre las infraestructuras y redes existentes que los diferentes organismos y compañías pudieran tener en el ámbito de actuación proyectado en el presente estudio y que pudieran verse interceptadas por el diseño del trazado de este “Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada – Martorell. PK 550,6 a 585,5”.

Estos datos han sido proporcionados por los propios organismos y compañías titulares de los mismos, directamente o de las consultas/descargas virtuales de información realizadas a través de sus páginas WEB corporativas y de los PGOU’s (para los Ayuntamientos).

Es objeto de este trabajo la realización de un inventario de las servidumbres (conducciones de abastecimiento de agua, saneamiento o riego) y los servicios (líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones, conducciones de gas, etc.) existentes en el entorno del trazado, la detección de las posibles afecciones que pudieran llegar a producirse en los mismos y la estimación del coste de una posible propuesta de reposición. Para ello se han considerado servicios de gran entidad las afecciones por paralelismos de gran longitud y cruzamientos a líneas eléctricas de MT/AT, redes de abastecimiento de $\varnothing > 350$ mm, gasoductos de Media y Alta Presión y una red de telecomunicaciones. Estos servicios se han analizado con mayor detalle, se han elaborado planos de perfiles, secciones tipo y detalles, así como fichas y presupuesto más desglosado y detallados por unidades de obra. Para el resto de servicios se ha elaborado un presupuesto utilizando unidades unitarias con menos detalles, pero ajustándose a la realidad en la medida de lo posible.

Se ha establecido contacto con diversos organismos y compañías suministradoras para determinar la localización de los servicios existentes en las zonas de actuación.

Tras identificar cuáles son los servicios afectados, se proponen a continuación las reposiciones necesarias con la finalidad de poder valorarlas económicamente y evitar en lo posible afecciones a los mismos.

Para realizar la valoración de estas reposiciones se han seguido los criterios que se resumen a continuación:

- Las reposiciones de los servicios y cualquier otra labor de apoyo a la ejecución de los mismos que sean realizadas por el contratista adjudicatario correrán a cargo del mismo, reflejándose así en el Presupuesto de Ejecución Material.
- Los servicios que para su reposición supongan un conocimiento técnico del servicio a reponer o de las medidas especiales para su reposición, los realizará la empresa especializada titular del servicio y su importe será ajeno al contratista adjudicatario de la obra.
- Los servicios de telefonía de la compañía TELEFÓNICA se reponen, según Orden Circular nº276/79 S.G. de 1979, sobre relaciones de la Cía. Telefónica Nacional de España, el coste expresado aquí representa el 50% del valor total de la unidad terminada y ejecutada que será de abono según sigue:
 - o Al contratista según presupuesto, siendo la propia TELEFONICA la que asuma el otro 50%, si es el contratista quién finalmente ejecuta la reposición completa.
 - o A la Compañía TELEFONICA, siendo la propia Compañía TELEFONICA quién ejecuta la reposición completa y quién asume directamente el otro 50% del coste global.

A continuación, se presenta tablas resumen con todos los servicios afectados clasificados por compañías, incluyendo una estimación económica:

RESUMEN DE SERVICIOS AFECTADOS					
TIPOLOGÍA SERVICIO	ORGANISMO/CÍA. TITULAR	AFECCIONES DETECTADAS		BREVE DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS/SERVIDUMBRES AFECTADOS	ESTIMACIÓN ECONÓMICA
		Nº LÍNEAS/REDES	TÉRMINO MUNICIPAL		
ELECTRICIDAD	ENDESA	35	IGUALADA ÓDENA CASTELLOLÍ EL BRUC ELS HOSTALET DE PIÉROLA COLLBATÓ ESPARRAGUERA ABRERA	1 Cruce con línea de BT aérea 1 Cruce y 2 paralelismos con líneas de BT y MT aérea 5 Cruces y 2 paralelismo con líneas de BT y MT aérea 5 Cruces y 3 paralelismos con líneas de BT y MT aéreas y subterráneas 4 Cruces con líneas de MT aéreas 3 Cruces con líneas de BT soterrada y MT aéreas. 4 Cruces y 1 paralelismo con líneas de BT y MT aéreas y subterráneas. 2 Cruces y 2 paralelismos con líneas de BT y MT subterráneas	1.765.994,68 €
TELECOMUNICACIONES	TELEFÓNICA	34	ÓDENA CASTELLOLÍ EL BRUC ELS HOSTALET DE PIÉROLA COLLBATÓ ESPARRAGUERA ABRERA	8 Cruces con líneas de telecomunicaciones aéreas y subterráneas 6 Cruces y paralelismos con líneas de telecomunicaciones aéreas y subterráneas 5 Cruces y paralelismos con líneas de telecomunicaciones aéreas y subterráneas 2 Cruces y paralelismos con líneas de telecomunicaciones subterráneas 2 Cruces y paralelismos con líneas de telecomunicaciones aéreas y subterráneas 4 Cruces y paralelismos con líneas de telecomunicaciones aéreas y subterráneas 7 Cruces y paralelismos con líneas de telecomunicaciones subterráneas	532.775,33 €
ALUMBRADO	ALUMBRADO PÚBLICO	12	IGUALADA/ÓDENA CASTELLOLÍ EL BRUC ESPARRAGUERA ABRERA	1 Paralelismo con red de alumbrado 1 Paralelismo con red de alumbrado 2 Paralelismos con red de alumbrado 3 Paralelismos con red de alumbrado 5 Paralelismos con red de alumbrado	929.323,88 €
TRÁFICO	SERVEI CATALÀ DE TRÀNSIT	9	CASTELLOLÍ EL BRUC ESPARRAGUERA ABRERA	4 Paralelismos Canalización para cableado y elementos de control de tráfico (panel y semáforo) 3 Paralelismos Canalización para cableado y elementos de control de tráfico (panel y semáforo) 1 Paralelismo Canalización para cableado 1 Cruce Canalización para cableado y Paralelismos elemento de control de tráfico (panel)	366.864,66 €

RESUMEN DE SERVICIOS AFECTADOS					
TIPOLOGÍA SERVICIO	ORGANISMO/CÍA. TITULAR	AFECCIONES DETECTADAS		BREVE DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS/SERVIDUMBRES AFECTADOS	ESTIMACIÓN ECONÓMICA
		Nº LÍNEAS/REDES	TÉRMINO MUNICIPAL		
GASODUCTO	NEDGIA	11	ÓDENA EL BRUC COLLBATÓ ESPARRAGUERA ABRERA	2 Cruces de gasoducto 1 Cruce/paralelismo de gasoducto 1 cruce de gasoducto 1 Cruce y 1 paralelismo de gasoducto 5 Cruces y paralelismos de gasoducto	573.738,25 €
	ENAGAS	1	ABRERA	1 Cruce de gasoducto	7.714,27 €
ABASTECIMIENTO	AIGUA DE RIGAT	4	ÓDENA/IGUALADA ÓDENA	1 Cruces con la red de abastecimiento de agua 2 Cruces y 1 paralelismo con la red de abastecimiento de agua	53.751,60 €
	ATLL	4	ELS HOSTALETES DE PIÉROLA PIEROLA/COLLBATÓ	1 Cruce con la red de abastecimiento de agua 3 Cruces con la red de abastecimiento de agua	487.291,52 €
	REDES MUNICIPALES	1	COLLBATÓ	1 Cruce con la red de abastecimiento de agua	149.983,28 €
		3	ESPARRAGUERA	2 Cruces y 1 paralelismos/cruce con la red de abastecimiento de agua	69.214,35 €
		2	ABRERA	1 Cruce y 1 paralelismo con la red de abastecimiento de agua	55.307,84 €
SANEAMIENTO	REDES MUNICIPALES	1	ÓDENA	1 Cruce con colector unitario	14.862,82 €
		1	ELS HOSTALETES DE PIÉROLA	1 Cruce con colector de fecales	8.271,57 €

4.19. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se efectúa un análisis de las diferentes actuaciones complementarias a las obras de infraestructura proyectadas, estudiándose su necesidad e implantación en los casos que proceda. Son las siguientes:

4.19.1. Cerramiento

Se ha proyectado una valla de cerramiento en cada una de los márgenes de los viales comprendidos en el tramo de la autovía proyectada para impedir la irrupción en la misma de personas, vehículos y animales desde las propiedades colindantes. Del mismo modo se va a realizar la reposición del cerramiento de particulares que han de ser demolidos durante la ejecución del Anteproyecto. También se disponen puertas de acceso a la zona de dominio público para realizar el mantenimiento y la conservación de la vegetación, taludes, etc.

Según las *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales* del MITECO, el tipo de cerramiento que se recomienda en general es de 2 m, de los cuales 1,80 m se encuentra por encima del nivel del terreno y los 20 cm iniciales enterrados. La distancia entre hilos verticales de la malla anudada será de 15 cm y la distancia entre los horizontales aumentará progresivamente, desde 5-15 cm en la parte inferior hasta 15-20 cm en la superior. Este tipo de cerramiento se instalará a lo largo de todo el trazado.

Asimismo, se plantea instalar refuerzos específicos para jabalíes en el entorno de los puntos de atropello que se mencionan en el anejo.

4.19.2. Hitos de delimitación de la propiedad

Se señalará con hitos de deslinde el límite de la expropiación originada por la ejecución de la obra, siempre que dicho límite no coincida con la línea de cerramiento.

4.19.3. Infraestructura para el sistema SOS

Para el presente Anteproyecto se aplica el Oficio de 31 de marzo de 2010 remitido por la Dirección General de Tráfico a la Dirección General de Carreteras, por el cual se informa de que no existe inconveniente en la no instalación de postes S.O.S. en los nuevos tramos que se construyan a cielo abierto en autovías o autopistas, quedando relegado su uso a túneles y a otras áreas concretas.

Es necesaria la reposición de 25 postes S.O.S. existentes, que se levantan durante la ejecución de las obras.

4.19.4. Instalaciones

En el tramo de autovía proyectada se prevé la implantación de instalaciones diversas, así como las destinadas a control de tráfico (estaciones de aforos, paneles de mensajería variable, cámaras de control de tráfico, etc), que se recogerán detalladamente en el *“Anejo 15 Instalaciones y Sist de Información ITS”*.

4.19.5. Instalaciones en túnel

4.19.5.1. CLASIFICACIÓN DEL túnel SEGÚN RD635/2006

El Real Decreto 635/2006 sobre *Requisitos Mínimos de Seguridad en los Túneles de Carreteras del Estado* establece una serie de categorías para determinar las necesidades de equipamiento requeridas para cada túnel. Y, según el Anexo I del RD 635/2006, el túnel de El Bruc queda encuadrado en el apartado 2.21.1.1 *“Túneles unidireccionales, de longitud mayor que 1000 m”*. Siendo sus parámetros fundamentales actuales:

- Tipo: interurbano.
- Vía: A-2.
- Tráfico: unidireccional.
- Longitud: 1.111 m.
- Nº de tubos: 3 (1.111m/830m/725m)

Cabe destacar que el RD635/2006 establece, en su artículo 3:

*“c) Longitud del túnel: la **longitud del carril más largo** de circulación, medido en la parte totalmente cubierta del túnel.*

*d) Volumen de tráfico: el número de vehículos que circulan por carril y día. Se calculará como la IMD **de cada tubo** dividida por su número de carriles.”*

Es decir, **la clasificación de todos los tubos** del túnel de El Bruc según el RD 635/2006 viene determinada por la longitud del carril más largo de todos ellos, que en este caso sería por el de 1.111 m.

Por otra parte, el nuevo falso túnel ubicado entre el P.K. 1+250 y el P.K. 1+515,17, de 265,17 m. de longitud, al estar a una distancia inferior a 10 km del túnel de El Bruc y preverse una IMD por carril mayor que 2.000 vehículos diarios, formará grupo con dicho túnel de El Bruc, cuya longitud supera los 1.000 m. En consecuencia, deberá contar con el mismo equipamiento que el túnel de El Bruc, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2.21.1 del Anexo I del RD 635/2006.

4.19.5.2. INSTALACIONES EXISTENTES

En la tabla siguiente se listan las exigencias para el túnel según RD635/2006, así como la existencia o no de las mismas, teniendo en cuenta el contenido del informe de evaluación del túnel fechado el 24 de abril de 2020, para los dos tubos existentes:

EQUIPAMIENTO EXIGIDO POR EL RD 635/2006	EXISTE EN TÚNEL	ESTADO	CUMPLE NORMATIVA
Centro de control (nueva ubicación) e instalación Telecomunicaciones	Sí	BUENO	SI
Circuito Cerrado de TV	Sí	BUENO	SI

EQUIPAMIENTO EXIGIDO POR EL RD 635/2006	EXISTE EN TÚNEL	ESTADO	CUMPLE NORMATIVA
Sistema informático de extracción de humos, automático y manual	Sí	BUENO	SI
Iluminación normal	Sí	BUENO	NO
Iluminación de seguridad	Sí	BUENO	NO
Iluminación de emergencia	Sí	BUENO	NO
Ventilación	Sí	BUENO	SI
Doble suministro eléctrico e instalación eléctrica en A.T. y B.T.	Sí	BUENO	SI
Cableado resistente al fuego (incluso retirada del existente)	NO	-	NO
Generadores de emergencia	Sí	BUENO	SI
Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)	Sí	BUENO	SI
Detectores de CO	Sí	BUENO	SI
Opacímetros	Sí	BUENO	SI
Cable para detección de incendios	Sí	BUENO	SI
Detección automática de incidentes	Sí	BUENO	SI
Puestos de emergencia	Sí	BUENO	SI
Megafonía	Sí	BUENO	SI
Red de hidrantes	Sí	BUENO	NO
Sistema de radiocomunicación para servicios de emergencia	Sí	BUENO	SI
Mensajería de emergencia por canales de radio para usuarios	SI	BUENO	SI

Tabla 2.- Estado de adecuación del túnel al R. D. 635/2006.

4.19.5.3. INSTALACIONES A PROYECTAR

En el presente anteproyecto se diseña una ampliación de la capacidad actual del Túnel de El Bruc con la construcción de un tercer tubo de 3 carriles sentido Lleida. Los dos túneles existentes se adaptan dotándoles a ambos de dos carriles y unificando el sentido de circulación hacia Barcelona, así como actualizando o implementando -según proceda- las instalaciones que actualmente no cumplen las prescripciones del RD 635/2006 y demás normativa vigente. La longitud del túnel nuevo proyectado es de 725 m.

Asimismo, se proyecta un falso túnel de tres carriles en la calzada dirección Lleida, la del tercer tubo del túnel de El Bruc, concretamente se ubica entre el P.K. 1+250 y el P.K. 1+515,17. La longitud del nuevo falso túnel proyectado es de 265,17 m.

En el tubo existente de 830m se proyectan unos trabajos de mejora del revestimiento actual, los cuales implican el desmontaje y posterior montaje de parte de las instalaciones existentes, a cuyo fin se ha previsto una partida presupuestaria.

4.19.5.3.1. *TERCER TUBO (725 m)*

La ampliación de la capacidad actual del Túnel del Bruc se realizará con un tercer tubo de tres carriles sentido Lleida. La longitud del túnel proyectado es de 725 m.

Al ejecutarse un nuevo tubo, se proyectará la totalidad del equipamiento mínimo prescrito por el RD635/2006, esto es:

- Centro de control.
- Circuito cerrado de TV.
- Sistema informático de extracción de humos, automático y manual.
- Iluminación normal.
- Iluminación de seguridad.
- Iluminación de emergencia.
- Ventilación.
- Doble suministro eléctrico.
- Cableado resistente al fuego.
- Generadores de emergencia.
- Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).
- Detectores de CO.
- Opacímetros.
- Cable para detección de incendios.
- Detección Automática de Incidentes (DAI).
- Puestos de emergencia.
- Señalización de salidas y equipamientos de emergencia.
- Señalización según normas 8.1-IC y 8.2-IC.
- Paneles de señalización variable.
- Barreras exteriores.
- Semáforos exteriores.
- Megafonía.
- Red de hidrantes.
- Aforadores.
- Sistema de radiocomunicación para servicios de emergencia.
- Mensajería de emergencia por canales de radio (cuando existan).

4.19.5.3.2. *FALSO TÚNEL*

Se proyecta un falso túnel de tres carriles en la calzada dirección Lleida, la del tercer tubo del túnel de El Bruc, concretamente se ubica entre el P.K. 1+250 y el P.K. 1+515,17. La longitud del nuevo falso túnel proyectado es de 265,17 m.

El nuevo falso túnel de 265,17 m de longitud, al estar a una distancia inferior a 10 km del Túnel de El Bruc y preverse una IMD por carril mayor que 2.000 vehículos diarios, formará grupo con dicho túnel de El Bruc, cuya longitud supera los 1.000 m. En consecuencia, se proyectará con el mismo equipamiento que el túnel de El Bruc, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2.21.1 del Anexo I del RD 635/2006.

4.19.6. Pasos de mediana

Se trata de la interrupción en la separación física entre los dos sentidos de circulación de una carretera de calzadas separadas, que facilita la comunicación entre ambas en casos singulares y de emergencia.

En función de la actuación en cada caso prevista en el trazado del tronco, y dado que en algunos tramos se han llevado a cabo rectificaciones de alguna de sus alineaciones, ha sido preciso reconfigurar los pasos de mediana existentes, resultando los pasos definidos en la siguiente tabla resumen.

ID	PK (centro)	Longitud (m)	Longitud entre pasos (m)
1	551+300	40,00	1.600,00
2	552+900	40,00	1.900,00
3	554+800	40,00	2.300,00
4	557+100	40,00	2.450,00
5	559+550	40,00	920,00
6	560+470	40,00	1.530,00
7	562+000	40,00	4.500,00
8	566+500	40,00	670,00
9	567+170	40,00	1.530,00
10	568+700	40,00	1.800,00
11	570+500	40,00	1.200,00
12	571+700	40,00	2.000,00
13	573+700	40,00	1.800,00
14	575+500	40,00	1.800,00
15	577+300	40,00	1.885,00
16	579+185	40,00	1.890,00
17	581+075	40,00	1.925,00
18	583+000	40,00	--
Distancia media entre pasos:			1.864.71

Pasos de mediana proyectados

4.19.7. Reordenación de accesos

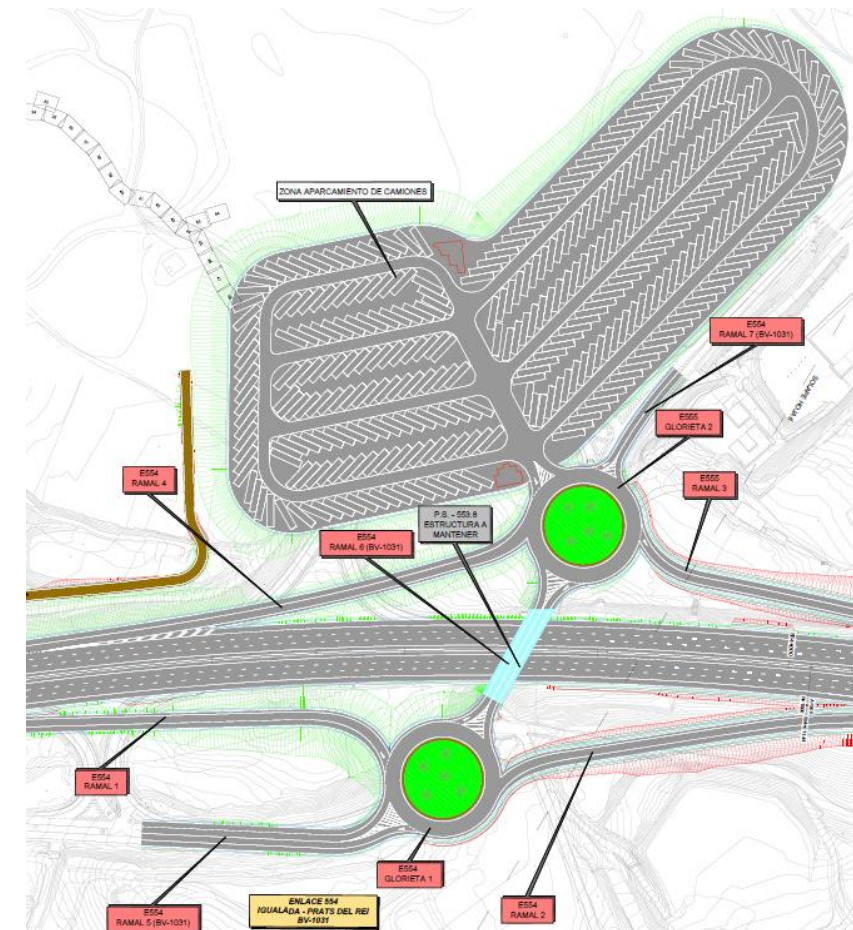
La reordenación de accesos se trata en el anejo Nº 11 "Reordenación de Accesos", en el que se incluye la propuesta de reposición de los diferentes caminos vecinales, generalmente de carácter agrícola y resto de viales afectados por las obras proyectadas. Además, en el documento nº 2 "Planos", se representa la reposición de caminos que se ven afectados por el viario proyectado.

4.19.8. Vialidad invernal. Áreas de estacionamiento de emergencia

Con la intención de solucionar los problemas que genera, durante la época invernal, las nevadas y los cortes de tráfico debido a las inclemencias climatológica, que obligan a los conductores de vehículos pesados a circular en unas condiciones de extrema prudencia y en las que se hace necesario, incluso, plantearse la retirada de la circulación de los vehículos pesados por razones de seguridad vial, se proyectan dos áreas de estacionamiento de emergencia para camiones.

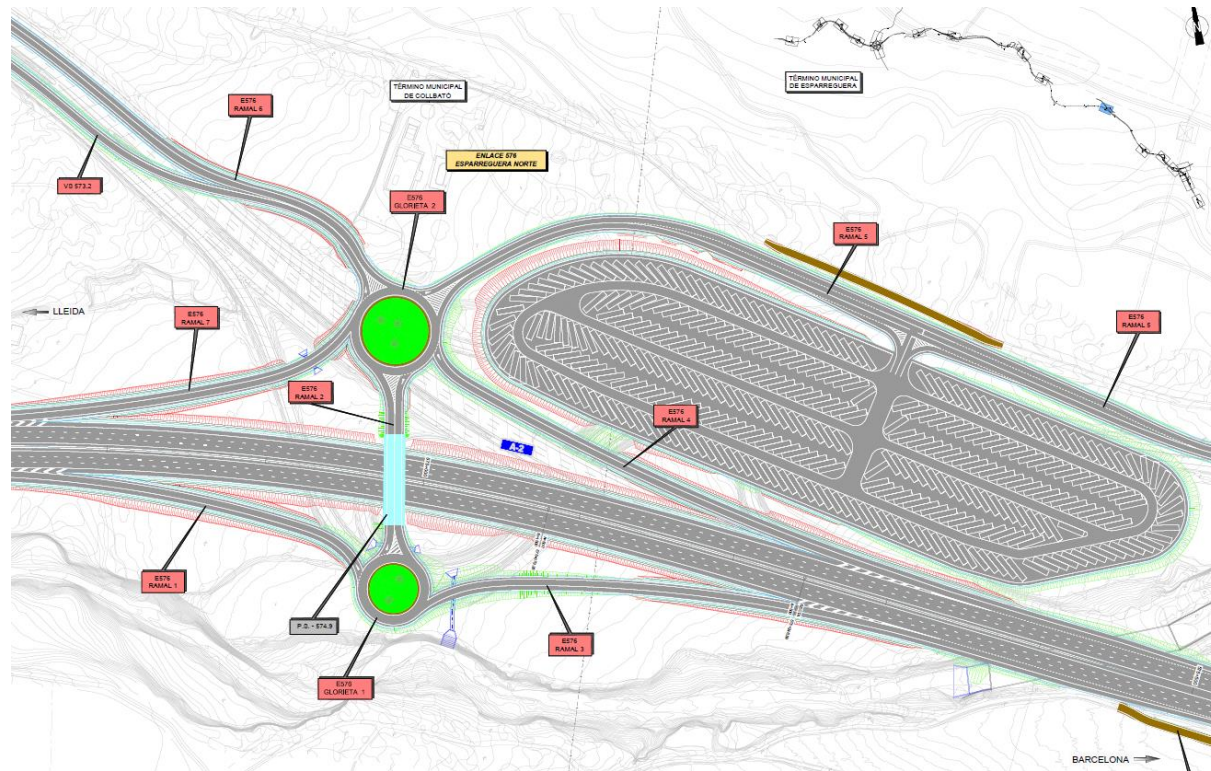
Las áreas de estacionamiento de emergencia se han ubicado en la zona del puerto del Bruc, que es la zona más problemática cuando se producen fenómenos meteorológicos invernales adversos y en las proximidades del enlace de Esparraguera Norte. De esta forma, se dan alternativas para el aparcamiento de vehículos pesados, a ambos lados del puerto, cuando haya que recurrir a la prohibición de la circulación de este tipo de vehículos, debido al elevado riesgo que supone su circulación cuando se acumula nieve en la calzada por la posibilidad de bloqueo de la vía

Estacionamiento de emergencia situado en PK 553+800. Tiene una superficie 43.480m², con una capacidad de 348 plazas de aparcamiento para vehículos pesados, con todas las instalaciones necesarias. También cuenta con dos zonas de higiene y descanso habilitadas para los conductores y acompañantes.



Estacionamiento de Emergencia propuesto PK 553+800

- **Estacionamiento de emergencia situado en PK 575+000.** Tiene una superficie de 44.956 m², con una capacidad de 358 plazas de aparcamiento para vehículos pesados y las instalaciones auxiliares necesarias para su correcta explotación. También cuenta con dos zonas de higiene y descanso habilitadas para los conductores y acompañantes.



Estacionamiento de Emergencia propuesto PK 580+000

4.19.9. Lecho de frenado

Según la nueva Norma de Carreteras Norma 3.1-IC *Trazado*, de febrero de 2016, en su apartado 8.12 se indica que en tramos de carreteras donde existan pendientes fuertes y prolongadas, y los vehículos puedan perder el control por avería en los frenos, se implantarán lechos de frenado, para facilitar la detención de dichos vehículos.

Puesto que se trata de una vía existente, se ha comprobado la existencia de estos sistemas, y se ha verificado que actualmente existe un lecho de frenado en el entorno del PK 577+800 de la Autovía A-2 el cual, considerando las características del trazado proyectado, el cual se ubicaría en un tramo curvo, la intensidad de vehículos pesados que circulan por la misma, y la proximidad del enlace 580 - Esparraguera, por seguridad vial se hace necesario no mantenerlo y proponer uno nuevo.

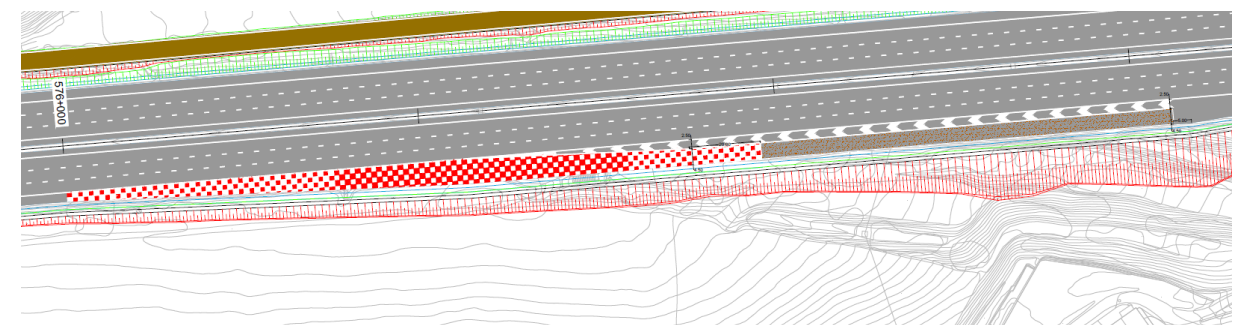
Por tanto, se analiza el tramo comprendido entre los PKs 572+007 y 574+747, teniendo en cuenta que los lechos de frenado se deben ubicar en tramos donde puedan ser distinguidos claramente, incluso en condiciones nocturnas, evitando que los vehículos puedan penetrar inadvertidamente en él.

Analizado el trazado y la continuidad de la pendiente descendente elevada, se proyecta el lecho de frenado en el PK 576+000.

La longitud del lecho de frenado se define aplicando la tabla 8.4 de la Norma 3.1-IC "Trazado" donde se define la longitud del lecho de frenado "L" en función de la velocidad a la entrada al lecho.

Por tanto, los valores tomados son los siguientes:

- Velocidad de entrada al lecho = 100 km/h; L = 115 m
- Longitud del lecho → L = 134 m
- Las cuñas serán para un ancho de lecho de 4,50 m:
 - Cuña de entrada → 112,5 m
 - Cuña de salida: 12 a 1 → 54 m



Lecho de frenado proyectado entre los PKs 576+000 – 576+400

Aunque puntualmente la pendiente de la rasante entre los PKs 576+000 – 576+400 sea de 2.50%, el análisis del lecho de frenado se ha realizado para una pendiente de 5.50% porque ésta pendiente es la que se corresponde con la del tramo previo y se decide proyectar para la pendiente máxima en el tramo siendo esta 5.50%. No obstante, en la siguiente fase de proyecto de construcción se resolverá la ubicación definitiva del lecho de frenado.

El lecho estará constituido por una cama de material disgregado, de tal forma que se consiga la detención del vehículo al hundirse sus ruedas en el material granular.

La capa granular estará formada a base de gravas naturales limpias de partículas redondeadas no procedentes de machaqueo de tamaño 5/10 mm.

Se dispondrán señales S-16 a 1.000 m, a 500 m y a 50 m del principio del lecho de frenado, indicando en un panel complementario esa distancia para facilitar su percepción:

4.19.10. Zonas de instalaciones auxiliares

En el presente apartado se han definido zonas de instalaciones auxiliares con la superficie necesaria para el parque de maquinaria, las distintas casetas de obra, así como zona de acopio de tierras y materiales.

Se han proyectado cinco zonas de instalaciones auxiliares:

- ZIA 01: con superficie de 15.928,4850 m², está ubicada en las proximidades del Enlace 554 Igualada – Prats de Rei, BV-1031 en la margen derecha del Tronco en el entorno del PK

554+010. El acceso a este punto se realizará a través del camino existente localizado bajo el ramal proyectado E554 – Ramal 2.

- ZIA 02: con superficie de 29.255,096 m², está ubicada en la margen derecha del Tronco en el entorno del PK 556+240. El acceso a este punto a través de los caminos colindantes existentes.
- ZIA 03: con superficie de 27.855,489 m², está ubicada próxima al Enlace 561 Castellolí Oeste por la margen derecha del Tronco en el entorno del PK 560+600. El acceso a este punto se podrá realizar desde la A-2 y caminos de acceso.
- ZIA 04: con superficie de 35.608,460 m², está ubicada anexa al paso inferior 569.9 por la margen derecha del Tronco en el entorno del PK 570+000. El acceso a este punto se realizará a través del Ramal 10.
- ZIA 05: con superficie de 84.480,460 m², está en la margen izquierda del Tronco en el entorno del PK 577+780. El acceso a este punto se realizará a través de las vías existente anexas al tranco (C. de la Cerdanya).

ZIA	SUPERFICIE (m ²)
ZIA 01	15.928,4850
ZIA 02	29.255,096
ZIA 03	27.855,489
ZIA 04	35.608,460
ZIA 05	85.480,460

4.19.11. Demoliciones

Se proyectan las siguientes demoliciones necesarias para llevar a cabo la construcción del nuevo trazado:

- **m² de pavimento de la antigua traza.** Se ha dividido el trazado en; ramales de enlace por una parte y tronco de la autovía por otra (dividida a su vez en tramo antes de los túneles del Bruc, y tramo después de los túneles), para facilitar así las mediciones (que se realizan sobre planos).
- **m³ de edificaciones afectadas por la nueva traza.** Todas las edificaciones a demoler, 47 a lo largo de la traza, son de carácter privado. Se contabilizan los m³ de demolición de las edificaciones considerando el área y una altura de 3,00 m, 6,00 m o 9,00 m dependiendo del número de plantas, 1, 2 o 3 respectivamente.

La medición se ha realizado indicando en PK del tronco aproximado.

- **m³ de estructuras a demoler.** Las estructuras a demoler a lo largo de la traza se contabilizan en m³, considerando la longitud, el ancho y el canto de la estructura. Las mediciones se dividen en dos tramos; tronco antes de los túneles del Bruc y tronco después de los túneles del Bruc (ambos en sentido Barcelona).

No obstante, en este apartado se presenta un listado de las estructuras objeto de demolición. Su medición se incluye en el anejo de estructuras.

4.19.12. Traslado de paradas de vehículos de transporte colectivo

Se ha realizado un análisis de las paradas de autobús existentes a lo largo del corredor, su interferencia con las obras proyectadas y las actuaciones requeridas en cada caso para seguir dando servicio a las líneas existentes en la actualidad.

Para ello se ha realizado un estudio de situación y traslado de las paradas que se veían afectadas. En el anejo se puede observar una tabla con la reubicación de dichas paradas.

En el siguiente cuadro se presenta una relación de paradas que están actualmente en funcionamiento, y que se ven afectadas por el nuevo trazado, así como su nueva ubicación:

PARADAS DE BUS						
ID	PK	Municipio	Ubicación Actual	Actuación	Nueva Ubicación	Observaciones
Parada BUS 1A	560+560	Castellolí	Junto pasarela peatonal en carril de incorporación hacia Lleida	Desaparece	-----	En el anteproyecto se prevé un trazado distinto del actual
Parada BUS 2A / 2B	561+380	Castellolí	Junto pasarela peatonal en vías de servicio de ambas márgenes	Traslado	En los ramales del enlace 561 Castellolí Oeste	En el anteproyecto se prevé un trazado distinto del actual
Parada BUS 3	567+650	El Bruc	En vía de servicio de margen izquierda	Traslado	Se desplaza al nuevo ramal del enlace 569 Coll del Bruc, próximo a la rotonda	En el anteproyecto se prevé un trazado distinto del actual y coincide ubicación con Enlace 569-G1-Collbató 20
Parada BUS 4A	570+940	El Bruc	En isleta de vía de servicio de margen izquierda	Mantiene	Se mantiene ubicación	Se amplía un carril en calzada izquierda con posible modificación vía de servicio
Parada BUS 5A	571+740	El Bruc	En isleta de vía de servicio de margen izquierda	Mantiene	En la vía de servicio de la Autovía en el PK 571+690	Se amplía un carril en calzada izquierda con posible modificación vía de servicio
Parada BUS 6B	571+900	Collbató	Vía de Servicio hacia el Enlace de Collbató desde calzada derecha	Mantiene	Se traslada en la misma vía de servicio al PK 572+060	Se amplía un carril en calzada derecha. Habría que buscar nueva ubicación
Parada BUS 7A	572+500	Collbató	Esquipa en incorporación a vía de servicio margen izquierda	Mantiene	Se mantiene ubicación	No se ve afectada por el nuevo trazado
Parada BUS 7B	572+460	Collbató	Esquipa en incorporación a vía de servicio margen derecha	Mantiene	Se mantiene ubicación	No se ve afectada por el nuevo trazado
Parada BUS 8B	573+240	Collbató	En vía de servicio de margen derecha	Mantiene	Se mantiene ubicación	No se ve afectada por el nuevo trazado
Parada BUS 9A	573+540	Collbató	En vía de servicio de margen izquierda	Mantiene	Se desplaza 10 m hacia el norte en el mismo PK, ya que el nuevo trazado pasa por encima de la actual	Se amplía un carril en calzada derecha con posible modificación vía de servicio
Parada BUS 10A	581+250	Abrera	En ramal bajo paso inferior en enlace de Abrera, margen derecha.	Mantiene	Se mantiene ubicación	No se ve afectada por el nuevo trazado

Relación de paradas de autobús afectadas

4.19.13. Iluminación

El criterio a seguir para determinar las obras complementarias relacionadas con las instalaciones de iluminación es el de reponer la iluminación existente en el tramo de proyecto y por otro lado, analizar la necesidad de proyectar nuevas instalaciones de alumbrado en los tramos de nueva ejecución, concretamente en los enlaces.

Por ello, en el anejo se justifica la probable necesidad de instalaciones de alumbrado en el Anteproyecto y Estudio de Viabilidad de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada - Martorell. P.K. 550,6 al P.K. 585,5.

En base al tipo de actuación proyectada y a los datos de tráfico del año de puesta en servicio que son los que se recogen en el anejo Nº 6 "Planeamiento y tráfico" y datos pluviométricos de Anejo 05 "Climatología, Hidrología y Drenaje" del proyecto, se concluyen que los cinco tramos objeto de análisis (Tramos 13, 14, 15, 16 y 17), de los que los tres últimos tienen una $IMD \geq 80.000$ vehículos/día.

Por tanto, no es preciso plantear la iluminación del viario proyectado en los tramos comprendidos entre el 1 y 14 dado que no concurren las circunstancias requeridas para la iluminación y en caso de iluminación existente afectada por las actuaciones se repondrá con las mismas características que las existentes.

En cuanto a los tramos 15, 16 y 17, con IMDs superiores a 80.000 veh/día, los susceptibles de proyectar iluminación (Enlaces 582. B-40, 583. Abrera, 584. C-55 y final) actualmente estos tramos ya están iluminados, como también ocurre en algunos enlaces a lo largo de la actuación. Por ello, se ha adoptado el criterio de reponer y adaptar la iluminación existente a las nuevas condiciones del trazado, suponiendo un servicio afectado la iluminación en tramos de la autovía y enlaces que actualmente están iluminados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha considerado la iluminación proyectada en el Anteproyecto como una reposición de un servicio, por lo que las actuaciones necesarias se tratan en el anejo nº 17 "Reposición de Servicios", en el que se incluye la propuesta de reposición.

4.19.14. Aceras

Las aceras de este proyecto responden a las remodelaciones previstas en el proyecto, el acerado será afectado y repuesto en varios lugares.

La reposición del mismo constará de pavimento de baldosa hidráulica 40x40 cm² sobre capa de regularización de hormigón de 10 cm de espesor y un ancho de aproximadamente 2,00 m. Se repondrá la rigola de drenaje en los tramos en las que exista y se dispondrá bordillo no montable cuando la acera esté en contacto con la calzada. En el resto, se ha proyectado bordillo de encintado.

4.20. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

El Anejo de Integración Ambiental tiene como objetivo, por un lado, identificar y concretar las repercusiones ambientales que el Anteproyecto tiene sobre el territorio; y, por otro lado, definir y

desarrollar detalladamente las medidas preventivas y correctoras encaminadas a evitar, paliar o enmendar los posibles daños causados sobre los elementos del medio ambiente.

Análisis ambiental y clasificación del territorio

Se ha realizado un análisis pormenorizado sobre el entorno en el que se desarrolla la actuación, con el fin de determinar los principales condicionantes ambientales de este proyecto, que son los que se resumen a continuación.

- Hidrología superficial

Las cuencas hidrográficas cruzadas por la autovía forman parte del tercio sur de la vertiente occidental de la cuenca del río Llobregat, denominada también cuenca del Baix Llobregat. Los cauces discurren en su mayoría de norte a sur, y drenan a la riera de Can Dalmases, la cual se une en proximidades del municipio de Esparreguera al Torrent Mal, cauce que confluye con la riera de La Magarola, afluente directo del río Llobregat.

A continuación se indican los cauces atravesados por las actuaciones proyectadas.

- Torrent de l'Espelt
- Torrent de Cal Magí de les Alzines
- Riera d'Òdena
- Torrent de Cal Valls
- Torrent del Raval d'Aguilera
- Torrent de Cal Marqués
- Cauce sin nombre
- Torrent de Sant Feliu
- Torrent de Can Carles
- Riera de Castellolí
- Riera Magarola
- Riera de Castellolí
- Riera de Can Dalmases
- Torrent de l'Alfàbrega
- Torrent Mal

- Hidrogeología

En el entorno del presente proyecto se ha definido tres masas de agua subterránea, por un lado, en el sector oriental del trazado la MASb Cubeta de Abrera, en la parte central la MASb Aluviales del Penedés y acuíferos locales y en el extremo más occidental del trazado, la MASb Gaiá-Anoia.

- Vegetación

La vegetación actual en el ámbito de estudio se encuentra profundamente alterada respecto a las etapas maduras de las series de vegetación potencial climatófila propias de esta zona.

La principal característica del estado de conservación de la vegetación potencial es el alto grado de fragmentación y sustitución de la superficie que podría ocupar como consecuencia de diversas actividades humanas. Se pueden destacar las siguientes:

- Agricultura. Los fértiles suelos de los fondos de valle son responsables de que muchos terrenos hayan sido deforestados y transformados en cultivos, principalmente de secano, dando lugar a una profusa división del territorio en parcelas buscando siempre la mayor humedad en las proximidades de las ramblas.
- Infraestructuras y urbanización. Nos encontramos en un ámbito eminentemente antropizado, donde el eje vertebrador del territorio es el propio trazado de la A-2, así como otras vías menores y las poblaciones que la rodean.

En conclusión, la proximidad de la zona de estudio a la urbe de Barcelona supone que gran parte del territorio presenta una estructura y composición florística muy diferente a la que debería según el estudio de la vegetación potencial. De antiguo han sido zonas altamente ocupadas por asentamientos humanos y en la actualidad los núcleos de población se encuentran fragmentados y dispersos por el territorio, además de la profusión de polígonos industriales y centros logísticos, las vegas han sido ocupadas por pequeños núcleos de población y zonas de cultivo, tanto de secano como especies frutales.

El paisaje resultante está altamente fragmentado y se caracteriza por la heterogeneidad, donde aparecen masas boscosas dispersas y mixtas con predominio del pino carrasco junto con la encina y diversas especies de las ya descritas formando densos sotobosques, en muchos casos impenetrables, rodeadas de zonas urbanizadas y cultivadas dispersas por todo el territorio.

Las formaciones vegetales presentes en el ámbito de estudio son las siguientes:

- Áreas antropizadas
- Bosque de quercineas
- Bosque mixto
- Matorral
- Pinares
- Cultivos agrícolas
- Terrenos pedregosos
- Vegetación de ribera

Por otro lado, dentro de ámbito de estudio, la información cartográfica constata la presencia de los siguientes HIC (con un asterisco se indican los hábitats de interés comunitario):

COD UE	NOMBRE HIC
1520*	Vegetación gipsícola ibérica (<i>Gypsophiletalia</i>)
3250	Ríos mediterráneos con vegetación de <i>Glaucium flavum</i>
3280	Ríos mediterráneos permanentes con céspedes nitrófilos del <i>Paspalo-Agrostidion</i> orladas de álamos y sauces
5210	Maquia y chaparrales con <i>Juniperus</i> spp. arborescentes, no dunares
6220*	Prados mediterráneos ricos en anuales, basófilas (<i>Thero-Brachypodietalia</i>)
6420	Juncales y herbazales gramínoles húmedos mediterráneos del <i>Molinio-Holoschoenion</i>
8210	Pendientes rocosas calcícolas con vegetación rupícola
9240	Robledales ibéricos de <i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus canariensis</i>
9340	Encinares y carrascales
9530*	Pinares submediterráneos de pinassa (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>)
9540	Pinares mediterráneos
92A0	Alamedas, saucedas y otros bosques de ribera

Cabe destacar que existe un Área de Interés Florístico en las inmediaciones del túnel del Bruc, y varias especies de flora protegida en las cuadrículas de la malla de 10x10 atravesadas por el trazado, según la información disponible en el “Banco de Datos de Biodiversidad de Cataluña” y en el Sistema de información de las plantas de España (*Anthos*). Asimismo, se ha llevado a cabo una prospección botánica de la zona de ocupación, y no se ha observado ninguna de las especies protegidas inventariadas.

- Fauna

De todas las especies listadas en el catálogo faunístico, se consideran sensibles aquellas que tienen a nivel legal un grado de protección igual o superior a "Vulnerable" según el Catálogo Español de Especies Amenazadas o quedan contempladas en otra legislación. Las especies sensibles son las siguientes: Galápago leproso (*Mauremys leprosa*), Águila culebrera (*Circaetus gallicus*), Águila perdicera (*Aquila fasciata*), Águila calzada (*Aquila pennata*), Halcón peregrino (*Falco peregrinus*), Milano negro (*Milvus migrans*), Aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), Buitre leonado (*Gyps fulvus*), Búho real (*Bubo bubo*), Chotacabras europeo (*Caprimulgus europaeus*), Críalo europeo (*Clamator glandarius*), Martín pescador (*Alcedo atthis*), Chova piquirroja (*Phyrrocorax phyrrocorax*), Avetorillo común (*Ixobrychus minutus*), Totovía (*Lullula arborea*), Cogujada montesina (*Galerida theklae*), Bisbita campestre (*Anthus campestris*), Collalba negra (*Oenanthe leucura*), Curruca rabilarga (*Sylvia undata*), Curruca tomillera (*Sylvia conspicillata*), Escribano hortelano (*Emberiza hortulana*), Nutria (*Lutra lutra*), *Artimelia latreillei*, *Coenagrion caeruleum*, *Sympetrum flaveolum*, *Trochoidea trochoides*, *Xerocrassa montserratensis*, *Lucanus cervus*, *Cerambyx cerdo*, *Euplagia quadripuntaria*,

- Espacios naturales de interés

El único espacio de Red Natura 2000 que se podría ver afectado directamente por las actuaciones del proyecto es la ZEC y ZEPA ES5110012 Montserrat-Roques Blanques- Riu Llobregat.

Asimismo, en el ámbito de estudio existen varios espacios catalogados de interés natural. Se trata de Roques Blanques, Montserrat, Riu Llobregat, Valls de l'Anoia, Riera de Clariana, Muntanyes de l'Ordal y el Sistema prelitoral central –todos ellos Lugares de Importancia Comunitaria- y la Muntanya de Montserrat, declarada además Reserva Natural y Parque Natural.

Paisaje

Según los catálogos de paisaje del Observatori del Paisatge de Catalunya, las unidades de paisaje presentes en la zona de estudio son las siguientes:

- Conca d'Òdena
- Valls de l'Anoia
- Montserrat
- Pla de Montserrat
- Sant Llorenn del Munt i l'Obac - El Cairat
- Xaragalls del Vallts
- Patrimonio cultural

Se ha realizado la consulta de los bienes existentes en todos los municipios del ámbito de estudio, y se ha realizado una prospección arqueológica de la zona de ocupación. A continuación, se enumeran aquellos elementos catalogados existentes dentro del ámbito de estudio.

PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO		
Nº	Nombre	Protección
1	Aqüeducte Pont Gran (Igalada / Òdena)	BCIL
4	Molí de Can Roca (Òdena)	BC
5	Can Francolí de la Pujada (Castellolí)	BC
6	Cal Llucià de les Parres (Castellolí)	BC
11	Pont de Can Roca (Òdena)	CEA
12	Oficines del camp d'aviació de la República (Òdena)	CEA
13	Refugi menor del camp d'aviació de la República (Òdena)	CEA
14	Cal Marquès (Òdena)	CEA
4 (2º informe)	El Racó (Castellolí)	BPU
2	Mas la Cova (El Bruc)	BCIL
7	Can Pascual (Els Hostalets de Pierola)	BC
8	La casa Nova 1 (Els Hostalets de Pierola)	BC
9	La casa nova 2 (Els Hostalets de Pierola)	BC
16	Pont antiga carretera B-231 (Esparreguera)	CEA
17	Antic pont sobre la riera Magarola (Abrera)	CEA

PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO		
Nº	Nombre	Protección
18	La Caseta (PK 8350 de l'autovia Barcelona-Lleida) (Igalada)	BC
19	Valldaura (Igalada)	BC
20	Guixera de Can Masarnau (Òdena)	BC

PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO		
Nº	Nombre	Protección
21	Carretera d'Igalada a Òdena (Òdena)	BC
22	Sitja a la Carretera entre Igalada i Òdena (Òdena)	BC
23	Forn a la carretera entre Igalada i Òdena (Òdena)	BC
24	A prop del Centro Reto o les Planes de Can Marquès (Òdena)	BC
25	Cadena del Mallol (Òdena)	BC
26	Trencall del camí de les Coves de la Font del Ferro (Castellolí)	BC
27 (2º informe)	Jaciment paleontològic del Bruc (Castellolí)	BC
10 (2º informe)	Jaciment del Cingle del Colze (El Bruc)	ZEA
28	Can Mata (El Bruc)	ZEA
27	Polígon Barcelonès (Abrera)	BC

- Vías pecuarias

Existen tres vías pecuarias en el ámbito de estudio, que se corresponden con las veredas:

- Cams de Sant Jaume
- Cams de Mediona al Bruc
- La Carral-Camr ral d'Aragon

Todas ellas pertenecen al término municipal de Piera, y se hallan fuera de la trayectoria del trazado.

Proyecto de actuaciones preventivas, protectoras y correctoras

En el anejo de integración ambiental se describen las medidas previstas para reducir o eliminar los efectos ambientales negativos significativos que pueda causar el Anteproyecto objeto de estudio.

En primer lugar, se detallan las medidas preventivas de carácter general:

- Vigilancia ambiental.
- Programación de las tareas ambientales y la actividad de obra.
- Restricciones a la ubicación de instalaciones auxiliares, préstamos y vertederos, temporales o permanentes.
- Evitar la apertura de nuevos caminos de obra.

A continuación, se presenta la tabla resumen en la que se establece la correspondencia entre los elementos medio potencialmente afectados y las actuaciones preventivas y correctoras previstas.

ELEMENTO	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS ADOPTADAS
CALIDAD DEL AIRE	Medidas preventivas a realizar durante las operaciones de carga y descarga, movimientos de maquinaria y personal de obra Medidas de diseño de la infraestructura para su adaptación al cambio climático
CALIDAD ACÚSTICA	Medidas generales para minimizar las emisiones por ruido producidas por la circulación de vehículos y los trabajos con maquinaria pesada Instalación de pantallas acústicas en aquellos puntos en que se superen los umbrales máximos de ruido marcados por la Ley, según el estudio realizado
CALIDAD LUMÍNICA	Medidas de colocación de luminarias en fase de obras Requerimientos a cumplir por los elementos de iluminación en fase de explotación
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Control de la superficie de ocupación Control de los movimientos de tierras Acondicionamiento de las nuevas formas del relieve
EDAFOLOGÍA	Replanteo y señalización Cerramiento temporal rígido Limitación temporal de la ocupación Ocupación de las instalaciones y elementos auxiliares Reducción del riesgo de erosión sobre los suelos Gestión de la tierra vegetal Regeneración de suelos Prevención de la contaminación de los suelos Tratamiento de suelos contaminados
HIDROLOGÍA, HIDROMORFOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	Medidas en zonas de instalaciones Control de vertidos Filtros de sedimentos y sistemas de control de arrastres Balsa de decantación en viaductos Tratamiento y gestión de residuos Gestión de aguas residuales y vertidos Medidas de protección de las aguas subterráneas
VEGETACIÓN	Prospección florística Minimización de las superficies de ocupación proyectadas Establecimiento de zonas excluidas Elaboración y ejecución de Plan de prevención y extinción de incendios Señalización y cerramiento de la ocupación del trazado (incluidas instalaciones auxiliares y accesos) Riegos de control de emisión de polvo y partículas. Restauración de la zona alterada utilizando especies autóctonas propias de las series de vegetación definidas en la zona Trasplantes de especies arbóreas o arbustivas de flora protegida Colecta de germoplasma (semillas, esquejes, tubérculos) y propagación de especies herbáceas de flora protegida Eliminación de especies exóticas invasoras Medidas destinadas a minimizar la propagación de especies invasoras Restauración ecológica del doble de la superficie de HIC afectados

ELEMENTO	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS ADOPTADAS
ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS	Definición de zonas de exclusión para la ubicación de instalaciones auxiliares de obra temporales y permanentes Medidas de prevención y corrección descritas para los demás elementos del medio Marcado individual del arbolado durante el jalonamiento Limitación al cronograma de obras. Minimización del efecto barrera. En la restauración de los hábitats de interés comunitario afectados, se tendrá en cuenta el trabajo "Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario"
FAUNA	Control de la superficie de ocupación Adaptación del cerramiento perimetral de la infraestructura para jabalí Medidas protectoras para quirópteros Instalación de dispositivos de escape Medidas de permeabilidad faunística Pantallas anticolidión en viaductos Control de vertidos Prospección de fauna
PATRIMONIO CULTURAL	Prospecciones arqueológicas previas Incorporación de todos los elementos de patrimonio cultural a la cartografía de Proyecto Seguimiento arqueológico intensivo Balizamiento perimetral de elementos patrimoniales Documentación de elementos afectados directamente por las obras Medidas específicas concretas para los principales elementos patrimoniales afectados: evitar afecciones, delimitar yacimientos, excavaciones, documentación exhaustiva, etc.
VÍAS PECUARIAS	-
PAISAJE	Criterios para la restauración vegetal Criterios para la integración paisajística de las obras y de las medidas correctoras Criterios para el mantenimiento de la vegetación implantada y zonas restauradas
POBLACIÓN	Aprobación de un plan de emergencia en el que se valoren las situaciones de riesgo y las medidas a desarrollar en caso de accidente y de incidente Restitución de servidumbres y mantenimiento de la permeabilidad territorial y reposición de servicios Señalización y ejecución de un plan de rutas durante las obras Compensación económica de los propietarios expropiados
PRODUCTIVIDAD SECTORIAL	Control de la superficie de ocupación Control de los movimientos de maquinaria
CONSUMO DE RECURSOS	La minimización de este impacto se lleva a cabo, principalmente, a nivel de proyecto constructivo por lo que no es necesario proponer medidas específicas para fase de construcción
GENERACIÓN DE RESIDUOS	Limpieza general de todas las zonas de actuación Gestión de residuos de construcción y demolición Buenas prácticas en la gestión de los residuos de obra

Programa de vigilancia ambiental

Durante las obras y el periodo de garantía se prevé la realización de una serie de controles con objeto de verificar el cumplimiento y la eficacia de las medidas previstas.

Las actuaciones de vigilancia ambiental se desarrollarán durante toda la duración de las obras y durante los tres años siguientes al Acta de Recepción de la obra.

El control se llevará a cabo mediante el seguimiento de indicadores que proporcionan la forma de comprobar, en la medida de lo posible, de manera cuantificada y simple, la realización de las medidas previstas y sus resultados.

4.21. EXPROPIACIONES

En el *“Anteproyecto y Estudio de Viabilidad de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada - Martorell. P.K. 550,6 al P.K. 585,5”* se realiza una valoración previa sobre las parcelas y clasificación de los bienes o derecho a expropiar.

El área de estudio abarca los términos municipales de:

ANOIA:

- Jorba
- Òdena
- Igualada
- Castellolí
- El Bruc
- Els Hostalets de Pierola

BAIX LLOBREGAT:

- Collbató
- Esparreguera
- Abrera
- Martorell

4.21.1. Metodología

Se expropia el pleno dominio de las superficies que constituyan la zona de dominio público, los terrenos ocupados por las propias carreteras del Estado, sus elementos funcionales y una franja de terreno a cada lado de la vía de 8 metros de anchura en autopistas y autovías y de 3 metros en carreteras convencionales, carreteras multicarril y vías de servicio, medidos horizontalmente desde la arista exterior de la explanación y perpendicularmente a dicha arista.

A efectos de cumplir el artículo 29 de la Ley de Carreteras, se adopta el criterio de medir 10 m desde la arista exterior de la explanación (en lugar de 8 m, como establece la Ley desde el borde de cuneta) para estimar el límite de expropiación, con objeto de tener en cuenta la ocupación adicional de las cunetas de guarda y de pie de terraplén (8 m de zona de dominio público + 1 m de cuneta + 1 m de separación entre el límite del terraplén o desmonte y el borde interior de la cuneta).

La fijación de la línea perimetral de la expropiación con relación a la arista exterior de la explanación queda estrictamente definida en los planos.

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

Estas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable, en función de la naturaleza u objeto de la correspondiente servidumbre.

En el presente anteproyecto, se establecen servidumbres derivadas de la reposición de servicios afectados de abastecimiento, saneamiento, alumbrado, electricidad, gas y telefonía.

Se definen de este modo aquellas franjas de terrenos que resultan estrictamente necesarios 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 ejecución de las mismas.

Dichas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable según las características de la explanación, la naturaleza del terreno y del objeto de la ocupación. Dichas zonas de ocupación temporal se utilizarán, entre otros usos, principalmente para instalaciones de obra, acopios de tierra vegetal, depósitos de materiales y en general para todas cuantas instalaciones o cometidos sean necesarios para la correcta ejecución de las obras contempladas.

Se realiza un estudio de los distintos tipos de terrenos afectados atendiendo al uso catastral del suelo. Una vez definidos los tipos de usos y aprovechamientos que aparecen en los terrenos incluidos en el área de estudio, se procederá a confeccionar los cuadros explicativos correspondientes.

4.21.2. Superficies afectadas

Las superficies afectadas por término municipal y tipo de afección son las que se relacionan a continuación:

TÉRMINOS MUNICIPALES	EXPROPIACIÓN	SERVIDUMBRE	OCUPACIÓN TEMPORAL
ABRERA	36.636	825	250
CASTELLOLÍ	428.115	12.930	2.100
COLLLBATÓ	269.225	4.849	854
EL BRUC	325.116	15.333	5.340
ELS HOSTALETS DE PIEROLA	199.018	4.067	1.725
ESPARREGUERA	229.261	9.608	1.380
IGUALADA	4.081	187	17
JORBA	55	0	0
MARTORELL	819	0	0
ÓDENA	825.128	12.052	1.562

USOS DEL SUELO POR TÉRMINO MUNICIPAL (m²)

TÉRMINOS MUNICIPALES	Dominio público	Huerta regadío	Improductivo	Labor o labradío regadío	Labor o Labradío seco	Monte bajo	Olivos seco	Pastos	Pinar maderable	Frutales seco	Viña seco	Árboles de ribera	Almendra seco	Deportivo	Industrial	Residencial	Suelo sin edif.	Almacén, Estac.
ABRERA	11.717	7	240	0	3.047	1.476	0	0	4.223	0	0	0	966	0	11.699	257	4.079	0
CASTELLOLÍ	14.326	1.020	4.831	1.473	245.894	41.501	0	11.871	71.937	0	2.229	0	44.452	11	47	257	3.296	0
COLLLBATÓ	37.932	0	19.332	0	19.398	9.672	60.045	16.638	76.784	12	0	4.764	20.382	0	0	0	9.969	0
EL BRUC	46.218	0	1.590	0	2.725	93.582	0	70.799	110.457	1.996	0	1.278	0	0	12.823	136	3.529	656
ELS HOSTALETS DE PIEROLA	29.900	0	763	0	74.503	23.447	0	0	41.348	0	0	0	0	0	0	0	34.849	0
ESPARREGUERA	33.450	0	38.039	2.467	12.323	50.007	27.212	9.225	12.075	0	30.039	0	12.309	944	3.888	175	4.934	3.162
IGUALADA	2.196	0	11	0	553	420	0	0	225	0	0	0	0	0	0	0	880	0
JORBA	0	0	50	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MARTORELL	819	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÓDENA	282.010	4.273	9.654	0	271.033	145.015	6.750	7.379	71.396	0	0	0	41.203	0	0	29	0	0

4.21.3. Criterios de valoración

Para la valoración de los bienes y derechos afectados se aplicará la normativa legal vigente, en especial la contenida en el RD legislativo 7/2015, de 30 de octubre y el RD 1492/2011, de 24 de octubre, así como lo contenido en la Ley de Expropiación forzosa.

Se han adoptado los valores medios para cada tipo de aprovechamiento, comunes a todos los términos municipales afectados teniendo en cuenta los precios medios del entorno de la actuación, para el caso de suelos rústicos, en suelos urbanos, sin embargo, se ha tenido en cuenta para establecer los precios medios, la distancia a Barcelona de cada uno de los términos municipales incluidos en este anteproyecto.

TÉRMINOS MUNICIPALES	EXPROPIACIÓN	SERVIDUMBRE	OCUPACIÓN TEMPORAL	EDIFICACIONES AFECTADAS	TOTAL
ABRERA	2.208.566,50	65.118,00	3.604,00	0,00	2.277.288,50
CASTELLOLÍ	2.691.790,50	61.140,60	1.403,60	261.050,00	3.015.384,70
COLLBATÓ	2.831.778,10	12.024,42	622,20	0,00	2.844.424,72
EL BRUC	2.524.561,00	216.429,30	1.804,66	4.071.200,00	6.813.994,96
ELS HOSTALETS DE PIEROLA	3.953.530,00	99.255,90	6.118,65	0,00	4.058.904,55
ESPARREGUERA	2.855.835,50	90.796,80	2.364,50	322.320,00	3.271.316,80
IGUALADA	102.127,50	175,20	8,50	0,00	102.311,20
JORBA	29,00	0,00	0,00	0,00	29,00
MARTORELL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ÓDNA	2.933.728,00	39.439,20	706,40	22.650,00	2.996.523,60
					25.380.178,03 €
30% IMPREVISTOS					7.614.053,41 €
TOTAL					32.994.231,44 €

POR ÚLTIMO Y MUY ESPECIALMENTE HA DE SIGNIFICARSE DE MODO EXPRESO, QUE LAS CANTIDADES DETERMINADAS ANTERIORMENTE SON EXCLUSIVAMENTE PARA USO Y CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN, Y QUE NECESARIA E INELUDIBLEMENTE HABRÁN DE AJUSTARSE Y CONCRETARSE, DE CONFORMIDAD CON EL MANDATO Y JURISPRUDENCIA CONSTITUCIONAL, EN CADA CASO Y PARA CADA FINCA AFECTADA, EN EL PRECEPTIVO EXPEDIENTE EXPROPIATORIO QUE FORZOSA Y NECESARIAMENTE HABRÁ DE INCOARSE.

4.22. AFECCIONES AL TRÁFICO

El estudio de afección al tráfico tiene por objeto estudiar las conexiones y desvíos provisionales a realizar en las distintas actuaciones a realizar en el tramo de autovía analizado en el presente "Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación del corredor Nordeste. Tramo: Igualada-Martorell", a efecto de dar solución a la continuidad del tráfico mientras se ejecutan las distintas obras de mejora.

Para conseguir ese objetivo, primero se enumeran las distintas actuaciones a realizar junto con su ubicación en el trazado, para así poder definir las fases de obra de que constará cada actuación, así como sus correspondientes desvíos y señalización de obra necesaria.

4.22.1. Actuaciones a realizar

A grandes rasgos, las diferentes actuaciones a realizar, clasificadas según el tipo de actuación a realizar, son:

- Cambio de la sección transversal actual por una nueva sección de tres carriles por sentido, incluyendo las remodelaciones de accesos y vías de servicio necesarias.
- Extendido en todo el ancho de la calzada 3 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11 B con betún modificado con polímeros tipo PBM 45/80 65, previo extendido de un riego de adherencia modificado.
- Adecuación de peraltes.
- Ampliación del radio de curvatura de alguna curva, con la correspondiente modificación en planta del trazado de acuerdo a la Norma 3-1 IC "Trazado".
- Variantes de trazado:
 - Variante de Can Palà y Castellolí.
 - Variante de los viaductos del Bruc.
 - Variante de Collbató
- Túneles del Bruc:
 - Tercer tubo sentido Lleida de 3 carriles
 - Los dos tubos existentes se utilizarán en sentido Barcelona, por lo que el tubo sentido Lleida (tubo 2) cambiará de sentido. Ambos se quedarán con dos carriles.
 - La sección del tubo sentido Barcelona (tubo 1), que en la actualidad tiene 3 carriles, pasará a tener en 2 modificando la sección transversal y aumentando el ancho de las aceras, sin necesidad de hacer trabajos adicionales. Será necesario renovar alguna de sus instalaciones.
 - En el sentido Lleida actual, como se ha mencionado cambia de sentido y se mantiene con 2 carriles. Está previsto realizar un revestimiento de hormigón armado y la actualización o cambio de alguna de sus instalaciones.

En los siguientes cuadros se ve qué secciones son las existentes actualmente en el trazado de la Autovía A-2 en el tramo entre Igualada y Martorell, referenciado a los puntos kilométricos del proyecto, para conocer en qué zonas se deberá realizar la ampliación del tercer carril y en qué sentido.

CALZADA DERECHA (Sentido Barcelona)					
P.K. ini	P.K. final	Longitud (m)	Nº Carriles actuales en calzada	Nº Carriles proyecto	Actuación a realizar
550+600	551+234	634	2	2	Renovación del firme
551+234	552+400	1.166			Modificación de radio en curva
552+400	552+500	100	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
552+500	552+700	200	3	4	Ampliación de 3 a 4 carriles
552+700	553+510	810			Modificación de radio en curva
553+510	553+700	190	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
553+700	553+900	200	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
553+900	554+000	100	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
554+000	555+090	1.090			Modificación de radio en curva
555+090	555+780	690	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
555+780	556+500	720	2	4	Ampliación de 2 a 4 carriles
556+500	556+725	225	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
556+725	562+225	5.500			Variante de trazado
562+225	562+600	375	3	4	Ampliación de 3 a 4 carriles
562+600	563+100	500	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
563+100	563+734	634			Modificación de radio en curva
563+734	564+000	266	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
564+000	565+110	1.110	3	3	
565+110	565+630	520	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
565+630	568+200	2.570			Variante de trazado
568+200	569+100	900	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
569+100	569+800	700	2	3	Demolición carril int.+Amp. 2 carril ext.
569+800	575+300	5.500			Variante de trazado
575+300	578+600	3.300	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
578+600	579+470	870	2	4	Ampliación de 2 a 4 carriles
579+470	581+210	1.740			Modificación de radio en curva
581+210	582+250	1.040	2	3	Demolición carril int.+Amp. 2 carril ext.
582+250	582+570	320	2	5	Ampliación de 2 a 5 carriles
582+570	583+050	480	3	5	Ampliación de 3 a 5 carriles
583+050	583+500	490	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)

CALZADA IZQUIERDA (Sentido Lleida)					
P.K. ini	P.K. final	Longitud (m)	Nº Carriles actuales en calzada	Nº Carriles proyecto	Actuación a realizar
550+600	550+750	150	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
550+750	550+900	150	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
550+900	552+400	1.500			Modificación de radio en curva
552+400	552+700	300	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
552+700	553+510	810			Modificación de radio en curva
553+510	554+000	490	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles

CALZADA IZQUIERDA (Sentido Lleida)					
P.K. ini	P.K. final	Longitud (m)	Nº Carriles actuales en calzada	Nº Carriles proyecto	Actuación a realizar
554+000	555+090	1.090			Modificación de radio en curva
555+090	555+460	370	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
555+460	556+270	810	2	4	Ampliación de 2 a 4 carriles
556+270	556+500	230	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
556+500	556+725	225	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
556+725	562+225	5.500			Variante de trazado
562+225	563+100	875	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
563+100	563+734	634			Modificación de radio en curva
563+734	564+025	291	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
564+025	564+905	880	2	3	
564+905	565+245	340	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
565+245	565+630	385			Modificación de radio en curva
565+630	568+200	2.570			Variante de trazado
568+200	568+800	600	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
568+800	569+800	1.000	3	3	Amp. de 3 a 3 carriles+Mod. Radio
569+800	575+300	5.500			Variante de trazado
575+300	576+970	1.670	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
576+970	577+370	400	3	4	Ampliación de 3 a 4 carriles
577+370	577+770	400	3	5	Ampliación de 3 a 5 carriles
577+770	578+320	550	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
578+320	579+176	856	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
579+176	579+470	294	2	4	Ampliación de 2 a 4 carriles
579+470	581+210	1.740			Modificación de radio en curva
581+210	582+138	928	2	3	Ampliación de 2 a 3 carriles
582+138	582+548	410	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)
582+548	583+348	800	3	5	Ampliación de 3 a 5 carriles
583+348	583+500	192	3	3	Ampliación de 3 a 3 carriles (arcén)

En los tramos de autovía en los que se realice otra actuación (variante, tramo de túnel o modificación de radio de curva) que supondrá la ejecución de un nuevo trazado en planta, no será necesario llevar a cabo la ampliación del tercer o cuarto carril, ya que la nueva Autovía A-2 discurrirá por otro trazado completamente nuevo y ya se ejecutará con la sección adecuada.

4.22.2. Esquemas de circulación asociados

A continuación, se indican para las principales actuaciones a realizar los esquemas de circulación asociados a las fases constructivas descritas con más detalle en el anejo Nº22 Afección al tráfico:

4.22.2.1. Ampliación de calzada

Esta actuación engloba el cambio de sección transversal (ampliación de calzada propiamente) y la renovación del firme, ya que su ejecución es casi simultánea.

Actualmente, en la totalidad del tramo de autovía objeto de Anteproyecto, las calzadas existentes son de 2 o 3 carriles, mientras que, en el futuro trazado, habrá 3 o 4 carriles, dependiendo del tramo. Así, se divide esta actuación según las diferentes ampliaciones a realizar, que son:

- Cambio de sección de 2 a 3 carriles
- Cambio de sección de 3 a 3 carriles (ampliación de arcenes)
- Cambio de sección de 2 a 4 carriles
- Cambio de sección de 3 a 4 carriles
- Cambio de sección de 3 a 5 carriles

En las siguientes tablas se indican los esquemas de señalización tomados de los ejemplos del Manual de ejemplos de señalización de obras fijas, que corresponden a cada una de las fases descritas anteriormente:

Ampliación de 2 a 3/4 carriles		
FASE	Esquema	Manual de ejemplos de señalización de obras fijas
1	3.4	Calzada con 2 carriles por sentido con mediana, con obras en la mediana
2, 3 y 4	3.3	Doble calzada con dos carriles con mediana, con la zona de obra ocupando arcén y parte del carril derecho
5, 6 y 7	3.3 mod	Doble calzada con dos carriles con mediana, con la zona de obra ocupando arcén interior y parte del carril izquierdo
8 y 9	3.7	Doble calzada con dos carriles con mediana, con obras ocupando la toda la calzada

Ampliación de 3 a 3/4/5 carriles		
FASE	Esquema	Manual de ejemplos de señalización de obras fijas
1, 2 y 3	3.10	Doble calzada con tres carriles con mediana, con la zona de obra en la mediana
1, 2 y 3	3.13.1	Doble calzada con tres carriles con mediana, con la zona de obra ocupando arcén y el carril derecho
4 y 5	3.13.1 parcial	Doble calzada con tres carriles con mediana, con la zona de obra ocupando con la zona de obra ocupando arcén interior y el carril izquierdo
6 y 7	3.17	Doble calzada con tres carriles con mediana, con obras ocupando la toda la calzada

4.22.2.2. Modificación de radio en curvas

Las obras a ejecutar para la ampliación de radios se dividen en 3 fases:

▪ **FASE 1:**

Durante esta fase, se mantiene la circulación por las dos calzadas existentes, construyendo la nueva calzada interior de la curva. Los puntos críticos serán las 2 conexiones con la calzada existente, y para llevarla a cabo se invadirá el arcén existente, por lo que se deberá señalizar siguiendo el caso D-2 o D-5 de la Instrucción 8.3-IC "Señalización de obras".

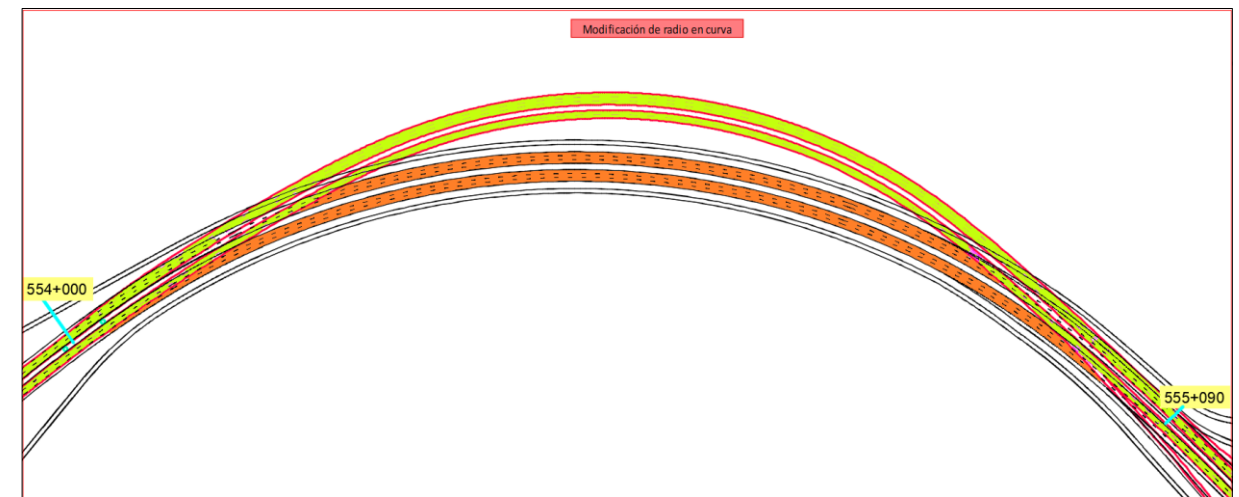


Fig. 1. MOD-RAD-Nº3. Fase I

▪ **FASE 2:**

En esta fase se da la circulación en un sentido a través de la calzada interior de la variante (construida en la Fase 1) y se mantiene el tráfico de la calzada exterior por la calzada existente. De este modo se puede construir la nueva calzada exterior. Al igual que en la Fase 1, los puntos críticos son los puntos de enlace del nuevo trazado con el actual, que se señalizarán según lo que corresponde a vías de doble calzada con mediana con dos o tres carriles por sentido y obstáculo ubicado en la mediana (caso D-4) u obstáculo en el arcén interior (D-3). Estos casos se balizarán igual que en el caso de obstáculo en el arcén exterior, pero por el carril interior; por lo cual, el balizamiento será igual al de su fase precedente pero ubicado en el interior de la calzada. Este tipo de balizamiento, también se ha usado en las fases 5, 6 y 7 de la ampliación de calzada en el caso de 2 a 3 carriles.

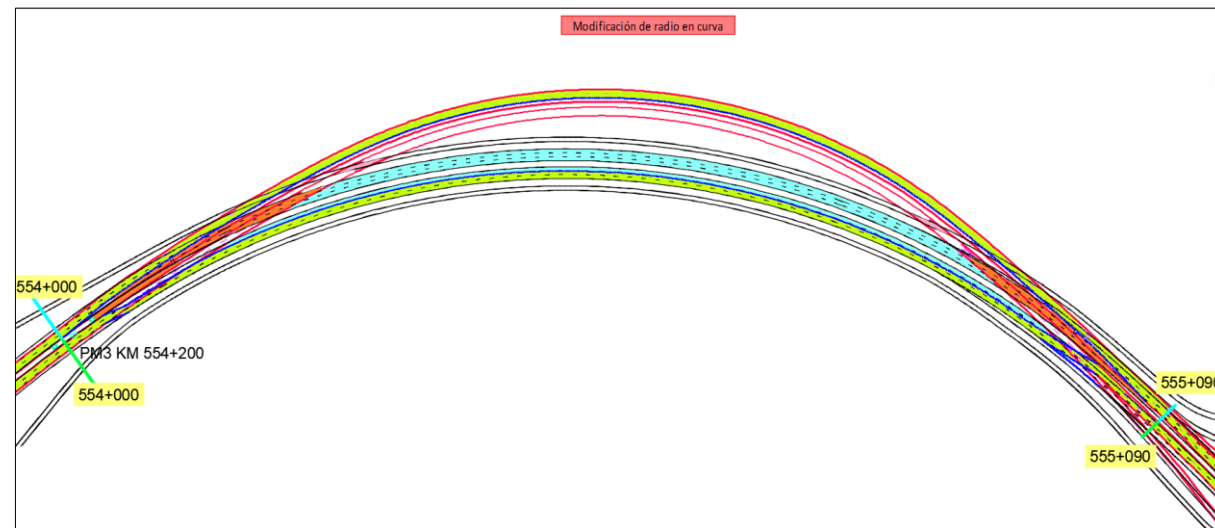


Fig. 2. MOD-RAD-Nº3. Fase II

▪ **FASE 3:**

Por lo general, en esta fase se van a efectuar las demoliciones de los tramos de la calzada existente que quedan fuera de uso.

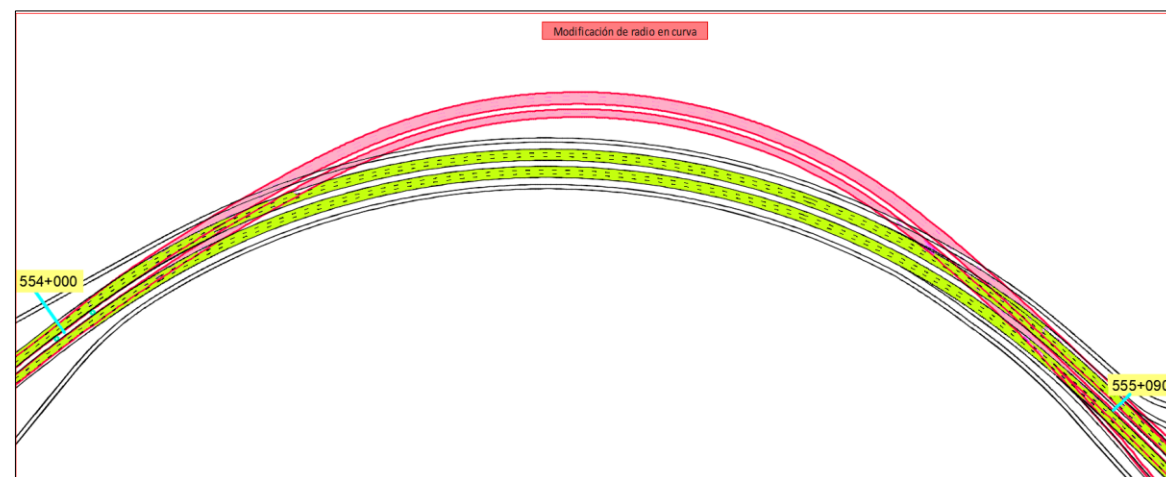


Fig. 3. MOD-RAD-Nº3. Fase III

4.22.2.3. Variantes de trazado

Las variantes a realizar en el trazado actual de la Autovía A-2 en el tramo objeto de Anteproyecto se considera una actuación del mismo ámbito que una ampliación de radio de curva, ya que los únicos puntos conflictivos serán las uniones del nuevo trazado con el actual. Éstas, que se realizarán con el mismo procedimiento constructivo, por lo que se deberán señalar y balizar igual, ocupando la mínima superficie posible del actual trazado.

4.22.2.3.1. Variante de can Palà y Castellolí

La forma de proceder para su ejecución será tal que se construirá primeramente el tronco en su totalidad incluyendo el enlace del P.K. 556+725 y el del P.K. 562+225. Después, una vez ejecutado todo el tronco del nuevo trazado, se dispondrá a construir las uniones con el trazado existente, debiéndose poner un correcto balizamiento y señalización según lo especificado anteriormente.

4.22.2.3.2. Variante de viaductos del Bruc

Al igual que la anterior variante, para su ejecución se procederá de tal modo que inicialmente se realice la totalidad del eje de la variante, incluyendo el viaducto de la Cova del Sol, el de Cal Mata y el de la Cova así como el acceso/salida del punto kilométrico KM 567+700. Una vez realizado todo el eje del nuevo trazado, se procederá a ejecutar los enlaces con la actual autovía, señalizándose según lo descrito en las ampliaciones de radios de curva.

4.22.2.3.3. Variante de Collbató

En la tercera variante, al igual que en las anteriores variantes se ejecutará en primer lugar la mayor parte del trazado que no presenta afección con la actual autovía, incluyendo los viaductos de Can Dalmases 1 y 2. Una vez finalizada esta fase, se procederá a ejecutar las conexiones con la actual autovía. En concreto, la conexión Oeste coincide con el enlace 571 El Bruc, mientras que en la conexión Este, además del tráfico del tronco de la autovía, se deberán garantizar la continuidad de los movimientos de los enlaces 575 de Collbató y 576 de Esparreguera con la actual autovía.

4.22.2.4. Túneles del Bruc

De las alternativas estudiadas, finalmente se ha optado por la construcción de un tercer tubo de 3 carriles sentido Lleida. Los dos túneles existentes se adaptan dotándoles a ambos de dos carriles y unificando el sentido de circulación hacia Barcelona y se proyecta un tercer tubo de tres carriles, sentido Lleida. En esta solución va a presentar una afección al tráfico mínima, ya que una vez ejecutado el tercer tubo se va a poder cortar cualquiera de los tubos existentes, que funcionarán en sentido Barcelona, desviando la circulación al otro.

A continuación se describen las fases constructivas:

FASE 1

Fase 1a:

Esta fase representa la construcción de la calzada 3 en su conjunto (autovía+túnel+falso túnel), al tiempo que se mantienen la circulación existente por la calzada 1 (3 carriles sentido Barcelona) y la calzada 2 (2 carriles sentido Lleida)

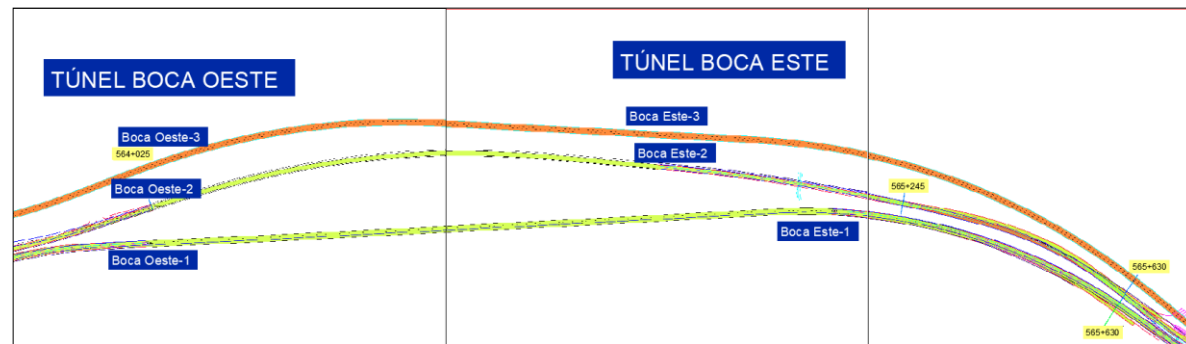


Fig. 4. Túneles del Bruc. Fase 1a

Fase 1b:

En esta subfase la circulación se mantiene por las calzadas existentes, mientras que en la tercera calzada, continuarán las obras de instalaciones en el interior de los túneles:

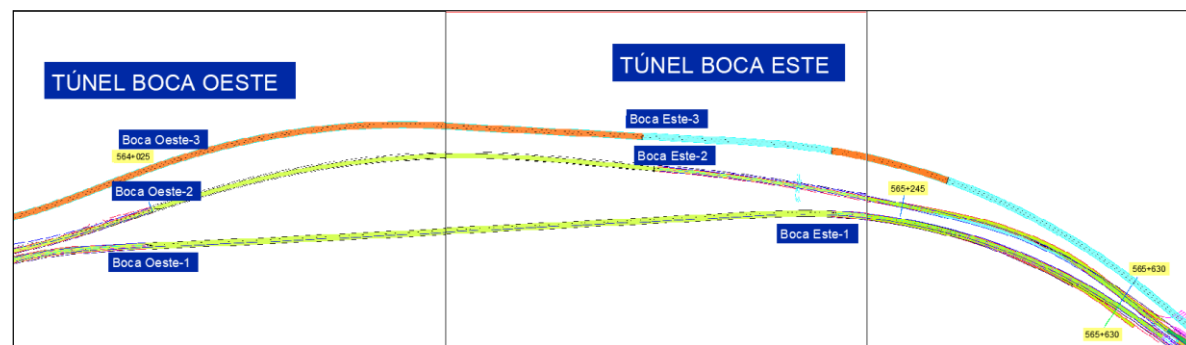


Fig. 5. Túneles del Bruc. Fase 1b

FASE 2

En la fase 2, una vez concluidas las obras de la calzada 3, se desvía el tráfico de la calzada sentido Lleida a la nueva calzada, mientras que en la calzada 2 se acometen las obras de remodelación y actualización de instalaciones, tanto en el interior como en el exterior del tubo 2, cuyo cierre es obligado debido a los trabajos de revestimiento previstos.

En el siguiente esquema se plasma gráficamente esta fase:

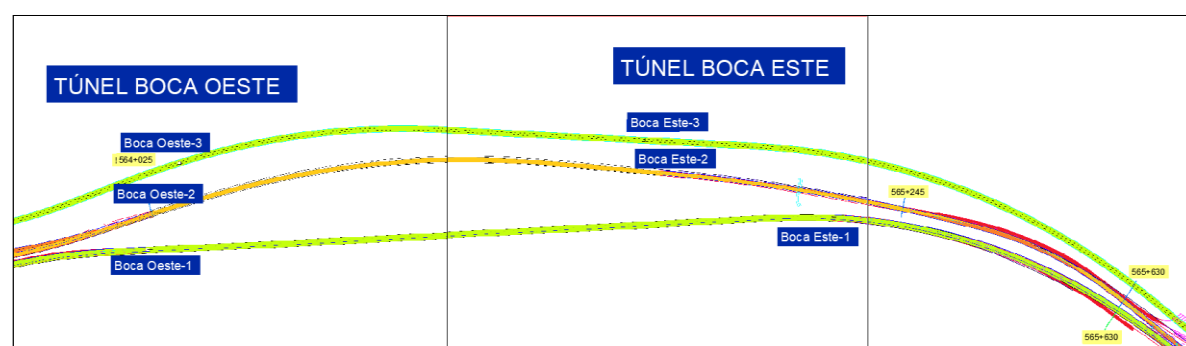


Fig. 6. Túneles del Bruc. Fase 2

FASE 3

Fase 3a

En esta subfase se corta el tráfico de la calzada 1 en sentido Barcelona para llevar a cabo las obras previstas y se desvía a la calzada 2 (actual sentido Lleida), que ya estaría acondicionada para funcionar en sentido Barcelona. Para el corte de la calzada se propone realizar el transfer a través del paso de mediana más cercano a la boca Oeste.

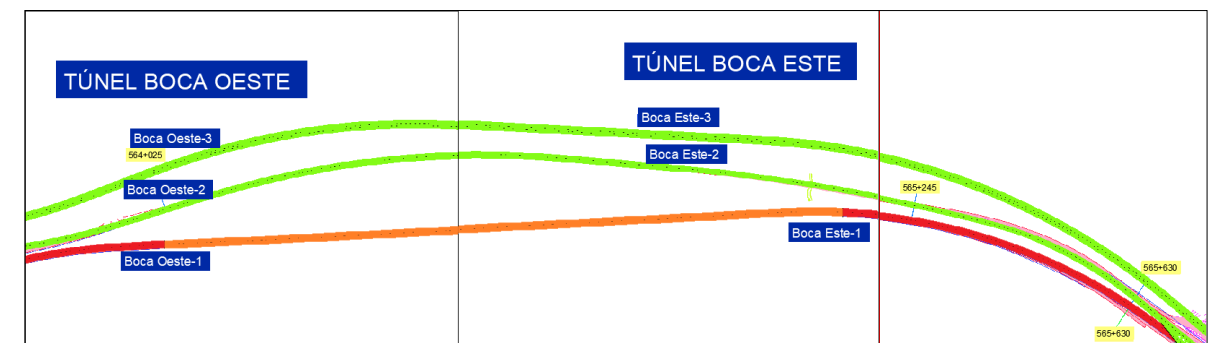


Fig. 7. Túneles del Bruc. Fase 3a

Fase 3b

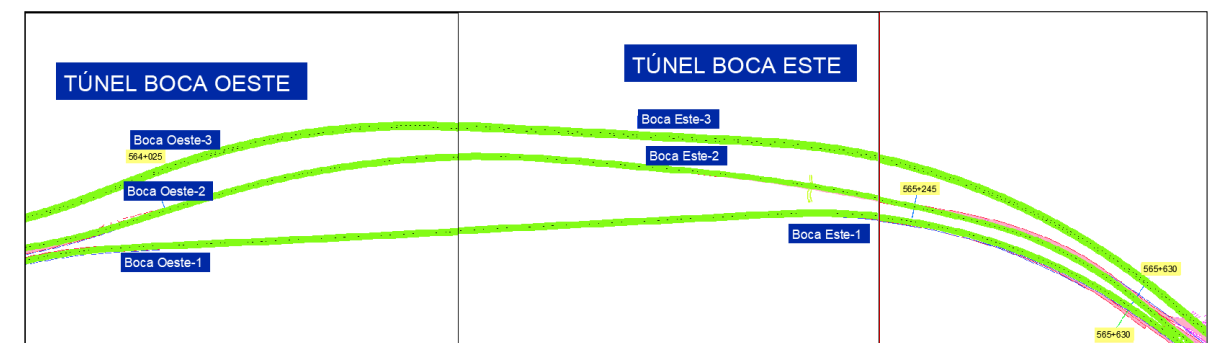


Fig. 8. Túneles del Bruc. Fase 3b

4.22.2.5. Enlaces

En el Anejo se han incluido las actuaciones a realizar y las fases constructivas particularizadas para cada uno de los enlaces. Algunos enlaces se analizaron de forma conjunta a otras actuaciones del tronco como ampliaciones de radio o la ejecución de variantes y otros se han analizado de forma independiente.

4.23. PLAN DE ACTUACIONES

Se presenta en el Anejo 21, *Plan de actuaciones*, una propuesta de planificación de la ejecución de las obras del Anteproyecto, en cumplimiento del Artículo 233 de la Ley de contratos del sector público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las directivas del parlamento europeo y del consejo, 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, de 26 de octubre de 2017.

Teniendo en cuenta que lo más probable es que la futura ejecución de las obras se desarrolle a través de varios proyectos de construcción, se ha realizado una propuesta de división del Anteproyecto en 5 proyectos. Son los siguientes:

Proyecto 1: del P.K. 550+600 al P.K. 556+830. Long. 6.230 m

Proyecto 2: del P.K. 556+830 al P.K. 561+940. Long. 5.110 m

Proyecto 3: del P.K. 561+940 al P.K. 569+390. Long. 7.450 m

Proyecto 4: del P.K. 569+390 al P.K. 575+980. Long. 6.590 m

Proyecto 5: del P.K. 575+980 al P.K. 583+500. Long. 7.520 m

A continuación, se refleja el presupuesto estimado para cada uno de los proyectos, así como la duración estimada en el Anejo:

	Presupuesto	Duración
Proyecto 1	48.548.286,71 €	24 meses
Proyecto 2	71.546.995,97 €	24 meses
Proyecto 3	123.133.154,79 €	36 meses
Proyecto 4	48.289.175,60 €	30 meses
Proyecto 5	77.725.598,30 €	36 meses

4.24. ESTUDIO DE RENTABILIDAD

El desarrollo de los cálculos de rentabilidad económica se ha realizado con base en el documento "Recomendaciones para la evaluación económica, Coste-Beneficio, de estudios y proyectos de carreteras" publicado con fecha de octubre de 1990 por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (M.O.P.T.M.A.) y su última actualización de parámetros del año 2010. En dicho documento se indican las pautas teóricas y valores más relevantes de la evaluación económica de proyectos de carreteras.

Además, se han seguido las indicaciones de los siguientes documentos técnicos:

- "Nota de Servicio 3/2014 sobre prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los estudios de rentabilidad de los estudios informativos o anteproyectos, de la Subdirección General de Estudios y Proyectos", del Ministerio de Fomento, con fecha de abril de 2014.
- "The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB", del Banco Europeo de Inversiones, con fecha de marzo de 2013.

- "Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects", de la Comisión Europea, con fecha de diciembre de 2014.

El cálculo de la rentabilidad se basa en la diferencia de costes entre la situación base y la alternativa planteada. Se distinguirán en el proyecto dos tipos de costes: los de proyecto y los de transporte.

Una vez calculados los costes de proyecto y los de transporte, se agregan todos los costes del escenario con proyecto y se comparan con el escenario base, obteniendo mediante la diferencia de ambos, el flujo de beneficios / costes que constituye la base del cálculo de los indicadores de rentabilidad económica del proyecto, tales como Valor Actualizado Neto (VAN), relación coste-beneficio (B/C), Período de Recuperación de la inversión (PRI) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

4.24.1. Marco de partida

HORIZONTE TEMPORAL

Se ha contemplado un horizonte temporal de 24 años, considerando 3 años de ejecución de obras y el resto de explotación.

Todos los valores monetarios quedan referidos al año 2019 (precios constantes).

TASA SOCIAL DE DESCUENTO

Para la evaluación del presente proyecto se ha elegido utilizar una tasa de descuento del 3,0% de acuerdo con la recomendación de la Guía para el análisis coste-beneficio de la Comisión Europea para el periodo 2014-2020.

4.24.2. Análisis de costes

4.24.2.1. Costes de proyecto

Con base en las indicaciones dadas por el Banco Europeo de Inversiones en su manual "The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB", se ha utilizado un coeficiente corrector de mercado del 92%, el cual se aplicará sobre todos los costes del proyecto (inversiones y conservación de la calzada).

Se consideran costes de proyecto los siguientes conceptos.

- **Costes de Inversión**

El presupuesto de inversión considerado para cada una de las actuaciones en el análisis socioeconómico es aquel observado en el Anejo 25 Presupuesto de Inversión, por un importe de **478.249.088€** (iva no incluido), el cual se verá corregido por el coeficiente corrector de mercado, salvo las expropiaciones.

	Ampliación A2 Tramo Igualada-Martorell
Presupuesto de Ejecución Material	369.243.211 €
Gastos Generales	48.001.617 €
Beneficio Industrial	22.154.593 €
Presupuesto base de licitación SIN IVA	439.399.422 €
Patrimonio Histórico Español	5.538.648 €
Programa de Vigilancia Ambiental	316.787 €
Expropiaciones	32.994.231 €
Presupuesto de Inversión	478.249.088 €

Siguiendo las indicaciones de la Nota de Servicio, se ha considerado un 3,75% adicional correspondiendo a un 2% del presupuesto de licitación al coste de redacción del proyecto constructivo y el 1,75% al coste de Asistencia Técnica a la Dirección de Obra.

No se han evaluado los costes de interrupción que pudieran derivarse de la construcción.

Se ha estimado que la inversión para la ejecución de las obras se va a acometer en 36 meses, tal y como indica el Anejo 21. Plan de Actuaciones, con un reparto del 15,18% el primer año, un 50,76% el segundo año, y un 34,06% el tercero.

- **Costes de operación y mantenimiento**

- Carreteras de dos calzadas

- Rehabilitación: 279.783 €/km cada 8 años
- Conservación: 2.797 €/km el 1er año, creciendo linealmente hasta duplicarse en el séptimo año. Tras ello, en el octavo año se adopta de nuevo el coste del 1er año y crece linealmente hasta duplicarse en el decimocuarto año; y así sucesivamente durante todo el periodo de análisis.

- Carreteras de dos calzadas, con tres carriles por sentido

- Rehabilitación: 419.674 €/km cada 8 años
- Conservación: 4.896 €/km el 1er año, creciendo linealmente hasta duplicarse en el séptimo año. Tras ello, en el octavo año se adopta de nuevo el coste del 1er año y crece linealmente hasta duplicarse en el decimocuarto año; y así sucesivamente durante todo el periodo de análisis.

- Carreteras de dos calzadas, con cuatro carriles por sentido

- Rehabilitación: 559.566 €/km cada 8 años
- Conservación: 6.995 €/km el 1er año, creciendo linealmente hasta duplicarse en el séptimo año. Tras ello, en el octavo año se adopta de nuevo el coste del 1er año y crece linealmente hasta duplicarse en el decimocuarto año; y así sucesivamente durante todo el periodo de análisis.

- Carreteras de dos calzadas, con cinco carriles por sentido

- Rehabilitación: 699.458 €/km cada 8 años
- Conservación: 9.093 €/km el 1er año, creciendo linealmente hasta duplicarse en el séptimo año. Tras ello, en el octavo año se adopta de nuevo el coste del 1er año y crece linealmente hasta duplicarse en el decimocuarto año; y así sucesivamente durante todo el periodo de análisis.

4.24.2.2. Costes de transporte

Costes de Funcionamiento de los Vehículos

Amortización

La Nota de Servicio 3/2014 propone tomar como referencia la siguiente fórmula para estimar la amortización por kilómetro de los turismos:

$$C_{amort} = \frac{P_{adquisición}}{\text{Kilómetros vida útil}}$$

Los costes de amortización diferenciados por turismos y vehículos pesados ajustados al año 2019 son de 0.057 €/Km y 0.060 €/Km respectivamente.

Mantenimiento y Conservación

Para vehículos ligeros se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Coste conservación y mantenimiento} = K v^{-0,44} \text{ (€/veh.km)}.$$

El coeficiente K adquiere el valor de 0,335 €/km para vehículos ligeros. En el caso de los vehículos pesados, el coste de mantenimiento por kilómetro se obtiene por un valor promedio actualizado de 0,14 €/km.

Consumo de Combustibles

Las fórmulas utilizadas son las siguientes, con una pendiente media de 1,5%.

- Vehículo ligero $C = 117.58 - 1.76 v + 0.0121 v^2 + 24.09 p - 0.47 v p + 0.00474 v^2 p$
- Vehículo pesado $C = 388.18 - 7.32 v + 0.07 v^2 + 101.28 p + 0.0199 v p + 0.00785 v^2 p$

Los precios de los combustibles que se han considerado son 0,606 €/litro de gasolina sin plomo y 0,633€/litro de gasóleo de automoción, tomándose los datos a fecha de diciembre de 2019, que ofrece el Ministerio de Industria, Energía, Turismo y Agenda Digital.

Consumo de Lubricantes

El consumo de lubricantes está relacionado directamente con el consumo de combustibles y empíricamente responde al 1,2% del consumo de combustible en vehículos ligeros y 0,8% en pesados.

Se ha actualizado el valor indicado en la Nota de servicio con el IPC al año 2019 (clase carburantes y lubricantes 0722), resultando un precio por litro de lubricante en 4,97 €/l.

Gasto de Neumáticos

De acuerdo con la Nota de Servicio 3/2014, se ha seguido la formulación dada por la OCDE (1990) para hallar el coste de la reposición de los neumáticos:

$$C_{Neumáticos} = \frac{P_{Neto(neumático)}}{vida\ útil} * (0,804 + \frac{12,66}{v})$$

Se ha considerado un precio del juego de cuatro neumáticos de 285,7 € en vehículo ligero (precio de mercado para un juego de cuatro neumáticos de tipo 205-55 R16 91 V, el más utilizado en España según datos de la OCU), y de 3.611,70 € para un juego de seis neumáticos en vehículo pesado (estudio del Observatorio de costes de transporte de mercancías por carretera para un vehículo de 2 ejes de carga general).

Tiempo de Recorrido

El tiempo, como beneficio, es la consecuencia de las mejoras introducidas en la situación con proyecto sobre la situación actual y se calcula como una relación entre el tiempo invertido y el valor de este.

Los valores de referencia en la cuantificación del valor del tiempo se obtienen mediante la metodología utilizada en la Nota de Servicio 3/2014, que diferencia vehículos ligeros y pesados.

Respecto a vehículos ligeros, los datos de partida se toman del proyecto europeo HEATCO en el cual se valoran los tiempos de trabajo y ocio para el año 2002, los cuales han sido actualizados para el año 2019 (actualización con el IPC publicado por el INE a diciembre de 2019). La Nota de servicio 3/2014 utiliza los valores del automóvil para España a valor de PPA.

El reparto según motivo de viaje se extrae de la “Encuesta Movilia de las personas residentes en España 2006-2007” del Ministerio de Fomento, en la que se indica que el 43% de los desplazamientos distintos a los de la vuelta a la vivienda se deben a motivo de trabajo/estudio en día laborable. El valor del tiempo para vehículos ligeros resulta de 23,86€/hora.

En relación al valor del tiempo para vehículos pesados se toman los datos del mismo estudio HEATCO en relación a los ahorros de tiempo en España para mercancías ajustado por PPA. Según datos obtenidos del Observatorio del Transporte de Mercancías por Carretera en el documento “Oferta y demanda” de julio de 2019 y en el último estudio del Observatorio de costes de transporte de mercancías por carretera, de octubre 2019, se establece una carga media para vehículos pesados de

7,08 toneladas. El valor del tiempo para vehículos pesados actualizado a 2019 se establece en 32,91 €/h.

Seguridad viaria (accidentes)

En conformidad con el Anejo 07. Accidentalidad y Seguridad Vial, se han estimado los índices de peligrosidad y de mortalidad de la autovía A-2 en el tramo objeto de análisis en los últimos 5 años (2015-2019). En la tabla siguiente se muestran los promedios de los índices de peligrosidad y mortalidad:

Tabla 3. Promedio de los índices de mortalidad y peligrosidad. Periodo 2015-19

	Mortalidad	Peligrosidad
A-2 Tramo Igualada-Martorell	0,12	9,8

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al efecto de los accidentes, se considera que el coste de evitar una víctima mortal es de 1.580.318 € (CM) mientras que un herido es de 247.207 € (CH) según las indicaciones contenidas en el último de la DGT denominado “las principales cifras de siniestralidad en España 2018”. Dichos valores se han actualizado al año 2019 mediante la evolución del PIB per cápita.

Efectos ambientales

La nota de servicio 3/2014 aplica la metodología de la herramienta CO2TA para la evaluación de las emisiones de CO₂ del tráfico por carretera para monetizar el coste de emisión. La fórmula está basada en el consumo de carburante:

$$E_{CO2} = 44.011 \frac{Q}{12.011 + 1.008 r_{H/C}}$$

se obtiene un valor de emisión media de CO₂ por kilómetro de 0,0001569 toneladas de CO₂/km en turismos y de 0,0001538 toneladas de CO₂/km para vehículos pesados.

4.24.3. Resultados y conclusiones del análisis

A partir de las diferencias de costes, se calculan los flujos anuales de costes y beneficios, con los que se obtienen los ratios de rentabilidad.

Actualizando los costes y beneficios anuales al primer año de explotación, y utilizando una tasa para el descuento de flujos del 3,0%, se obtienen los indicadores de rentabilidad que se presentan a continuación.

Tabla 4. Indicadores de rentabilidad económica

V.A.N.	T.I.R.	B/C	P.R.I.
13.545.989 €	3,25%	1,03	Año 16

Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista del Coste-Beneficio, las actuaciones analizadas logran una TIR económica superior a la tasa de descuento utilizada (3%), por tanto, ofrecen un VAN positivo, asegurando con ello la rentabilidad del proyecto. La inversión se recupera dentro del periodo de análisis.

En el caso de aplicarse la hipótesis de reducción de los índices de mortalidad y peligrosidad de un 25%, tal y como se indicaba en el epígrafe de seguridad viaria, la TIR se vería incrementada hasta un valor de 4,93%.

Como conclusión final, y de acuerdo con lo expuesto en el desarrollo del estudio, se puede afirmar que el proyecto resulta rentable en términos económico-sociales, ya que presenta unos ratios de rentabilidad superiores al coste de oportunidad que tiene la sociedad (tipo de descuento social).

4.25. ANALISIS MULTICRITERIO

El análisis multicriterio realizado tiene como objetivo, una vez completado el estudio individual de las alternativas planteadas, analizar cada una de las soluciones propuestas, consiguiendo los parámetros suficientes para el establecimiento del nivel de impacto funcional, territorial, de rentabilidad y medioambiental, generados por ellas mismas y todos los elementos funcionales que las conforman. Con toda esta información traducida en valores y ponderada según la importancia y condiciones de contorno del análisis, se concluirá de entre las alternativas propuestas la más conveniente.

MÉTODO PATTERN

Se han distinguido cuatro objetivos, cada uno de ellos integrado a su vez por un conjunto de criterios a los que se les ha asignado pesos relativos dentro de su grupo. Los criterios considerados son:

1. Objetivo territorial

- Conectividad con la red existente.
- Permeabilidad territorial.
- Coordinación con otros planeamientos.

2. Objetivo funcional

- Velocidad de planeamiento.
- Seguridad vial.
- Coordinación planta-alzado.
- Afección al usuario.

3. Objetivo de rentabilidad o económico

- Presupuesto de inversión.
- Costes de conservación y mantenimiento.

4. Objetivo medioambiental

- Matriz de evaluación. La valoración ambiental de las alternativas se realizará a partir de las conclusiones del estudio de impacto ambiental realizado.

Se han establecido indicadores para cada criterio, que se combinarán linealmente para obtener el resultado o la nota de las alternativas en cada apartado. Con los valores de los indicadores para cada alternativa se establecen unos escalados que convierten los resultados en valores de 1 a 10, haciendo más fácil la comparación entre alternativas.

A continuación, se resumen los valores obtenidos para cada uno de los dos tramos estudiados. En el Anejo nº 24, Análisis multicriterio se detallan cada uno de los indicadores empleados y como se llega a este resultado.

4.25.1. TRAMO 2

4.25.1.1. Objetivo territorial

Conectividad con la red existente

Las dos alternativas realizan las mismas conexiones por lo que obtienen la misma puntuación. Todas ellas conectan con la carretera nacional N-IIa y con la carretera convencional B-111. Además conectan con la actual A-2 que será reconvertida en un tramo urbano posteriormente.

Alternativa	Variables		Indicador	Valor
	A	B		
ALTERNATIVA 1	15	15	1,00	10,00
ALTERNATIVA 2	15	15	1,00	10,00

Permeabilidad territorial

La valoración obtenida bajo este criterio sería el siguiente:

Alternativa	Variables			D caminos	D pasos	Indicador	Valor
	Longitud	Caminos	Pasos				
ALTERNATIVA 1	2,990	9	6	3,01	2,01	9,00	9,00
ALTERNATIVA 2	2,988	9	6	3,01	2,01	9,00	9,00

Las dos alternativas son coincidentes en valoración ya que coinciden en el número de caminos interceptados y se proyectan el mismo número de pasos.

Coordinación con otros planeamientos

Ambas alternativas tienen afección a zonas de Suelo Urbano y Suelo Urbanizable siendo ligeramente menor esta afección en la Alternativa 1.

Alternativa	Variables			Indicador	Valor
	S.U.	S.URBZ.	S.N.U.		
ALTERNATIVA 1	4.035,00	1.655,00	227.703,00	1,18	9,77
ALTERNATIVA 2	4.504,00	1.822,00	246.841,00	1,19	9,76

Puntuación del objetivo territorial

Las puntuaciones que se han obtenido para cada uno de los criterios que conforman el objetivo territorial se muestran en la siguiente tabla:

Alternativa	Conectividad con la red existente			Permeabilidad territorial			Coordinación con otros planeamientos		
	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total
ALTERNATIVA 1	10,00	0,20	2,00	9,00	0,40	3,60	9,77	0,40	3,91
ALTERNATIVA 2	10,00	0,20	2,00	9,00	0,40	3,60	9,76	0,40	3,91

A partir de estos valores se obtiene sumando, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Alternativa	Objetivo territorial
ALTERNATIVA 1	9,51
ALTERNATIVA 2	9,50

Las Alternativas 1 y 2 obtienen una puntuación similar para el objetivo territorial.

4.25.1.2. Objetivo funcional
Velocidad de planeamiento

Las alternativas propuestas se han trazado con parámetros amplios lo que permitirían alcanzar velocidades teóricas altas.

Las puntuaciones obtenidas bajo este criterio serían las siguientes:

Alternativa	Variables		Indicador	Valor
	V proyecto	V teórica		
ALTERNATIVA 1	100,00	130,05	0,77	7,11
ALTERNATIVA 2	100,00	132,59	0,75	6,93

Seguridad vial

Se realizan a continuación, algunos comentarios en relación con cada uno de los indicadores que permiten valorar el objetivo de Seguridad Vial:

- *Afección a la red en la conexión.* En las Alternativas 1 y 2 las conexiones iniciales y finales son entre carretera de calzadas separadas y carretera de calzadas separadas, se da continuidad en todas a la autovía A-2. En este caso este criterio no es diferenciador entre las alternativas propuestas. Todas se valoran con un 10, ya que supone la continuidad con los tramos contiguos.
- *Afección a la red circundante.* Con este criterio se penaliza por igual a ambas alternativas ya que ambas propuestas tienen el mismo porcentaje de red coincidente. Su porcentaje con respecto a la longitud total de la alternativa y el valor que toma el indicador se resumen en la siguiente tabla:

Alternativa	Porcentaje	Indicador 1-2
Alternativa 1	59,20%	7,04
Alternativa 2	59,20%	7,04

- *Posibles obstáculos en los márgenes de la carretera.* Analizadas las longitudes de túnel, enlaces y estructuras, desmontes sin cuneta de seguridad y terraplenes de más de 3 m, se calcula el indicador dando distintos pesos a cada una de las longitudes anteriores. Se resume en la siguiente tabla:

Alternativa	Túnel		Estructura		Desmorte		Terraplén		Total	Indicador 2-1
	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%		
Alternativa 1	3	0%	2	26,76%	1	8,36%	1	0,00%	8,84	9,12
Alternativa 2	3	0%	2	26,76%	1	3,61%	1	0,00%	8,16	9,18

- *Deslumbramientos en conducción nocturna.* La longitud de cada alternativa en la que se ha detectado la posibilidad de deslumbramiento se muestra en la tabla siguiente junto con el valor que toma el indicador en cada caso.

Alternativa	% con posibilidad de deslumbramientos	Indicador 2-2
Alternativa 1	33,44	6,66
Alternativa 2	33,47	6,65

- *Cambio de curvatura vertical (VCCR).* Los valores obtenidos de VCCR para cada alternativa y el correspondiente valor de su indicador se resumen en la siguiente tabla:

Alternativa	VCCR	Indicador 3-1
Alternativa 1	4,18	5,82
Alternativa 2	4,18	5,82

- *Perfil de velocidades de operación.* Hecho el análisis de velocidades de operación, los tramos en los que se detecta una consistencia regular o mala se resumen en la siguiente tabla junto con el valor que toma el indicador para dicho parámetro.

Alternativa	% con consistencia regular o mala	Indicador 3-2
Alternativa 1	0	10,00
Alternativa 2	0	10,00

- *Índice de reaparición del trazado (Irt).* Del estudio de este índice se obtiene el porcentaje de longitud en los que Irt es superior a 25. Se resumen en la siguiente tabla junto con el valor que toma el indicador.

Alternativa	% con Irt > 25	Indicador 3-3
Alternativa 1	33,33	5,83
Alternativa 2	33,33	5,83

- *Tipo de intersección.* En las Alternativas 1 y 2 existen intersecciones canalizadas como intersecciones a distinto nivel. En la siguiente tabla se resume el valor del indicador.

Alternativa	Intersec. sin canalizar	Intersec canalizadas	Intersec Semáforo	Glorieta	A distinto nivel	Indicador 4
Alternativa 1	0,00	4,00	0,00	0,00	4,00	6,25
Alternativa 2	0,00	4,00	0,00	0,00	4,00	6,25

Una vez analizados todos los indicadores, se obtiene un valor medio ponderado para cada alternativa según el criterio de Seguridad Vial.

Alternativa	Criterio SV
Alternativa 1	7,10
Alternativa 2	7,10

Se observa que la clasificación de las distintas alternativas desde el punto de vista de la seguridad vial es el mismo para ambas alternativas. Por lo tanto, desde el punto de vista del criterio de la seguridad vial no se puede elegir una de ellas.

Coordinación planta-alzado

La puntuación obtenida por las distintas alternativas para este criterio es el siguiente:

Alternativa	Variables		Valor
	I planta	I alzado	
ALTERNATIVA 1	4,48	6,82	5,41

Alternativa	Variables		Valor
	I planta	I alzado	
ALTERNATIVA 2	3,37	6,24	4,52

La Alternativa 1 obtiene una puntuación superior a la Alternativa 2 al mejorar los parámetros en planta y alzado.

Afección al usuario

Desde el punto de vista de la afección al usuario se obtienen los siguientes valores:

Alternativa	Indicador	Valor
ALTERNATIVA 1	1.998.162	9,40
ALTERNATIVA 2	1.998.162	9,40

Las Alternativas 1 y 2 afectan al usuario en las actuaciones relativas al Enlace 569, así como en las actuaciones de conexión final del tramo con el trazado actual.

Puntuación del objetivo funcional

Con la nota obtenida por Seguridad Vial y combinándola linealmente con un peso del 40% con los otros 3 indicadores se obtiene la puntuación del objetivo funcional.

Alternativa	Velocidad de planeamiento			Seguridad Vial		
	Valor	Pond.	Total	Valor	Pond.	Total
ALTERNATIVA 1	7,11	0,20	1,42	7,10	0,40	2,84
ALTERNATIVA 2	6,93	0,20	1,39	7,10	0,40	2,84

Alternativa	Coordinación planta-alzado			Afección al usuario		
	Valor	Pond.	Total	Valor	Pond.	Total
ALTERNATIVA 1	5,41	0,20	1,08	9,40	0,20	1,88
ALTERNATIVA 2	4,52	0,20	0,90	9,40	0,20	1,88

A partir de estos valores se obtiene sumando, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Alternativa	Objetivo funcional
ALTERNATIVA 1	7,22
ALTERNATIVA 2	7,01

En general ambas alternativas son similares. Sin embargo, en lo relativo a la coordinación plantaalzado, la Alternativa 1 ha marcado una cierta diferencia con respecto a la Alternativa 2, lo que nos permite diferenciarlas.

4.25.1.3. Objetivo económico

En este objetivo se tienen en cuenta los siguientes indicadores:

- Presupuesto de inversión.
- Costes de operación y mantenimiento.

Presupuesto de inversión

Entre las alternativas de nuevo trazado la puntuación de la Alternativa 1 es algo mejor debido a que su presupuesto es comparativamente algo inferior al de la Alternativa 2.

Alternativa	P.B.L. + IVA	Valor
ALTERNATIVA 1	81.353.762,50	2,68
ALTERNATIVA 2	91.901.060,60	1,73

Costes de operación y mantenimiento

Considerando el coste de operación y mantenimiento los valores de los indicadores obtenidos son:

Alternativa	Coste (€)	Valor
ALTERNATIVA 1	4.318.161,84	7,60
ALTERNATIVA 2	4.243.063,38	7,65

Puntuación del objetivo económico

La puntuación del objetivo económico coincide con el valor del indicador del Presupuesto de inversión, previamente calculado:

Alternativa	Objetivo económico
ALTERNATIVA 1	4,16
ALTERNATIVA 2	3,51

La mejor alternativa en el cumplimiento de este objetivo es la Alternativa 1, seguida de la Alternativa 2, de presupuesto de inversión bastante mayor.

4.25.1.4. Objetivo ambiental

Finalmente destacar que el objetivo ambiental, cuyos resultados se han extraído directamente del Estudio de Impacto Ambiental, presenta los siguientes valores:

Alternativa	Objetivo ambiental
ALTERNATIVA 1	7,10
ALTERNATIVA 2	7,10

Desde el punto de vista ambiental, las dos alternativas planteadas en este tramo son ambientalmente viables, presentando ambas un comportamiento similar, que hace que todos los impactos generados, tanto en fase de obra como en fase de explotación, presenten la misma magnitud. Esto se debe a que, aunque desde el punto de vista cuantitativo pueden existir ligeras diferencias en las superficies de afección, movimientos de tierras o taludes generados, éstas no son significativas.

En la fase de construcción, ambas alternativas presentan un único impacto severo, el correspondiente a la afección a la vegetación y los hábitats de zona, y 8 impactos moderados. En fase de explotación, sólo existen 4 impactos moderados, siendo los demás compatibles, favorables o nulos.

Por todo lo expuesto, se puede concluir que ambas alternativas son muy parecidas desde el objetivo ambiental, debiéndose decidir su idoneidad en función de otros criterios.

4.25.1.5. Método Pattern

Integrando los cuatro objetivos de manera que cada uno de ellos represente un 25% de la puntuación total de cada alternativa se obtiene:

Alternativa	Pattern
ALTERNATIVA 1	7,00
ALTERNATIVA 2	6,78

4.25.1.6. Análisis de robustez y sensibilidad

La Alternativa 1 demuestra una robustez del 100%, es decir que en un 100% de las posibles combinaciones de pesos de los 4 criterios básicos: medioambiental, económico, funcional y territorial es favorable la Alternativa 1.

En cuanto a la sensibilidad, dentro del valor objetivo, la Alternativa 1 tiene una sensibilidad del 100%.

4.25.1.7. Conclusiones y propuesta de alternativa

La Alternativa 1 (Norte) es la mejor situada en el análisis realizado. La Alternativa 2 (Sur) constituye una solución similar desde el punto de vista territorial y ambiental. Sin embargo, la Alternativa 1 es superior en los objetivos funcional y económico.

A partir de los resultados del análisis multicriterio y del estudio de robustez y sensibilidad se puede concluir que para la actuación del tramo 2 del autovía A-2 la alternativa óptima es la **Alternativa 1. Norte**.

Además, el resultado analítico es coherente con el planteamiento de las Alternativas, puesto que ambas son bastante similares, como refleja el resultado obtenido. Es el presupuesto el principal

elemento diferenciador entre ambas alternativas al tener que proyectar estructuras de mayor longitud, mayor complejidad técnica y generando un mayor consumo de recursos sin obtener mejoras claras en el trazado, por lo que se considera que la Alternativa 1 es más eficiente en todos los sentidos.

4.25.2. TRAMO 3

4.25.2.1. Objetivo territorial

Conectividad con la red existente

Las tres alternativas coinciden en dos de las conexiones realizadas. Todas ellas conectan con la carretera nacional N-IIa y con la carretera convencional B-112. Además la tercera alternativa conecta con la actual A-2 que será reconvertida en un tramo urbano posteriormente.

Alternativa	Variables		Indicador	Valor
	A	B		
ALTERNATIVA 1	12	15	0,80	8,40
ALTERNATIVA 2	12	15	0,80	8,40
ALTERNATIVA 3	15	15	0,80	10,00

Permeabilidad territorial

La valoración obtenida bajo este criterio sería el siguiente:

Alternativa	Variables			D caminos	D pasos	Indicador	Valor
	Longitud	Caminos	Pasos				
ALTERNATIVA 1	6,224	10	6	1,61	0,96	9,36	9,36
ALTERNATIVA 2	6,224	10	6	1,61	0,96	9,36	9,36
ALTERNATIVA 3	6,595	9	9	1,36	1,36	10,00	10,00

Las Alternativas 1 y 2 obtienen un valor algo inferior ya que existen algunas obras de paso que realmente no lo son aunque se utilicen como tal y que se corresponden con Obras de drenaje transversal, dada la peligrosidad que conlleva. En el caso de la Alternativa 3, se proyectan nuevos pasos, de acuerdo con el nuevo trazado en variante.

Coordinación con otros planeamientos

La Alternativa 3 de nuevo trazado obtiene mejor puntuación en este apartado, al ser menor la ocupación en la superficie de Suelo Urbano y Suelo Urbanizable. Las Alternativas 1 y 2 son coincidentes en trazado y por tanto en afección a las superficies del planeamiento.

Alternativa	Variables			Indicador	Valor
	S.U.	S.URBZ.	S.N.U.		
ALTERNATIVA 1	211,00	6.113,00	155.519,00	1,16	9,80
ALTERNATIVA 2	211,00	6.113,00	155.519,00	1,16	9,80

Alternativa	Variables			Indicador	Valor
	S.U.	S.URBZ.	S.N.U.		
ALTERNATIVA 3	13,00	8.499,00	524.512,00	1,06	9,92

Puntuación del objetivo territorial

Las puntuaciones que se han obtenido para cada uno de los criterios que conforman el objetivo territorial se muestran en la siguiente tabla:

Alternativa	Conectividad con la red existente			Permeabilidad territorial			Coordinación con otros planeamientos		
	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total	Valor	Ponderación	Total
ALTERNATIVA 1	8,40	0,30	2,52	9,36	0,40	3,74	9,80	0,30	2,94
ALTERNATIVA 2	8,40	0,30	2,52	9,36	0,40	3,74	9,80	0,30	2,94
ALTERNATIVA 3	10,00	0,30	3,00	10,00	0,40	4,00	9,92	0,30	2,98

A partir de estos valores se obtiene sumando, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Alternativa	Objetivo territorial
ALTERNATIVA 1	9,20
ALTERNATIVA 2	9,20
ALTERNATIVA 3	9,98

La Alternativa 3 obtiene mejor puntuación en los tres criterios, al tratarse de un trazado en variante. Las Alternativas 1 y 2 coincidentes con el trazado actual coinciden en puntuación desde el punto de vista territorial.

4.25.2.2. Objetivo funcional

Velocidad de planeamiento

Las alternativas propuestas se han trazado con parámetros amplios lo que permitirían alcanzar velocidades teóricas altas.

Las puntuaciones obtenidas bajo este criterio serían las siguientes:

Alternativa	Variables		Indicador	Valor
	V proyecto	V teórica		
ALTERNATIVA 1	100,00	125,88	0,79	7,43
ALTERNATIVA 2	100,00	125,88	0,79	7,43
ALTERNATIVA 3	100,00	130,91	0,76	7,05

Seguridad vial

Se realizan a continuación, algunos comentarios en relación con cada uno de los indicadores que permiten valorar el objetivo de Seguridad Vial:

- *Afección a la red en la conexión.* En las Alternativas 1, 2 y 3 las conexiones iniciales y finales son entre carretera de calzadas separadas y carretera de calzadas separadas, se da continuidad en todas a la autovía A-2. En este caso este criterio no es diferenciador entre las alternativas propuestas. Todas se valoran con un 10, ya que supone la continuidad con los tramos contiguos.
- *Afección a la red circundante.* Con este criterio se penaliza las actuaciones 1 y 2 ya que tienen coincidencia total con el trazado actual de la A-2. La Alternativa 3 al ser variante adopta un mejor valor del indicador. Su porcentaje con respecto a la longitud total de la alternativa y el valor que toma el indicador se resumen en la siguiente tabla:

Alternativa	Porcentaje	Indicador 1-2
Alternativa 1	100%	5,00
Alternativa 2	100%	5,00
Alternativa 3	25%	8,75

- *Posibles obstáculos en los márgenes de la carretera.* Analizadas las longitudes de túnel, enlaces y estructuras, desmontes sin cuneta de seguridad y terraplenes de más de 3 m, se calcula el indicador dando distintos pesos a cada una de las longitudes anteriores. Se resume en la siguiente tabla:

Alternativa	Túnel		Estructura		Desmonte		Terraplén		Total	Indicador 2-1
	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%		
Alternativa 1	3	0%	2	45,37%	1	11,25%	1	0%	14,57	8,54
Alternativa 2	3	100%	2	45,37%	1	49,81%	1	0%	62,94	3,71
Alternativa 3	3	0%	2	33,36%	1	36,39%	1	45,49%	21,23	7,88

- *Deslumbramientos en conducción nocturna.* La longitud de cada alternativa en la que se ha detectado la posibilidad de deslumbramiento se muestra en la tabla siguiente junto con el valor que toma el indicador en cada caso. Para las alternativas 1 y 2 este valor es superior al discurrir por una zona con mayores desarrollos urbanos.

Alternativa	% con posibilidad de deslumbramientos	Indicador 2-2
Alternativa 1	40,17	5,98
Alternativa 2	40,17	5,98
Alternativa 3	0	10,00

- *Cambio de curvatura vertical (VCCR).* Los valores obtenidos de VCCR para cada alternativa y el correspondiente valor de su indicador se resumen en la siguiente tabla:

Alternativa	VCCR	Indicador 3-1
Alternativa 1	4,35	5,65
Alternativa 2	4,36	5,64
Alternativa 3	3,87	6,13

- *Perfil de velocidades de operación.* Hecho el análisis de velocidades de operación, los tramos en los que se detecta una consistencia regular o mala se resumen en la siguiente tabla junto con el valor que toma el indicador para dicho parámetro.

Alternativa	% con consistencia regular o mala	Indicador 3-2
Alternativa 1	0	10,00
Alternativa 2	0	10,00
Alternativa 3	0	10,00

- *Índice de reparación del trazado (Irt).* Del estudio de este índice se obtiene el porcentaje de longitud en los que Irt es superior a 25. Se resumen en la siguiente tabla junto con el valor que toma el indicador.

Alternativa	% con Irt > 25	Indicador 3-3
Alternativa 1	40	5,00
Alternativa 2	40	5,00
Alternativa 3	0	10,00

- *Tipo de intersección.* En las Alternativas 1, 2 y 3 existen intersecciones canalizadas como intersecciones a distinto nivel. En la siguiente tabla se resume el valor del indicador.

Alternativa	Intersec. sin canalizar	Intersec canalizadas	Intersec Semáforo	Glorieta	A distinto nivel	Indicador 4
Alternativa 1	0,00	9,00	0,00	0,00	7,00	5,78
Alternativa 2	0,00	8,00	0,00	0,00	5,00	5,38
Alternativa 3	0,00	8,00	0,00	0,00	7,00	6,00

- *Índice análisis del transporte de mercancías peligrosas.* De acuerdo con el análisis realizado, las Alternativas 1 y 3 toman un valor ACEPTABLE y la Alternativa 2 un valor ALARP. Se resumen a continuación:

Alternativa	Valor	Indicador 5.1
Alternativa 1	ACEPTABLE	10,00
Alternativa 2	ALARP	5,00
Alternativa 3	ACEPTABLE	10,00

- *Índice afección entorno.* La alternativa 3 al discurrir por entorno no urbano, ante un posible accidente de un transporte de mercancías peligrosas es más segura que el resto de alternativas. El resultado para cada alternativa es el siguiente:

Alternativa	Valor	Indicador 5.2
Alternativa 1	ENTORNO URBANO	2,00
Alternativa 2	TÚNEL	0,00
Alternativa 3	OTRO ENTORNO	10,00

Una vez analizados todos los indicadores, se obtiene un valor medio ponderado para cada alternativa según el criterio de Seguridad Vial.

Alternativa	Criterio SV
Alternativa 1	5,39
Alternativa 2	3,34
Alternativa 3	8,30

Se observa que la clasificación de las distintas alternativas desde el punto de vista de la seguridad vial es: en primer lugar, la Alternativa 3 con 8,30, segunda de la Alternativa 1 con 5,39 y tercera la Alternativa 2 con 3,34. Claramente la Alternativa 3 presenta mejor valor desde el punto de vista del criterio de la seguridad vial ya que es una alternativa en variante y ante situaciones excepciones presenta mejor comportamiento.

Coordinación planta-alzado

La puntuación obtenida por las distintas alternativas para este criterio es el siguiente:

Alternativa	Variables		Valor
	I planta	I alzado	
ALTERNATIVA 1	2,93	6,06	4,18
ALTERNATIVA 2	2,93	5,50	3,96
ALTERNATIVA 3	4,29	3,94	4,15

Como se ha comentado anteriormente se han podido trazar alternativas con parámetros amplios con lo que obtienen buenas puntuaciones en este criterio.

Afección al usuario

Desde el punto de vista de la afección al usuario se obtienen los siguientes valores:

Alternativa	Indicador	Valor
ALTERNATIVA 1	11.904.713	2,87
ALTERNATIVA 2	15.872.779	0,09

Alternativa	Indicador	Valor
ALTERNATIVA 3	2.645.378	9,01

La Alternativa 3 de nuevo trazado obtiene puntuaciones superiores ya que únicamente se producirían incidencias con la A-2 al comienzo y final de las alternativas. En cambio las Alternativas 1 y 2 afectan en toda su longitud a la autovía A-2.

Puntuación del objetivo funcional

Con la nota obtenida por Seguridad Vial y combinándola linealmente con un peso del 40% con los otros 3 indicadores se obtiene la puntuación del objetivo funcional.

Alternativa	Velocidad de planeamiento			Seguridad Vial		
	Valor	Pond.	Total	Valor	Pond.	Total
ALTERNATIVA 1	7,43	0,20	1,49	5,39	0,40	2,16
ALTERNATIVA 2	7,43	0,20	1,49	3,34	0,40	1,34
ALTERNATIVA 3	7,05	0,20	1,41	8,30	0,40	3,32

Alternativa	Coordinación planta-alzado			Afección al usuario		
	Valor	Pond.	Total	Valor	Pond.	Total
ALTERNATIVA 1	4,18	0,20	0,84	2,87	0,20	0,57
ALTERNATIVA 2	3,96	0,20	0,79	0,09	0,20	0,02
ALTERNATIVA 3	4,15	0,20	0,83	9,01	0,20	1,80

A partir de estos valores se obtiene sumando, para cada una de las alternativas, el valor de este objetivo:

Alternativa	Objetivo funcional
ALTERNATIVA 1	5,05
ALTERNATIVA 2	3,63
ALTERNATIVA 3	7,36

La Alternativa 3 destaca por tener una mayor seguridad vial y una menor afección a los usuarios respecto a las Alternativas 1 y 2. Asimismo, la Alternativa 2 destaca negativamente por tratarse de un falso túnel sobre el trazado actual, reduciéndose la seguridad vial en este y afectando sobre manera a los usuarios.

Esto se traduce en que, aunque la Alternativa 3 sea la primera clasificada en el objetivo funcional, seguida de la Alternativa 1 y por último de la Alternativa 2.

4.25.2.3. Objetivo económico

En este objetivo se tienen en cuenta los siguientes indicadores:

- Presupuesto de inversión.
- Costes de operación y mantenimiento.

Presupuesto de inversión

Entre las alternativas de nuevo trazado la puntuación de la Alternativa 1 es algo mejor debido a que su presupuesto es comparativamente algo inferior al de la Alternativa 3.

Alternativa	P.B.L. + IVA	Valor
ALTERNATIVA 1	56.248.852,97	8,27
ALTERNATIVA 2	133.059.729,16	4,37
ALTERNATIVA 3	69.531.583,95	7,57

Costes de operación y mantenimiento

Considerando el coste de operación y mantenimiento, la Alternativa 3 es mejor debido a que sus costes de operación y mantenimiento son menores.

Alternativa	Coste (€)	Valor
ALTERNATIVA 1	10.395.449,60	6,94
ALTERNATIVA 2	23.295.449,60	2,74
ALTERNATIVA 3	9.524.507,48	7,23

Puntuación del objetivo económico

La puntuación del objetivo económico coincide con el valor del indicador del Presupuesto de inversión, previamente calculado:

Alternativa	Objetivo económico
ALTERNATIVA 1	7,87
ALTERNATIVA 2	3,88
ALTERNATIVA 3	7,47

La mejor alternativa en el cumplimiento de este objetivo es la Alternativa 1, seguida de la Alternativa 3 y finalmente la 2, situada muy lejos de las anteriores.

4.25.2.4. Objetivo ambiental

Finalmente destacar que el objetivo ambiental, cuyos resultados se han extraído directamente del Estudio de Impacto Ambiental, presenta los siguientes valores:

Alternativa	Objetivo ambiental
ALTERNATIVA 1	6,70
ALTERNATIVA 2	6,80
ALTERNATIVA 3	7,60

Desde el punto de vista medioambiental, se considera que todas las tres alternativas planteadas en este tramo son viables, dado que no presentan impactos críticos sobre los factores del medio presentes en el territorio atravesado.

Además, la mayor parte de los impactos moderados y severos se producen en la fase de construcción, y presentan un carácter temporal, pasando a ser compatibles en la fase de explotación. En este sentido, en fase de obra, la Alternativa Collbató 1-Sobre calzada actual da lugar a 2 impactos severos y 7 moderados, la Alternativa Collbató 2-Falso túnel genera 4 impactos severos y 6 moderados, y la Alternativa Collbató 3-Variante de población presenta 2 severos y 6 moderados.

Sin embargo, en la fase de explotación, únicamente la Alternativa Collbató 1-Sobre calzada actual presenta un impacto severo, derivado del ruido producido por el tráfico de vehículos a través del núcleo urbano de Collbató. Para esta alternativa, cabe indicar que, aunque no se ha valorado ninguno de los impactos como crítico, se trata de un trazado que afecta gravemente al planeamiento urbanístico del municipio de Collbató, por su ocupación del suelo urbano, aumenta la fragmentación existente de la población y del núcleo urbano, y provoca impactos sociales, paisajísticos, de conectividad y de contaminación acústica, que resultan incompatibles con la calidad de vida de sus habitantes y con los valores de la población.

En el caso de la Alternativa Collbató 2-Falso túnel, los impactos derivados de la ejecución del túnel (ruidos, movimientos de tierras, afección a la permeabilidad territorial, etc.), la penalizan mucho en la fase de obras, aunque presenta un comportamiento mucho mejor en la fase de explotación, al liberarse el espacio ocupado actualmente por la A-2 a su paso por el núcleo urbano de Collbató, con lo que ello conlleva.

Por último, la Alternativa Collbató 3-Variante de población, al discurrir por fuera del núcleo poblacional de Collbató, minimiza los impactos sobre la población (ruidos, molestias, incremento del tráfico, efecto barrera, etc.), aunque presenta un comportamiento peor que el de los otros dos trazados planteados en este tramo sobre factores como la vegetación y la fauna, ya que se desarrolla por un medio menos intervenido por el hombre.

Como resumen de todo lo expuesto, cabe concluir que, globalmente, la Alternativa Collbató 3-Variante de población es la que presenta una mejor valoración ambiental, resolviendo los problemas de permeabilidad y ruido actualmente existentes en el núcleo de Collbató.

4.25.2.5. Método Pattern

Integrando los cuatro objetivos de manera que cada uno de ellos represente un 25% de la puntuación total de cada alternativa se obtiene:

Alternativa	Pattern
ALTERNATIVA 1	7,21
ALTERNATIVA 2	5,88
ALTERNATIVA 3	8,10

4.25.2.6. Análisis de robustez y sensibilidad

La Alternativa 3 demuestra una robustez del 99,99%, es decir que en un 99,99% de las posibles combinaciones de pesos de los 4 criterios básicos: medioambiental, económico, funcional y territorial es favorable la Alternativa 3. En segunda posición se sitúa la Alternativa 1 con un 0,01% de las combinaciones.

En cuanto a la sensibilidad, dentro del valor objetivo, la Alternativa 3 tiene una sensibilidad del 100%.

4.25.2.7. Conclusiones y propuesta de alternativa

La Alternativa 3-Variante de Población, es la mejor situada en el análisis realizado. Esta alternativa destaca sobre las otras dos por tratarse de un trazado en variante, lo cual mejora los objetivos territoriales, funcionales y medioambientales. La Alternativa 1 es superior únicamente en el objetivo económico al tratarse principalmente de una adecuación de la autovía existente.

A partir de los resultados del análisis multicriterio y del estudio de robustez y sensibilidad se puede concluir que para la actuación del tramo 3 del autovía A-2 la alternativa óptima es la **Alternativa 3-Variante de Población**.

Además, el resultado analítico obtenido se refuerza de forma cualitativa si se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- El análisis de riesgos realizado para la circulación de mercancías peligrosa sitúa la alternativa 2-Falso túnel en una zona de "Alarm", fuera de la zona aceptable, por el riesgo que supone un posible accidente en el túnel de un vehículo que transporte mercancías peligrosa. Este aspecto, por sí mismo, podría considerarse como excluyente para esta alternativa, aunque se ha incorporado como un índice más en el Análisis.

Además, la grave afección que esta alternativa tendría durante la ejecución de las obras tanto para los usuarios de la carretera como para conexión transversal entre ambas márgenes de la autovía también podría considerarse como incompatible con su ejecución, sin embargo, se evaluado como un índice más.

- El problema actual que tiene el municipio de Collbató en materia de contaminación acústica en la alternativa 1-Sobre calzada actual podría resolverse con la disposición continua de pantallas acústicas del entorno de los 5 m de altura, lo que generará un elevado impacto visual a lo largo toda autovía en el entorno urbano.

Asimismo, se ha explicado la problemática de permeabilidad territorial que tiene lugar actualmente el municipio de Collbató por el doble uso (vehicular/peatonal y desagüe como

obras de drenaje) que tienen las conexiones existentes entre las márgenes de la autovía. Esta circunstancia supone un riesgo potencial para la población que la alternativa 1 no resuelve.

- Además, la solución obtenida tras el estudio multicriterio va en la línea de las actuaciones recientes que tratan de sacar de los entornos urbanos las autovías con elevado tráfico de paso por motivos de seguridad, funcionalidad y salubridad (ruido, contaminación, efecto barrera a la población...).

Por tanto, los aspectos indicados refuerzan la alternativa que por sí, ya era la elegida tras el análisis de todos los factores de comparación anteriormente explicados.

4.26. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) consta del desglose de las actuaciones proyectadas por capítulos.

Según la legislación vigente, aplicando al Presupuesto de Ejecución Material el coeficiente de Gastos Generales (13%) y el Beneficio industrial (6%), se obtiene el Presupuesto de Licitación como suma de los tres conceptos (PEM+GG+BI).

Al Presupuesto de Licitación se le aplica el 21% de IVA a la fecha vigente obteniéndose el Presupuesto de Licitación con IVA.

El Presupuesto de Inversión se obtiene añadiendo al importe del Presupuesto de Licitación con IVA la suma de los siguientes conceptos:

- Presupuesto estimativo de Expropiaciones, el cual se obtiene en el "Anejo 20 Expropiaciones" del Anteproyecto.
- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental durante las obras, el cual se obtiene en el "Anejo 19 Integración Ambiental" del Anteproyecto.
- Presupuesto para trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español. De acuerdo con la "Orden FOM/25/2019, de 10 de enero, por la que se regula la asignación de recursos, procedentes de las obras públicas financiadas por el Ministerio de Fomento y por las entidades y empresas del sector público dependientes o vinculadas, a la financiación de trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o de fomento de la creatividad artística":

"Para las obras públicas con presupuesto total superior a 601.012,104 euros, que se ejecuten por los órganos del Ministerio de Fomento o de su sector público institucional, se retendrá y destinará el 1,5 por 100 del mismo, para financiar trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español, o de fomento de la creatividad artística, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 68 de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, en el artículo 58 del Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la citada ley, y en el Acuerdo

de colaboración vigente en cada momento entre el Ministerio de Fomento y el Ministerio de Cultura y Deporte.”.

4.26.1. Presupuesto de ejecución material

El **Presupuesto de Ejecución Material (PEM)** del presente Anteproyecto asciende a **TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS ONCE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS (369.243.211,37 Euros)** con el siguiente desglose por cada uno de los capítulos principales que lo conforman:

CAPITULO	CONCEPTO	IMPORTE (€)
1	TRABAJOS PREVIOS	4.523.427,23 €
2	EXPLANACIÓN	36.786.511,47 €
3	DRENAJE	32.133.492,55 €
4	FIRMES Y PAVIMENTOS	50.420.277,95 €
5	ESTRUCTURAS Y MUROS	150.693.725,13 €
6	TÚNELES	14.556.661,03 €
7	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	16.950.702,04 €
8	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	5.017.744,05 €
9	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO	2.930.237,13 €
10	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	10.534.594,17 €
11	GESTIÓN DE RESIDUOS	6.050.150,40 €
12	OBRAS COMPLEMENTARIAS	30.109.709,13 €
13	INSTALACIONES Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN	2.842.422,74 €
14	EJECUCIÓN DE MEDIDAS COMO CONSECUENCIA DEL INFORME DE AUDITORÍA DE SEGURIDAD	18.000,00 €
15	LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE OBRAS	72.000,00 €
16	SEGURIDAD Y SALUD	1.818.198,28 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		369.243.211,37 €

4.26.2. Presupuesto de licitación

Según la legislación vigente, aplicando al Presupuesto de Ejecución Material el coeficiente de **Gastos Generales (13%)** y el **Beneficio industrial (6%)**, se obtiene el **Presupuesto Base de Licitación sin IVA** como suma de los tres conceptos (PEM+GG+BI).

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	369.243.211,37 €
13% S/PEM DE GASTOS GENERALES	48.001.617,48 €
6% S/PEM DE BENEFICIO INDUSTRIAL	22.154.592,68 €

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA 439.399.421,53 €

El **Presupuesto Base de Licitación sin IVA** del presente Anteproyecto asciende a **CUATROCIENTOS TREINTA Y NUEVE MILLONES TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS VEINTIUN EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (439.399.421,53 Euros)**. Al Presupuesto Base de Licitación sin IVA se le aplica el 21% de IVA, obteniéndose el Presupuesto Base de Licitación, tal y como se muestra a continuación:

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	439.399.421,53 €
21% IVA.....	92.273.878,52 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (21% IVA INCLUIDO).....	531.673.300,05 €

El **Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido)** del presente Anteproyecto asciende a **QUINIENTOS TREINTA Y UN MILLONES SEISCIENTOS SETENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS EUROS CON CINCO CÉNTIMOS (531.673.300,05 Euros)**.

4.26.3. Presupuesto de inversión

El Presupuesto de Inversión se obtiene añadiendo al importe del Presupuesto Base de Licitación (IVA incluido) la suma de los siguientes conceptos:

- Presupuesto estimativo de Expropiaciones, el cual se obtiene en el Anejo Nº 20 “Expropiaciones” del Anteproyecto.
- Presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental durante las obras, el cual se obtiene en el Anejo Nº 19 “Integración Ambiental” del Anteproyecto.
- Presupuesto para trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español que se obtiene como el 1,5 % del PEM de las obras proyectadas.

PRESUPUESTO DE LICITACIÓN CON IVA.....	531.673.300,05 € €
PRESUPUESTO ESTIMATIVO EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES	32.994.231,44 €
PRESUPUESTO PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	316.787,20 €
PRESUPUESTO PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL (1,5 % S/PEM).....	5.538.648,17 €

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN 570.522.966,86 €

El **Presupuesto de Inversión** del presente Anteproyecto asciende a **QUINIENTOS SETENTA MILLONES QUINIENTOS VEINTIDOS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS (570.522.966,86 Euros)**.

5. NORMATIVA APLICADA A LA REDACCIÓN DEL ANTEPROYECTO

En la redacción de este Anteproyecto ha sido de aplicación la siguiente normativa:

5.1. NORMATIVA GENERAL

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Pliego de Cláusulas Administrativas para la contratación de obras del Estado. RD 3854/1970 de 31 de diciembre. BOE: 16 de febrero de 1971.
- Ley Reguladora de la Subcontratación en el Sector de la Construcción. Ley 32/2006, de 18 de octubre. BOE: 19 de octubre de 2006 y Desarrollo de la Ley en el RD 1109/2007 de 24 de agosto. BOE: 25 de agosto de 2007.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras (BOE de miércoles 30 de septiembre de 2015)
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (BOE de 23), modificado por Real Decreto 1911/1997, de 19 de diciembre, (BOE del 10 de enero de 1.998).
- Orden, de 16 de diciembre de 1.997, del Ministerio de Fomento por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios (BOE del 24 de enero de 1.998).
- Orden Circular 31/2012 sobre propuesta y fijación de fórmulas polinómicas de revisión de precios en los proyectos de obras de la Dirección general de Carreteras.
- Orden Circular 14/2003, para la aplicación de la nueva nomenclatura de autopistas y autovías a las autopistas y autovías en servicio y en los expedientes y documentos gestionados por los servicios de la Dirección general de Carreteras.
- Real Decreto 1231/2003, de 26 de septiembre, por el que se modifica la nomenclatura y el catálogo de las autopistas y autovías de la Red de Carreteras del Estado.

5.2. NORMATIVA TÉCNICA

5.2.1. Trazado

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras (publicada en BOE de viernes 4 de marzo de 2016).
- Orden de 13 septiembre 2001 de modificación parcial de la orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios y de la orden de 27 de diciembre de 1999 por la que se aprueba la norma 3.1-IC. trazado, de la instrucción de carreteras.
- Orden circular 312/90 TyP "sobre medianas"
- Orden circular 310/90 PyP "sobre previsión de ampliación de autopistas y autovías"
- Orden circular 305/89 PyP " sobre previsión de ampliación de autopistas y autovías"
- Orden circular 303/89 T " sobre previsión de ampliación de autopistas y autovías"
- Orden Circular 306/89 P y P sobre calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio.
- Orden Circular 32/12, de 14 de diciembre, sobre guía de nudos viarios

5.2.2. Drenaje

- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la *Norma 5.2-IC Drenaje superficial* de la Instrucción de Carreteras (BOE de 10 de marzo de 2016).
- Orden FOM de 10 de febrero de 2017, por la que modifican la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la *Norma 5.2-IC Drenaje superficial* de la Instrucción de Carreteras y la Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la *Norma 8.1-IC Señalización vertical* de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular.
- Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales.

5.2.3. Geología y geotecnia

General

- Orden Circular 314/90 T y P. Sobre normalización de los estudios geotécnicos a incluir en anteproyectos y proyectos.
- Normas de Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo, para la ejecución de ensayos de materiales, actualmente en vigor.
- Orden Circular 326/00. Geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes.

Guías

- Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (2006).
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (2005).
- Guía de cimentaciones en obras de carretera. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (2009).
- Tipología de muros de carretera. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1999).
- Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1989).
- Manual para el control y diseño de voladuras en obras de carreteras. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1993).
- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera. Ministerio de Fomento. 2001.

5.2.4. Firmes y Pavimentos

- *Norma 6.1-IC Secciones de firme* de diciembre de 2003 (Orden FOM/3460/2003).
- *Norma 6.3-IC Rehabilitación de firmes* de diciembre de 2003 (Orden FOM/3459/2003).
- Orden Circular 308/89 CyE "Sobre recepción definitiva de obras"
- Nota de Servicio 5/2006 "Explanaciones y capas de firme tratadas con cemento".

- Orden Circular 20/2006 "Recepción de obras de carreteras".
- Orden Circular 21/2007 Sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU)
- Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas. Mayo 2007. Ministerio de Fomento. Ministerio de Medio Ambiente. CEDEX (Centro de estudios y experimentación de obras públicas).
- "Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera y Puentes" PG-3/75. Actualización Orden Circular 24/2008 Sobre el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). Artículos: 542-Mezclas Bituminosas en Caliente Tipo Hormigón Bituminoso y 543-Mezclas Bituminosas Para Capas de Rodadura. Mezclas Drenantes y Discontinuas.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

5.2.5. Obras de paso: puentes y estructuras

Conceptos generales

- Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales (2000).

Acciones

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11), aprobada por la Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre.
- NCSP-07 Norma de construcción sismorresistente: Puentes (Real Decreto de 18 de mayo 2007).
- UNE-EN 1990:2019. Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.
- UNE-EN.1991-1: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras.
- UNE-EN.1992-2:2013. Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2. Puentes de hormigón. Cálculo y disposiciones constructivas.
- UNE-EN.1994-2:2013. Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de acero y hormigón. Parte 2. Reglas generales y reglas para puentes.
- UNE-EN.1997-1:2016. Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico.

- UNE-EN.1998-2:2018. Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 2: Puentes.

Elementos de hormigón

- EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural. Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio (BOE 22.08.08)
- Orden Circular 11/02 sobre criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural
- Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado. (Ordenes de 5-4-72 y 10-5-73).

Elementos metálicos y mixtos

- Manual de aplicación de las Recomendaciones RPM - RPX / 95. (2000).
- Recomendaciones para el proyecto de puentes metálicos para carreteras (RPM-95)
- Recomendaciones para el proyecto de puentes mixtos para carreteras (RPX-95)
- Instrucción de Acero Estructural (mayo 2010).

Prueba de carga

- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera. (DGC). Ministerio de fomento. (1999).

Elementos funcionales y auxiliares

- Instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera (Orden FOM/3818/2007)
- Pintura de barandas, pretilas metálicas y barandillas (NS 4/2001)
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera. (DGC).1982.
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera. (DGC).1995.
- N.S. Sobre losas de transición en obras de paso. (julio 1992).

5.2.6. Túneles

- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado. (BOE 27 de mayo; corrección de errores BOE 31 de julio).
- Nota de Servicio 3/2006, de 18 de julio, relativa a la adaptación al Real Decreto 635/2006, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado.

5.2.7. Señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos

- Norma 8.1.-IC. Señalización vertical. Instrucción de Carreteras. Orden FOM/534/2014 de 20 de marzo de 2014.
- Orden FOM de 10 de febrero de 2017, por la que modifican la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras y la Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras.
- Señales verticales de circulación. tomo I. Características de las señales. (DGC). (marzo-1992).
- Señales verticales de circulación. Tomo II. Catalogo y significado de las señales. (DGC). (junio 1992).
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

Señalización horizontal

- Norma 8.2-IC. Marcas viales. Orden Ministerial de 16 de julio de 1987 (BOE del 4 de agosto y 29 de septiembre).
- Criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal (NS 2/2007)

Señalización de obras

- Instrucción 8.3-IC. Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado (Orden de 31 de agosto de 1987).
- Señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras (OC 15/2003)
- Manual de ejemplos de señalización de obras fijas (1999).

- Señalización móvil de obras.
- Orden Circular 301/89T, de 27 de abril, sobre señalización de obras.

Elementos de balizamiento

- Hitos de arista (OC 309/90).
- Recomendaciones sobre balizamiento de carreteras de mayo de 2011.

Contención de vehículos

- Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

5.2.8. Iluminación

- Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomos I y II.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión

5.2.9. Sistemas de transporte inteligente (ITS)

- Nota de servicio 1/2014. Recomendaciones para la especificación de los requisitos sobre ITS “Sistemas Inteligentes de Transporte” en los estudios informativos, anteproyectos y proyectos de construcción de la red estatal de carreteras.

5.2.10. Medio ambiente

Evaluación de impacto ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Residuos

- Ley 11/2012, de 19 de diciembre, Artículo tercero de la Ley 11, de medidas urgentes en materia de medio ambiente, por el que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- Real Decreto-Ley 17/2012, de 4 de mayo, Artículo tercero del Real Decreto-Ley 17/2012 por la que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.
- Decreto Legislativo 1/2009, de 21 de julio, que aprueba el Texto refundido de la Ley reguladora de los residuos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden PRE/164/2007, de 29 de enero, por la que se modifican los anexos II, III y V del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- Orden MAM/3624/2006, de 17 de noviembre, por la que se modifican el Anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril y la Orden de 12 junio de 2001, por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a los envases de vidrio de los niveles de concentración de metales pesados establecidos en el artículo 13 de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos y corrección de errores.

Aire

- Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, Por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Resolución de 14 de enero de 2008, que publica el Acuerdo de 7 de diciembre de 2007, del Consejo de Ministros, por el que se aprueba el II Programa Nacional de Reducción de Emisiones, conforme a la Directiva 2001/81/CE sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 711/2006, de 9 de junio, por el que se modifican determinados reales decretos relativos a la inspección técnica de vehículos (ITV) y a la homologación de vehículos, sus partes y piezas.
- Real Decreto 957/2002, de 13 de septiembre, por el que se regulan las inspecciones técnicas en carretera de los vehículos industriales que circulan en territorio español.
- Resolución de 23 de enero de 2002, por la que se dispone la publicación de la relación de autoridades competentes y organismos para la aplicación de la directiva 96/62/CE sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.

Ruido y vibraciones

- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 212/2002, de 22/02/2002, Se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

Agua

- Ley 11/2012, de 19 de diciembre. Artículo primero de la Ley 11, de medidas urgentes en materia de medio ambiente por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Real Decreto-Ley 17/2012, de 4 de mayo. Artículo primero del Real Decreto-Ley 17/2012 por el que se modifica el Real Decreto Legislativo de 20 de julio, de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- Orden MAM/85/2008, de 16 de enero, por la que se establecen los criterios técnicos para la valoración de los daños al dominio público hidráulico y las normas sobre toma de muestras y análisis de vertidos de aguas residuales.
- Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas.

- Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 2 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 10/2001, de 5 de julio, Del Plan Hidrológico Nacional.

Conservación de la Naturaleza

- Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Orden MAM/1498/2006, de 26 de abril, por la que se incluyen en el Catálogo de Especies Amenazadas determinadas especies de flora y cambian de categoría algunas especies de aves incluidas en el mismo.

Patrimonio cultural y Vías Pecuarias

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.

5.2.11. **Calidad**

- Resolución del 17 de abril de 2007 (BOE 108 de 5 mayo de 2007) en el que se indican las referencias a normas UNE, de las diferentes familias de productos de construcción a los que se debe exigir el marcado CE.
- “PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN CON OBLIGATORIEDAD DEL MARCADO “CE” CLASIFICADOS POR TEMAS” del Ministerio de Fomento. La última actualización de este documento corresponde a la publicación de la Resolución de 31 de agosto de 2010 (BOE de 28 de septiembre de 2010).
- Emisión de certificado de buena ejecución de obras (NS de 20 de diciembre de 2003).
- "Recomendaciones para el control de calidad en obras de carreteras", Dirección General de Carreteras, 1978.
- "Recomendaciones sobre actividades mínimas a exigir al Contratista para el autocontrol de obras", (documento interno), Dirección General de Carreteras, 1990.

6. CUMPLIMIENTO LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO (ARTÍCULOS 231 A 236).

El Anteproyecto cumple con los artículos 231 a 236 de Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO

Los documentos que integran el presente Anteproyecto son los que a continuación se relacionan:

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS DE LA MEMORIA

MEMORIA

ANEJO 1. ANTECEDENTES

ANEJO 2. CARTOGRAFÍA

ANEJO 3. ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

ANEJO 4. EFECTOS SÍSMICOS

ANEJO 5. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO 6. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

ANEJO 7. ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD Y SEGURIDAD VIAL

ANEJO 8. TRAZADO

ANEJO 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

ANEJO 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO 11. REORDENACIÓN DE ACCESOS

ANEJO 12. ESTRUCTURAS

ANEJO 13. TÚNELES

ANEJO 14. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

ANEJO 15. INSTALACIONES Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN

ANEJO 16. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

ANEJO 17. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

ANEJO 18. OBRAS COMPLEMENTARIAS

ANEJO 19. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

ANEJO 20. EXPROPIACIONES

ANEJO 21. PLAN DE ACTUACIONES

ANEJO 22. AFECCIÓN AL TRÁFICO

ANEJO 23. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

ANEJO 24. ANALISIS MULTICRITERIO

ANEJO 25. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente Anteproyecto ha sido redactado por la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña, en virtud de la Orden de Estudio de fecha 6 de noviembre de 2017 y sus modificaciones de fechas 5 de julio de 2019 y 28 de octubre de 2020, siendo D. Ramón Juanola Subirana el Director del Anteproyecto desde el inicio del mismo y hasta su jubilación en marzo de 2021, fecha en la que fue sustituido por D. Luis Bonet Linuesa, ambos Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos afectos a la citada Demarcación.

Con la presentación de los documentos que constituyen el presente “*Anteproyecto de Adecuación, Reforma y Conservación de la Autovía A-2. Tramo: Igualada - Martorell. P.K. 550,6 al P.K. 585,5*” en la provincia de Barcelona, se consideran suficientemente definidas las obras con el alcance requerido para el nivel de Anteproyecto.

Barcelona, noviembre de 2021

EL INGENIERO AUTOR DEL ANTEPROYECTO

D. Javier López Cormenzana

EL INGENIERO DIRECTOR DEL ANTEPROYECTO
(entre noviembre de 2017 y marzo de 2021)

D. Ramón Juanola Subirana

EL INGENIERO DIRECTOR DEL ANTEPROYECTO

D. Luis Bonet Linuesa