
MEMORIA

MEMORIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2	4.18.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	39
2.	ANTECEDENTES.....	2	4.19.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL.....	42
3.	SITUACIÓN ACTUAL	3	4.20.	SERVICIOS AFECTADOS.....	45
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	4	4.21.	EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES	52
4.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS	4	4.22.	FASES DE EJECUCIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2.	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	5	4.23.	PLAN DE OBRA	52
4.3.	SISMICIDAD	5	4.24.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	54
4.4.	GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES.....	5	4.25.	PRESUPUESTO	54
4.5.	GEOTECNIA DEL CORREDOR	8	4.26.	FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS	54
4.6.	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	11	4.27.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	54
4.7.	PLANEAMIENTO	12	5.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	55
4.8.	TRÁFICO	13	6.	PLAZO DE GARANTÍA.....	55
4.9.	TRAZADO	16	7.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	55
4.10.	SECCIONES TIPO.....	18	8.	CONCLUSIÓN.....	56
4.11.	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	19			
4.12.	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	21			
4.13.	DRENAJE	24			
4.14.	GEOTECNIA Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	26			
4.15.	ESTRUCTURAS	28			
4.16.	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	33			
4.17.	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	36			

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye la Memoria del “Proyecto de construcción: M-40. Calzadas de servicio y otras actuaciones. Nuevos ramales de conexión de la M-14 y M-21 con vía de servicio interior de la M-40 y eliminación del trenzado existente. Tramo: Enlace M-40/M-14/M-21. MADRID.

Es objeto del presente documento la descripción, definición y valoración de las actuaciones a realizar. Se trata de dos actuaciones ubicadas en el nudo de conexión de la M-40 con la M-14, M-21 y A-2.

Actuación 1: se localiza entre los PP.KK. 9 y 10 aproximadamente de la M-40, en el nudo de conexión de la M-40 con la M-14, M-21 y A-2.

La actuación tiene como objeto separar el tráfico troncal de la M-40 de los tráfico generados en torno a la conexión entre la M-40 y las carreteras M-14 y M-21, mejorando de este modo las condiciones de explotación de la M-40 en dichos tramos.

Para ello se plantea la ejecución de dos nuevas estructuras sobre la M-40 desde la M-14 y M-21 a la vía de servicio ubicada en la margen derecha. También incluye la ampliación de la estructura de la M-14 sobre la M-21, con objeto de desplazar el ramal de salida desde la M-14 a la M-21 (sentido Coslada) y poder encajar el ramal de la nueva estructura sobre la M-40.

Actuación 2: Se trata de la eliminación de un tramo de trenzado existente de unos 100 m de longitud que discurre entre los contactos de los ramales de conexión de la M-14 con la M-21.

La actuación consiste en la rectificación de ramal que conecta la M-14 (Aeropuerto) con la M-21 (San Fernando y Coslada), desplazándolo hacia el este, mediante la construcción de un vial que discurre sensiblemente en paralelo a la M-21 hasta su nuevo entronque a unos 1000 m de donde lo hace actualmente.

El trazado de esta actuación se apoya sobre una nueva estructura de 30 m de longitud y pasa bajo la estructura existente sobre la M-21, para lo cual se diseña un muro de contención

de las tierras del estribo actual. El nuevo vial proyectado, se incorpora a la M-21 una vez superado el paso inferior de la M-214 (Calle Campezo), lo que ha requerido también la ampliación de esta estructura.

2. ANTECEDENTES

De las dos actuaciones previstas en el presente proyecto, la actuación 1 formaba parte de las recogidas en el proyecto de trazado “M-40. Calzadas de Servicio y otras actuaciones. Enlace con la M-11 (Nudo Hortaleza) hasta sobrepasar el enlace con la M-201 (Nudo Arcentales), p.k. 4,0000 al 12,000. Clave: T9-M-12740”, redactado en el año 2009.

En aquel momento, ante la complicada situación económica que atravesaba el país y debido a que el presupuesto de trazado suponía un significativo incremento sobre el previsto inicialmente en la Orden de Estudio, se concluyó en la necesidad de analizar en profundidad la solución proyectada para simplificarla y dividir en varios tramos que permitieran la ejecución de obras completas, lo cual condujo a un estudio sobre la viabilidad y coste de ejecución den el que se eliminaban aquellas actuaciones innecesarias, optimizando la inversión y los costes de funcionamiento.

Teniendo en cuenta que esa nueva solución, obtenida a partir de la recogida en el citado proyecto de trazado, mantenía la funcionalidad en aquel tramo de la M-40 y que además resultaba bastante más barata, se decidió no continuar con el proyecto constructivo, proponiéndose la redacción de un documento complementario, con el contenido y alcance indicados anteriormente.

Con este planteamiento, el 18/04/2011 se aprobó la Modificación Técnica nº 1 del Contrato de Asistencia Técnica adjudicado el 4/07/2008, redactándose un documento complementario al proyecto de trazado, en el que se subdividió el tramo en tres (3) subtramos, el 3º de los cuales comprende el tramo “*Conexiones con la M-12 hasta el enlace con la Avda. Doctor García Tapia. PK 8+200 al PK 14+500. Madrid*”.

Este tercer subtramo incluía las conexiones directas de la M-14 y la M-21 con la vía de servicio que discurre por la margen interior de la M-40, quedando así independizados los

tráficos troncales de los locales, eliminándose un tramo de trenzado problemático en la M-40 de unos 200 metros de longitud que, a día de hoy, ocasiona importantes problemas de seguridad vial en dicha autopista.

Por ello, con fecha 13 de febrero de 2018 se emite la Orden de Estudio para la Redacción del proyecto de Construcción “M-40. Calzadas de servicio y otras actuaciones. Nuevos Ramales de conexión de la M-14 y M-21 con la vía de servicio interior de la M-40. Tramo: Enlace M-40/M-14/M-21”, de clave 19-M-14720.

Posteriormente, con fecha 27 de julio de 2018, la Subdirección General de Proyectos emite un modificado de dicha Orden de Estudio para incluir en el proyecto constructivo la eliminación de un tramo de trenzado existente, de unos 100 metros de longitud, entre los ramales de conexión de la M-14 con la M-21.

3. SITUACIÓN ACTUAL

El tramo objeto del presente proyecto discurre entre los pp.kk. 9 y 10 aproximadamente de la autopista M-40 Circunvalación de Madrid, en el nudo de conexión de la M-40 con la M-14, M-21 y A-2.

Este enlace, junto con el acceso desde la M-40, constituye una de las vías de acceso principales al Área de Ordenación Especial 00.08 “Parque Olímpico Sector Oeste”, donde se ubica el estadio del Atlético de Madrid, Wanda Metropolitano.

La M-40, cuya titularidad corresponde al Ministerio de Fomento, constituye el anillo intermedio de las circunvalaciones de Madrid, entre la M-30 (titularidad del Ayuntamiento de Madrid) y la M-50, también de titularidad estatal. Dicha vía constituye en la actualidad el único anillo completo sin semaforizar de Madrid, puesto que la M-30 cuenta con un tramo con semáforos en su zona norte y la M-50 no tiene cerrado el anillo, faltando así mismo la zona norte.

Junto con la M-30 y M-50, la M-40 sirve de vía vertebradora de los desplazamientos locales con origen y destino en Madrid y en municipios de su entorno, y de largo recorrido con origen y destino en capitales de provincia y otros municipios de la periferia con trayectos que pasan por Madrid, conectando con todas las autovías y autopistas radiales (salvo la R-

4), muchas autovías y carreteras autonómicas y el viario de la ciudad de Madrid, por lo que soporta elevadas intensidades de tráfico prácticamente a todas horas del día, con importantes picos a primera hora de la mañana (en sentido Norte) y última de la tarde (en sentido Sur).

Por ello, la M-40 absorbe una parte importante del tráfico que discurre alrededor de Madrid, recogiendo tráfico de largo recorrido que no puede seguir la M-50 por encontrarse incompleta, tráfico de corto recorrido que evita la M-30 por su tramo semaforizado, y tráfico de agitación.

Por tramos presenta IMD de más de 200.000 vehículo/día, con un factor de hora punta muy alto, de modo que en determinadas horas se producen retenciones de tráfico de gran longitud y que afectan a numerosos vehículos. Particularmente, el tramo objeto del “proyecto de ordenación y mejora de accesos viales al estadio Wanda Metropolitano”, del cual se hace la segregación de la actuación proyectada, presenta congestiones en sentido Norte en la hora punta de la mañana y en sentido Sur en la hora punta de la tarde, extendiéndose a prácticamente toda su longitud.

La M-21 es una autovía de dos carriles por sentido que discurre paralela a la autovía A-2 entre la M-40 y la M-50, constituyendo una alternativa para el tráfico de largo recorrido, así como para el tráfico local debido a los altos niveles de congestión en hora punta de la A2.

La M-14 es una autopista de acceso al Aeropuerto “Adolfo Suarez-Madrid Barajas” que une la M-40 con las terminales T-1, T-2 y T-3. Actualmente, se produce un tramo de trenzado de unos 100 m de longitud, entre los contactos de los ramales de conexión de la Autovía M-14 (Aeropuerto) con la Autovía M-21 (San Fernando y Coslada). Se trata de un tramo conflictivo que ocasiona esperas e incorporaciones con escaso margen de decisión para los usuarios.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

El proyecto incluye dos actuaciones.

ACTUACIÓN 1

La primera de ellas (actuación 1) consiste principalmente en la ejecución de dos nuevos pasos superiores sobre la M-40 y la ampliación del paso superior de la M-14 sobre la M-21, de forma que se segreguen los tráficos que van a la vía de servicio interior de la M-40 de los que van al tronco.

Las obras proyectadas se localizan en el entorno al K10 de la M-40 y constituyen una modificación de un enlace existente, por lo que el propio diseño del nuevo enlace está condicionado por la geometría del existente. El espacio disponible no permite planteamientos muy distintos de los existentes, que en general constituyen la solución de mínima ocupación de espacio. No obstante, se han proyectado dos nuevos ramales, ambos con estructuras, que se corresponden con los ejes 3 y 20.

La solución proyectada, consiste en dividir los movimientos de la M-14/M-21 en dos, uno directo hacia la M-40 por donde discurre ahora, y para el que se utilizarán las estructuras existentes de ambas autovías sobre la M-40; y el segundo hacia la vía de servicio, siendo necesaria la construcción de sendas estructuras sobre la M-40, de forma que no se crucen los tráficos. La actuación se engloba dentro de un proyecto más amplio como son los accesos al estadio Wanda/Metropolitano, en el que se ejecutará la prolongación de la vía de servicio de la margen derecha de la M-40 y a la cual conectan los nuevos ramales proyectados en la actuación 1.

La actuación comienza ampliando, en la margen derecha, el paso superior existente sobre la M-21, con objeto de desplazar el ramal de salida desde la M-14 a la M-21 (sentido Coslada) y poder encajar el ramal de la nueva estructura sobre la M-40 (Eje 20). La actuación termina 10 m después del estribo de la estructura proyectada con objeto de no interferir con la vía colectora de la M-40 sentido sur existente.

La actuación correspondiente al eje 3, comienza 20 m después de la bifurcación (Norte –Sur) del ramal de enlace de la M-21 con la M-40 desde donde se desprende un nuevo vial que continua mediante un paso superior en curva sobre la M-40 y termina pasado el estribo, justo antes de la torre de comunicaciones de Vodafone.

Los ejes previstos en esta actuación son:

- EJE 18: Ramal unidireccional existente que conecta la M-21 con la M-40 dirección sur
- EJE 3: Nuevo ramal unidireccional que conecta la M-21 con la vía colectora de la M-40, proyectada en la margen derecha de la misma.
- EJE 19: Ramal unidireccional existente que conecta la M-14 con la M-40
- EJE 20: Nuevo ramal unidireccional que conecta la M-14 con la vía colectora de la M-40, proyectada en la margen derecha de la misma.
- EJE 21: Ramal unidireccional existente que conecta la M-14 con la M-21.

ACTUACIÓN 2:

Las obras proyectadas se localizan entre los K0.6 y K1.9 de la M-21 y consiste en la construcción una vía colectora que recoja los tráficos del ramal de incorporación desde la M-14 a la M-22 y del ramal de incorporación desde la M-40 a la M-21. El espacio disponible no permite planteamientos muy distintos de los existentes, que en general constituyen la solución de mínima ocupación de espacio. Se proyectan dos ejes en esta actuación:

- EJE 8: Ramal unidireccional existente que conecta la M-14 con la M-21 dirección sur, en la actuación se convierte en una vía colectora.
- EJE 10: Ramal unidireccional existente de incorporación a la M-21 desde la M-40.

La actuación consiste en convertir el carril de incorporación a la M-21 desde la M-14 dirección sur, de forma que se evite el carril de trenzado (con unas dimensiones muy reducidas de unos 100 m aproximadamente) con el ramal de salida de la M-21 hacia la M-14. Por ello para evitar que se crucen los viales, se plantea la construcción de un Paso Superior que salve el ramal de incorporación a la M-14 desde la M-21.

Posteriormente se incorpora a la vía colectora el acceso a la M-21 desde la M-40, para finalmente terminar la vía colectora en la M-21, siendo necesario la ampliación de un paso superior sobre la calle Campezo.

4.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Las actuaciones proyectadas se encuentran por completo en el municipio de Madrid, en una zona con edificaciones e infraestructuras consolidadas, por lo que no se puede hablar de orografía en el sentido normal del término, dado que el terreno natural ha desaparecido, para dar lugar a calles, viales y edificaciones que lo alteran. Se trata pues de una zona urbana consolidada, en la que no es posible referirse a la topografía, cuencas, cauces, etc.

Con objeto de obtener el conjunto cartográfico necesario para desarrollar el presente proyecto se ha contado con varias fuentes que se detallan a continuación:

- Cartografía 1: Levantamiento topográfico del “PROYECTO DE TRAZADO M-40. CALZADAS DE SERVICIO Y OTRAS ACTUACIONES. TRAMO: M-11 – NUDO DE LA FORTUNA. P.K. 4,000 AL 30,000. SUBTRAMO: ENLACE CON LA M-11 (NUDO HORTALEZA) HASTA SOBREPASAR EL ENLACE CON LA M-201 (NUDO ARCENTALES). P.K. 4,000 AL 12,000”
- Cartografía 2: Cartografía correspondiente al contrato de Conservación M-40. Sector 08 (Madrid), facilitada por el Ministerio de Fomento

Ambos consisten en levantamiento realizado mediante vuelo fotogramétrico con apoyo de campo y restitución fotogramétrica, que cubre la M-40 y márgenes adyacentes.

Como complemento a la cartografía se han realizado una serie de levantamientos taquimétricos en las estructuras y ramales existentes con el objeto de encajar las estructuras proyectadas con una mayor precisión.

4.3. SISMICIDAD

El artículo 1.2.3 de la norma NCSE-02 establece que la misma es de aplicación en los casos previstos en su artículo 1.2.1 excepto:

- En las construcciones de importancia moderada
- En edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g
- En construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas direcciones cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,08g.

En el caso del municipio de Madrid, según el mapa de peligrosidad sísmica para un periodo de retorno de 475 años del IGN, la aceleración sísmica básica es de 0,02g, por lo que no es necesaria la consideración de este aspecto en los cálculos del proyecto.

4.4. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

Los materiales afectados en el área objeto de proyecto corresponden al sustrato terciario y a diversos recubrimientos cuaternario.

Terciario

La facies dominante en el entorno del área de proyecto es la denominada Facies Madrid. El régimen de depósito de estas facies corresponde a un sistema de abanicos aluviales. El espesor máximo de estas arcosas es de unos 110 m, aunque dicho espesor disminuye hacia el Sur (zona de Puente de Vallecas o Vicálvaro) donde queda reducido a unas escasas decenas de metros en función del cambio lateral de facies con las unidades más arcillosas.

Litológicamente, esta unidad está constituida por una alternancia monótona de arcosas, generalmente muy arcillosas, y arcillas arenosas, de tonos pardo-amarillentos y rojizos que se encuentran en la mayor parte de los casos en secuencias grano decrecientes de arcosas-arcillas arenosas, con espesores variables. La edad de esta unidad arcósica abarca un amplio intervalo temporal, al menos desde el Aragoniense inferior hasta el Aragoniense superior.

De la Fuente y Oteo (1986), distinguieron dos unidades: Arena de	PASANTE POR EL TAMIZ # 200
ARENA DE MIGA	< 25 %
ARENA TOSQUIZA	25 – 40 %

TOSCO ARENOSO	40 – 60 %
TOSCO	> 60 %

Cuadro 4.a Distinción entre los materiales de la Facies Madrid. Escario (1985)

Cuaternario

Depósitos de fondo de valle (Qv)

En los valles secundarios y vaguadas se presentan ciertos depósitos, discontinuos en general y de poco espesor, constituidos por arenas cuarzo-feldespáticas, arcillas y limos arenosos con gravas dispersas provenientes de los fondos de valle, lechos de canales y cauces abandonados.

La edad de esta unidad es Holocena.

Rellenos antrópicos (Rx)

Se pueden diferenciar tres tipos de depósitos antrópicos: rellenos controlados de terraplén, rellenos incontrolados de pequeña altura, y grandes vertidos y escombreras.

- Relleno controlado de terraplén y obras de tierra (Rc)
- Vertederos y escombreras de tierra (Rv)

En esta unidad se engloban los depósitos de origen antrópico.

Buena parte de estos rellenos en esta zona, tienen su origen en la industria minera de extracción de sepiolitas. Pueden presentar enormes potencias y han sido depositados recientemente, sin control de compactación, ni de selección de materiales en origen de ningún tipo. Son materiales areno-arcillosos, de plasticidad media, sin contenido en materia orgánica importante. También, según se señala en estudios previos, puntualmente se pueden reconocer rellenos de vertidos de residuos sólidos urbanos o escombreras.

- Zona urbanizada (Ru)

Corresponde esta zona a aquella que esta urbanizada y cubierta por edificaciones y pavimentos, en donde no es posible la observación del terreno infrayacente.

A continuación se incluye la tramificación geotécnica confeccionada para las Actuaciones 1 y 2 del proyecto:

EJE	Nombre	Margen Izquierdo	Margen Derecho	PK inicial	PK final	Long (m)	Altura máx. (m)	Litología afectada
Eje 3	M-1		Muro	0+079	0+115	36	4,5	Rc/T
Eje 3	D-1		Desmonte	0+125	0+145	20	1,5	Rc/T
Eje 3	R-1		Relleno	0+145	0+175	30	7	Rc/T
Eje 3	E	Estructura	Estructura	0+175	0+320	145	-	Rc/T
Eje 3	R-2		Relleno	0+320	0+483	163	6,5	Rc/T
Eje 3	R-1	Relleno		0+125	0+175	50	4,5	Rc/T
Eje 3	M-2	Muro		0+320	0+483	163	5	Rc/T
Eje 19	R-1		Relleno	0+075	0+136	61	6	Rc/T
Eje 19	R-2		Relleno	0+205	0+220	15	2	Rc/T
Eje 19	R-3		Relleno	0+261	0+263	2	5	Rc/T
Eje 19	E	Estruct.extnt.	Estruct.extnt.	0+263	0+390		-	Rc/T
Eje 20	R-1		Relleno	0+076	0+094	18	5	Rc/T
Eje 20	M-1		Muro	0+095	0+101	6	5	Rc/T
Eje 20	E	Puente	Puente	0+101	0+180	79	-	Rc/T
Eje 20	M-2		Muro	0+180	0+187	7	7	Rc/T
Eje 20	R-2		Relleno	0+187	0+190	3	2,5	Rc/T
Eje 20	D-1		Desmonte	0+200	0+210	10	2	Rc/T
Eje 20	R-3		Relleno	0+215	0+240	25	4	Rc/T
Eje 20	M-1	Muro		0+095	0+101	6	2,5	Rc/T
Eje 20	M-2	Muro		0+180	0+185	5	5	Rc/T
Eje 20	D-1	Desmonte		0+190	0+240	50	5	Rc/T

Cuadro 4.b Tramificación geológica del proyecto Actuación 1.

EJE	Nombre	Margen Izquierdo	Margen Derecho	PK inicial	PK final	Long (m)	Altura máx. (m)	Litología afectada
Eje 8				0+000	0+090	90	-	Rc/T
Eje 8	D-1		Desmante	0+090	0+110	20	4.5	Rc/T
Eje 8	E	Estructura	Estructura	0+100	0+140	40	-	Rc/T
Eje 8	R-1, M-1	Muro	Relleno	0+140	0+270	130	9	Rc/T
Eje 8	E	Estructura	Estructura	0+270	0+300	30	-	Rc/T
Eje 8	D-2, M-1	Muro	Desmante	0+300	0+400	100	10.5	Rc/T
Eje 8	E	Estructura	Estructura	0+400	0+440	40	-	Rc/T
Eje 8	D-3		Desmante	0+440	0+560	120	2.5	Rc/T
Eje 8	R-2		Relleno	0+560	1+050	490	9	Rc/T
Eje 8				1+050	1+215	165	-	Rc/T

Cuadro 4.c Tramificación geológica del proyecto Actuación 2.

El volumen de desmante susceptible de aprovechamiento sería:

Para utilizar

Actuación 1	2.492,18 m ³
Actuación 2	8.268,49 m ³
Total	10.760,60 m³

Para vertedero

Actuación 1	830,73 m ³
Actuación 2	3.215,49 m ³
Total	4.046,20 m³

Se prevé que los materiales provenientes de los desmontes previstos en el trazado, se correspondan con las Arenas arcóscas arcillosas y arcillas arenosas (T). Algunos desmontes también se prevén ejecutar sobre rellenos compactados (Rc). Estos materiales en su mayoría podrán ser empleados para los terraplenes.

No obstante existe un cierto porcentaje de materiales arcillosos (del orden del 13%) que podrían clasificarse como marginales. Debe insistirse en la comprobación de la aptitud de aquellas zonas en las que los materiales tengan naturaleza eminentemente arcillosas. En el caso de que aparezca material muy arcilloso, o eminentemente arcilloso será recomendable que sea reservado para suelos estabilizados o se retire a vertedero.

En cuanto a las arenas arcillosas y arcillas arenosas del terciario (T) se consideran mayoritariamente tolerables aunque también en algunos casos, cuando los contenidos en arcilla son muy altos se han clasificado como materiales marginales (aproximadamente el 25 % de las muestras). Así por tanto estos materiales podrán reutilizarse de modo general como tolerables. Los más arcillosos podrán ser reutilizados para la conformación de suelos estabilizados con cal (no así para los estabilizados con cemento), y caso de quedar sobrantes deberían ser llevados a vertedero. Hay cinco muestras de materiales con IP>40. Estos materiales muy plásticos podrían mezclarse con materiales más arenosos a fin de que la mezcla baje su plasticidad y sea reutilizable para la conformación de suelos estabilizados con cal. (tan sólo un par de muestras presentan un índice de plasticidad algo superior a 45). En caso de duda sobre algún lote, se recomienda la realización de ensayos de comprobación respecto a su aptitud.

Podría admitirse que, de la totalidad de las muestras, las marginales corresponden a los suelos que se clasifican como MH y CH. Por tanto, se deduciría que una cuarta parte de los materiales podrían corresponder a arcillas marginales. Es destacable que en el proyecto de ampliación de la M-40 todas las muestras de las calicatas se clasificaron como Tolerables, mientras que de las ensayadas en los sondeos de la zona del Wanda hay algunas que han arrojado límites de Atterberg que implicaría que se clasificasen como marginales, si bien éstas son profundas en materiales que no se prevén excavar. Los hinchamientos libres resultan admisibles en todos los casos ensayados.

A la hora de evaluar el balance de tierras y el presupuesto económico y ante la incertidumbre que introduce la unidad de rellenos antrópicos será recomendable que se incremente hasta el 50 % la previsión de suelos que no podrán ser reutilizados como tolerables de cara a situarse del lado de la seguridad. Del resto al menos el 25% podrán ser reutilizados para suelos estabilizados.

El resumen de material necesario terraplén sería:

Actuación 1	7.926,68 m ³
Actuación 2	25.285,30 m ³
Total	33.212,00 m³

A descontar material procedente de desmonte

(10.760,60 m³ x 0,85*)

9.146,5 m³

de préstamo

24.065,5 m³

Se concluye que el balance es deficitario, si bien los volúmenes de material requeridos no son excesivos.

Por otro lado, deberá preverse que habrá que llevar a vertedero parte del material (4.046,20 m³). Estas estimaciones se realizan con diversas incertidumbres y pretenden estar del lado de la seguridad.

Las graveras propuestas para su utilización son la G-2 y G-3, ya que producen ahorros naturales y todo tipo de áridos triturados, zahorras para subbases, mezclas bituminosas, áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes y están situadas a 15 Km de la traza.

4.5. GEOTECNIA DEL CORREDOR

Para la redacción de los anejos de Geología y Geotecnia se han utilizado prospecciones e información de los TRES estudios previos:

- “Madrid 2012 proyecto de urbanización ámbito A.O.E. 00.08 parque olímpico sector oeste”.
- “Proyecto de trazado M-40. Calzadas de servicio y otras actuaciones. Tramo M-11 Nudo de la fortuna P.K. 4.000 al 30.000. Subtramo: Enlace con la M-11 (Nudo Hortaleza) hasta sobrepasar el enlace con la M-201 (Nudo Arcentales). PK 4.000 al 12.000. Provincia de Madrid.”
- “Proyecto correspondiente a las actuaciones propuestas para la reordenación y mejora de los accesos al nuevo Estadio Wanda Metropolitano desde la autovía M-40”.

A continuación, y a modo de conclusión, se incluye una tabla que resumen las características geotécnicas de cada una de las unidades geotécnicas que se acaban de describir.

UNIDAD GEOLÓGICO GEOTÉCNICA		Rellenos antrópicos de vertederos y escombreras (R _v)	Rellenos antrópicos consolidados de vertederos (R _{vc})	Rellenos compactados de obras de tierra (R _c)	Depósitos de Fondos de Valle (Q _v)	Substrato Terciario (T _{AA})	Substrato Terciario (T _A)
PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	Densidad Aparente (g/cm ³)	1,7 2,0	1,95	2,0	2,0	2,0 -2,10 (2,05)*	1,4-1,9 (1,8)*
	φ (°)	26 - 28	30	30	30	30 - 35 (32)*	27 - 30 (28)*
	C (t/m ²)	0 - 0,5	1,5	1	1	0,5 - 4 (1)*	1,5 - 3 (1,5)*
	Módulo de elasticidad E (MPa)	-	-	35	10	50 - 180 (50*)	70

Cuadro 4.d. Resumen de los parámetros geotécnicos representativos para las unidades geológico-geotécnicas. (*) Valor recomendado.

Se ha incluido así mismo en el apartado 4.4 de la presente memoria la tramificación geotécnica del proyecto.

En el trazado objeto de proyecto se contabilizan los siguientes desmontes:

EJE	Nombre	Margen Izquierdo	Margen Derecho	PK inicial	PK final	Long (m)	Altura máx. (m)
Act.1 Eje 3	D-1		Desmonte	0+125	0+145	20	1,5
Act.1Eje 20	D-1		Desmonte	0+200	0+210	10	2,0
Act.1 Eje 20	D-2	Desmonte		0+190	0+240	50	5,0
Act.2 Eje 8	D-1		Desmonte	0+090	0+110	20	4,5
Act.2 Eje 8	D-2		Desmonte	0+300	0+400	100	10,5
Act.2Eje 8	D-3		Desmonte	0+440	0+560	120	2,5

Cuadro 4.e Resumen de los desmontes de la zona objeto de proyecto.

Todos los materiales correspondientes a rellenos y terciarios presentes en la zona serán excavables mediante medios mecánicos convencionales.

Tabla resumen de los desmontes de la zona de proyecto.

EJE	Nombre	Margen Izquierdo	Margen Derecho	PK inicial	PK final	Long (m)	Altura máx. (m)	Litología afectada	ESTABILIDAD		Excavabilidad	Reutilización de materiales	Observaciones
									INCLINACIÓN	F.S.			
Act.1 Eje 3	D-1		Desmonte	0+125	0+145	20	1,5	Rc/T	1H:1V	>1,658	100% Medios mecánicos.	Tolerable 75 % / Inadecuado 25%	Revegetar.
Act.1 Eje 20	D-1		Desmonte	0+200	0+210	10	2,0	Rc/T	1H:1V	>1,658	100% Medios mecánicos.	Tolerable 75 % / Inadecuado 25%	Revegetar.
Act.1 Eje 20	D-1	Desmonte		0+190	0+240	50	5,0	Rc/T	1H:1V	1,658	100% Medios mecánicos.	Tolerable 75 % / Inadecuado 25%	Revegetar.
Act.2 Eje 8	D-1		Desmonte	0+090	0+110	20	4,5	Rc/T	1H:1V	>1,658	100% Medios mecánicos.	Tolerable 75 % / Inadecuado 25%	Revegetar.
Act.2 Eje 8	D-1		Desmonte	0+300	0+400	100	10,5	Rc/T	3H:2V	1,611	100% Medios mecánicos.	Tolerable 75 % / Inadecuado 25%	Revegetar.
Act.2 Eje 8	D-1		Desmonte	0+440	0+560	120	2,5	Rc/T	1H:1V	>1,658	100% Medios mecánicos.	Tolerable 75 % / Inadecuado 25%	Revegetar.

Cuadro 4.f. Tabla resumen de los desmontes del proyecto.

Los rellenos de terraplén a ejecutar en el trazado son los siguientes:

EJE	Nombre	Margen Izquierdo	Margen Derecho	PK inicial	PK final	Long (m)	Altura máx. (m)
Act.1 Eje 3	R-1	Relleno		0+125	0+175	50	4,5
Act.1 Eje 3	R-1		Relleno	0+145	0+175	30	7,0
Act.1 Eje 3	R-2		Relleno	0+320	0+483	163	6,5
Act.1 Eje 19	R-1		Relleno	0+075	0+136	61	6,0
Act.1 Eje 19	R-2		Relleno	0+205	0+220	15	2,0
Act.1 Eje 19	R-3		Relleno	0+261	0+263	2	5,0
Act.1 Eje 20	R-1		Relleno	0+076	0+094	18	5,0
Act.1 Eje 20	R-2		Relleno	0+187	0+190	3	2,5
Act.1 Eje 20	R-3		Relleno	0+215	0+240	25	4,0
Act.2 Eje 8	R-1		Relleno	0+140	0+270	130	9
Act.2 Eje 8	R-2		Relleno	0+560	1+050	490	9

Cuadro 4.g Resumen de los rellenos de la zona objeto de proyecto

La capacidad portante de los terrenos sobre los que se cimentarán los rellenos, es más que suficiente en todos los casos.

A continuación, se muestra una tabla resumen de rellenos, en la que se incluye la ubicación y altura, la litología afectada, los taludes estables, las observaciones sobre saneos, y las recomendaciones constructivas:

Tabla resumen de los rellenos de la zona de proyecto.

EJE	Nombre	Margen Izquierdo	Margen Derecho	PK inicial	PK final	Long (m)	Altura max. (m)	Litología afectada	Inclinación de talud	F.S	Recomendaciones constructivas
Eje 3	R-1	Relleno		0+125	0+175	50	4,5	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 3	R-1		Relleno	0+145	0+175	30	7,0	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 3	R-2		Relleno	0+320	0+483	163	6,5	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 19	R-1		Relleno	0+075	0+136	61	6,0	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 19	R-2		Relleno	0+205	0+220	15	2,0	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 19	R-3		Relleno	0+261	0+263	2	5,0	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 20	R-1		Relleno	0+076	0+094	18	5,0	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 20	R-2		Relleno	0+187	0+190	3	2,5	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 20	R-3		Relleno	0+215	0+240	25	4,0	Rc/T	3H:2V	>1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 8	R-1		Relleno	0+140	0+270	130	9	Rc/T	3H:2V	1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.
Eje 8	R-2		Relleno	0+560	1+050	490	9	Rc/T	3H:2V	1,83	Escalonado de la zona de contacto con el relleno existente Preparación de rasante de implantación mediante compactación.

Cuadro 4.h. Tabla resumen de los rellenos del proyecto.

A continuación se incluye una tabla resumen de los coeficientes de paso estimados para las distintas formaciones:

Material	Densidad seca t/m ³	Densidad Próctor Modificado t/m ³ (95%PM)	Coefficiente de paso
Rellenos de vertidos (Rv)	1,4	2,05 (1,95)	0,71
Rellenos de vertidos consolidados (Rvc)	1,5	2,05 (1,95)	0,76
Depósitos Terciarios (T).	1,6	2,05 (1,95)	0,82

Cuadro 4.i. Tabla resumen de los coeficientes de paso para las diferentes litologías.

El recubrimiento vegetal, atendiendo a la información de los estudios previos puede presentar espesores de entre 0,1 y 0,90 m, siendo el espesor más común 0,1 a 0,2 m. De modo general, podrá adoptarse un espesor de suelo vegetal de 0,3 m del lado de la seguridad, teniendo presente que este podrá ser algo mayor puntualmente.

De modo general puede establecerse que el material que aparecerá en fondo de desmonte corresponderá a materiales del sustrato terciario (T), constituido por arenas arcillosas y arcillas arenosas. Aproximadamente un cuarto de las muestras ensayadas (25%) se han clasificado como materiales Marginales. Así pues, a los efectos de la definición de las explanadas deben considerarse los materiales más desfavorables de los que pueden aparecer en los fondos de desmonte es decir los marginales.

Los rellenos se formarán con material de tipo terraplén correspondiente a suelos tolerables, y la categoría de la explanada en dichos rellenos se considerará de tipo E3, de acuerdo con las especificaciones de la Instrucción vigente de Firmes y Carreteras.

4.6. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

4.6.1. CLIMATOLOGÍA

En este apartado se realiza una breve descripción del clima de la zona, explicando las variables térmicas más significativas

Las estaciones meteorológicas elegidas para clasificar el clima son las que se presentan en la siguiente tabla:

Código	Denominación	Coordenadas		Altitud	Tipo
		Longitud	Latitud		
3129	Madrid "Barajas"	3°32'39" W	40°27'15"	582	C
3195	Madrid "Retiro"	3°40'41" W	40°24'40"	667	TP
3195A	Madrid "Chamartín"	3°40'52" W	40°27'50"	720	TP

4.6.1.1. TEMPERATURA

La estación 3129 "Madrid Barajas" arroja unos valores de temperatura media anual de 14,31° C, con temperaturas mínimas medias entorno a los 5,66° C y medias máximas de casi 25° C. Las temperaturas mínimas y máximas absolutas son de -14,8° C y 42,2 ° C.

La estación 3195 "Madrid Retiro" registra una temperatura media anual de 14,56° C, con medias máximas de casi 25° C y mínimas de 5.92° C. Las temperaturas mínimas y máximas absolutas son de -10,10° C y 40.60° C.

Por último la estación 3195A "Madrid Chamartín" presenta una temperatura media anual de 13,15° C, con máximas medias de 18,48° C y mínimas de 7,81° C. Las temperaturas mínimas y máximas absolutas son de -11 y 39° C respectivamente.

Se observa que los valores son homogéneos en las tres estaciones consideradas, con valores ligeramente superiores en ambos casos en la estación Madrid "Barajas", por encontrarse probablemente en una zona más despejada como es el aeropuerto de Madrid Barajas. Por lo tanto en la zona se presentan inviernos fríos y veranos muy calurosos

4.6.1.2. PRECIPITACIONES

Analizados los datos proporcionados por la AEMET, es necesario tener una visión global de la zona estudiada, para diferenciar zonas de características pluviométricas similares. Puede observarse en el siguiente cuadro una compilación de las variables antes principales:

	Madrid "Barajas"	Madrid "Retiro"	Madrid "Chamartín"
Precipitación media anual (mm)	409,15	440,91	474,61
Precipitación máxima 24 h (mm)	73,40	87,00	89,00
Precipitación máxima mensual (mm)	192,00	198,40	174,30
Nº días de lluvia	88,75	92,39	89,86
Nº de días de nieve	2,92	4,24	2,82
Nº de días de granizo	1,48	2,34	1,96
Nº de días de tormenta	13,95	12,75	13,38
Nº de días de niebla	20,32	31,86	11,02
Nº de días de rocío	1,61	36,81	13,49
Nº de días de escarcha	13,02	14,23	14,80

Como se observa en la tabla anterior se obtienen resultados muy similares en toda la zona, como es lógico al tratarse de estaciones muy próximas entre sí.

Los días de nieve y granizo no son especialmente habituales en la zona, teniendo también poca incidencia los de tormenta y escarcha. Son más destacables los días de lluvia en todas las estaciones.

También destacar el escaso número de días de rocío en la estación de Madrid "Barajas" respecto de las demás; posiblemente no sea un dato verídico y esta estación no recogiera el valor durante un largo período de tiempo, luego no resulta significativa su comparación.

Las precipitaciones máximas mensuales están entre 174 y 198 mm, correspondiendo las máximas a la estación de Madrid "Retiro".

4.6.1.3. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

En el Anejo nº 4 *Climatología e hidrología* del presente proyecto, se ahonda sobre numerosos índices y parámetros climáticos, así como diversas clasificaciones climáticas.

Según el índice de aridez de Martonne toda la zona se podría englobar dentro del terreno estepas y países secos mediterráneos, dándose en algunos meses un índice para terrenos semidesérticos e incluso desérticos.

Según la clasificación climática de KÖPPEN el grupo climático correspondiente es C: templado húmedo mesotérmico; el subgrupo s: verano, y la subdivisión a: veranos calurosos. En resumen, clima Csa.

Según la clasificación agroclimática de Papadakis, el clima en la zona de proyecto para las estaciones seleccionadas está definido por **inviernos tipo Triticum avena-trigo (Tv) y veranos tipo Maíz (M), con un régimen térmico Templado cálido (TE) y régimen húmedo Mediterráneo seco (Me)** en las estaciones de "Retiro" y "Barajas" y **régimen húmedo Mediterráneo húmedo (ME)** en la estación de "Chamartín". Por tanto se puede encuadrar como clima **MEDITERRÁNEO TEMPLADO**.

4.6.2. HIDROLOGÍA

La zona de estudio pertenece íntegramente a la Demarcación Hidrográfica del Tajo.

La traza proyectada no atraviesa ningún curso de agua permanente en la llamada actuación 1. En la denominada actuación 2, se interceptan tres cauces. Dos de ellos son de poca entidad al recoger el agua de un área reducida debido a que las numerosas obras en el entorno han cambiado radicalmente la configuración natural del terreno. El otro cauce interceptado es el Arroyo Pantorras que tiene D.P.H. pero no se afecta pues la ampliación del terraplén cae sobre el relleno existente.

4.7. PLANEAMIENTO

El ámbito del proyecto se engloba íntegramente en el término municipal de Madrid cuyo planeamiento vigente se corresponde al Plan General de Ordenación Urbana de 1997.

No obstante dicho planeamiento, en lo relativo a la AEO 00.08, ha sido modificado con fecha 30 de diciembre de 2016 (publicado en el BOCM el 31 de diciembre de 2016) para adecuarlo a los nuevos usos previstos para el entorno.

El suelo afectado corresponde principalmente a Suelo urbano, así como las zonas de reserva de la M-40.

4.8. TRÁFICO

El estudio de tráfico se ha realizado de manera conjunta con el “Proyecto de reordenación y mejora de accesos al nuevo estadio Wanda Metropolitano” desarrollado por el Ayuntamiento de Madrid y con el que deberá ser compatible el presente proyecto, pues se verá afectado por la nueva situación y se resume a continuación.

4.8.1. TRÁFICO EN EL VIARIO EXISTENTE

Para caracterizar el tráfico en el viario existente de acceso al ámbito se ha contado con la siguiente información:

- Datos de tráfico del Ministerio de Fomento. Fichas y tablas del Mapa de Tráfico 2014, 2015 y 2016.
- Aforo realizado durante la redacción del “Proyecto de trazado. M-40. Calzadas de servicio y otras actuaciones. Tramo: M-11 – Nudo de la Fortuna. P.k. 4,000 al 30,000. Subtramo. Enlace con la M-11 (Hortaleza) hasta sobrepasar el Enlace con la M-201 (Arcentales). P.k. 4,000 al 12,000. Provincia de Madrid. Clave: 49-M-12740”. Este aforo se realizó un día laborable de la última quincena del mes de septiembre de 2008, con una duración de 16 horas (de 6 a 22 horas).
- Aforos del ayuntamiento de Madrid de la Avenida de Arcentales y la Glorieta de Grecia.
- Matriz Origen-Destino incluida en el estudio de tráfico del Proyecto de Trazado. Autovía del Nordeste A-2. Remodelación del Nudo Eisenhower. T-5-M-14170, fecha: mayo de 2016.

4.8.1.1. DATOS DE TRÁFICO DEL MINISTERIO DE FOMENTO

Las estaciones de aforo utilizadas para caracterizar el tráfico del proyecto son las recogidas en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS Y LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES EN EL VIARIO OBJETO DE ACTUACIONES Y SU ENTORNO

Red	Estación	Carretera	PK	Localización	Tipo
Estatal	E-87	M-21	3,0	Coslada	Permanente
Estatal	E-111	M-40	9,5	Madrid-Canillejas	

Estatal	E-112	M-40	15,0	Madrid	Permanente
Estatal	M-214	M-14	6,50		Cobertura

En la estación E-87, en el periodo 2008-2016 se aprecia un decrecimiento total del 39,5 %, pero con una ligera tendencia alcista desde el año 2010.

En la estación E-111 se observa una disminución brusca en el año 2010, motivada probablemente por la reordenación de accesos a Arcentales. Desde ese momento, la IMD en ese punto se ha mantenido sensiblemente constante, reduciéndose en el periodo 2010-2016 un 4,0%.

En la estación E-112, se observa una disminución hasta el año 2009, momento en el que el tráfico total crece nuevamente, manteniéndose al igual que en el caso anterior sensiblemente constante. Presenta una variación acumulada en el periodo 2010-2016 del -0,9 %.

Por último, en la estación M-214 se observa una bajada de la IMD muy brusca entre los años 2009 a 2011, recuperando posteriormente valores similares a los del año 2008.

4.8.1.2. DATOS DE AFOROS DEL AÑO 2008

Durante la redacción del “Proyecto de trazado. M-40. Calzadas de servicio y otras actuaciones. Tramo: M-11 – Nudo de la Fortuna. P.k. 4,000 al 30,000. Subtramo. Enlace con la M-11 (Hortaleza) hasta sobrepasar el Enlace con la M-201 (Arcentales). P.k. 4,000 al 12,000. Provincia de Madrid. Clave: 49-M-12740” se realizaron varios aforos a lo largo del tramo durante un día laborable de la última quincena del mes de septiembre de 2008, con una duración de 16 horas (de 6 a 22 horas). A los efectos de este proyecto se consideran los aforos realizados en los siguientes puntos:

1. Entradas y Salidas a M-40 desde M-21 y M-14
2. Tronco de la M-40 entre enlace con M-21 y enlace con M-201
3. Enlace de M-40 con M-201

Los resultados de los aforos se han actualizado en las diferentes secciones del estudio.

4.8.1.3. DATOS DE AFOROS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID

Para la caracterización del tráfico urbano en las inmediaciones del proyecto, además de los datos antes mencionados se cuenta también con aforos realizados por el Ayuntamiento de Madrid en campañas semanales distribuidas entre 2009 y 2016 en los distintos accesos de la plaza de Grecia, incluido un estudio completo de los movimientos en la intersección en 2013.

4.8.1.4. DATOS DEL NUDO EISENHOWER

El estudio de tráfico contenido en el proyecto de trazado de la remodelación del nudo Eisenhower abarca un ámbito más amplio que el propio enlace, incluyendo el enlace consecutivo en el sentido descendente de los PP.KK. en la carretera M-14 y objeto del presente proyecto.

Las matrices origen/destino contenidas en dicho proyecto se han utilizado para estimar, en el enlace objeto de estudio, del total de vehículos que circula en sentido sur por la M-14 y abandona la calzada, que proporción se dirige hacia la M-40 norte y que proporción se dirige hacia la M-21 (por el ramal incluido en el presente proyecto).

4.8.2. TASAS DE CRECIMIENTO

Para actualizar las diferentes IMD al año de puesta en servicio, que se estima será el 2019 para el conjunto total de las obras, se realiza una actualización en dos etapas.

La primera etapa consiste en realizar la correlación entre las IMD de distintos años y el 2016, para lo que se utilizan 4 tasas de crecimiento, según la zona del proyecto que se esté analizando. De esta forma se define:

1. Tasa de crecimiento para zona urbana.

Dadas las fuertes variaciones registradas en los distintos puntos de aforamiento y la tendencia negativa del crecimiento, se considerará una tasa de crecimiento del 0% hasta 2016.

2. Tasa de crecimiento en la M-21

Esta ruta ha experimentado una reducción de tráfico (registrado en la estación permanente E-87) de un -4,99% anual, cifra que se usará como referencia en esta primera etapa.

3. Tasa de crecimiento en la M-14

Se considera un crecimiento del 0% a partir del último dato disponible como opción más conservadora frente a los datos negativos de los acumulados.

4. Tasa promedio

Para aquellos tramos que no están directamente vinculados a los anteriores se utilizará una tasa promedio ponderada con los tráficos circulantes en estos tres puntos y en la estación E-112. La tasa resultante se cifra en el 1,33%

La segunda etapa corresponde a la prognosis de tráfico desde 2016 hasta 2019. Para dicho periodo, y de acuerdo a las recomendaciones establecidas en la Orden FOM/3317/2010 sobre incrementos de tráfico a utilizar en estudios de 2017 en adelante, se toma una tasa de crecimiento idéntica para todos los movimientos de 1,44% anual.

4.8.3. PORCENTAJE DE PESADOS

El porcentaje de pesados varía notablemente, tanto en la evolución histórica como entre la M40 y los viarios urbanos.

A partir de los datos históricos de las estaciones de aforo que se han considerado en el estudio se obtienen los promedios de porcentaje de pesados que se recoge en la siguiente tabla:

	Promedio 2010-2014
E-111	4,65%
E-112	6,35%
E-87	7,88%
M-214	7,70%

En los tramos urbanos el porcentaje de pesados es significativamente inferior, siendo el promedio ponderado de las estaciones de aforo urbanas de 1,82%.

4.8.4. INTENSIDAD MÁXIMA HORARIA

En prácticamente todos los tramos asociados a la M-40 en la zona de estudio se produce tráfico alterado un número de horas significativas.

En las estaciones de aforo se han identificado los siguientes datos de Intensidad para la hora de máxima intensidad, para la hora 30 y para la hora 100, así como la máxima intensidad en cada una de las calzadas:

	IMH C1	IMH C2	I1	I30	I100
E-111	3176	7620	8306	7983	7553
E-112	7748	7736	14343	13363	12703
E-87	4324	4548	6689	6356	6132
M-214	6730	6355	n.d.	n.d.	n.d.

4.8.5. VARIACIONES DEL FLUJO DE TRÁFICO CON LA NUEVA DISTRIBUCIÓN VIARIA

La aparición de los nuevos viales del proyecto y las conexiones asociadas dan lugar a una nueva distribución de los flujos de tráfico.

Los principales cambios identificados son los siguientes:

1. Parte del tráfico que accede a San Blas por la calle Arcentales lo hará a través de la nueva conexión con la Av. Luis Aragonés. Se cifra dicho flujo en un 40% de los vehículos que toman el ramal lateral de la glorieta de intersección de la M-40 con Arcentales.
2. Parte del tráfico que sale de San Blas por la calle Arcentales dirección M-40 sur lo hará a través de la nueva conexión con la Av. Luis Aragonés. El cambio de ruta tendrá menor impacto ya que el recorrido, para la mayoría de los usuarios, será mayor que el actual, por lo que se producirá principalmente cuando el trayecto actual se encuentre congestionado. Se cifra dicho flujo en un 10% de los vehículos que actualmente toman el ramal de conexión de la calle Arcentales con la M-40 sur.
3. El tráfico en la vía de servicio se verá incrementado desde su inicio por los vehículos que toman la salida de la intersección con la Av. De Canillejas a Vicálvaro.

4. La distribución de los vehículos procedentes de la M-14 y de la M-21 según su destino (M-40 o vía de servicio) se producirá con antelación reduciendo su interacción con otros tráficos. Este cambio es debido a la construcción de los nuevos ramales objeto del presente proyecto.
5. Se retrasa la incorporación de los vehículos procedentes de la M-14 (sentido sur) a la M-21 suprimiendo el trenzado existente.
6. Finalmente se retrasa la incorporación de los vehículos procedentes tanto de Coslada y Arcentales como de la M-14 y M-21 al tronco de la M-40.

La aplicación de estos cambios da lugar a la siguiente distribución de tráficos en los ramales del presente proyecto:

Descripción	IMD sin variantes	IMD con variantes	IMDp con variantes
M21 a nueva vía de servicio	-	4.976	393
M14 a nueva vía de servicio	-	9.216	710

4.8.6. INCREMENTO DE TRÁFICO ASOCIADO A LAS NUEVAS ACTIVIDADES

Para la valoración de los efectos sobre el tráfico se cuenta con los datos aportados por los siguientes documentos:

- Adaptación del Plan de Movilidad Sostenible del Estadio de Fútbol situado en el ámbito A.O.E.00.08 "Parque Olímpico Sector Oeste". Prointec – Octubre 2014
- Estudio de Movilidad y Adecuación de Infraestructuras de Transporte en el entorno de la M-40, A-2 y M-201 (ESMIPOL). Febrero 2010

En dichos estudios se identifica el origen de los asistentes al estadio, tanto a nivel municipal como en ámbitos geográficos superiores, además de sus preferencias a la hora de utilizar distintos modos de transporte para acceder al estadio.

A partir de los datos recogidos en los citados informes se han identificado los siguientes flujos de tráfico según su origen:

	M-40 Sur		M-40 Norte		M-21		M-14	
	Ligeros	pesados	Ligeros	pesados	Ligeros	pesados	Ligeros	pesados
Número	2.699	86	1.212	32	387	17	260	9
Porcentaje	52,6%	57,3%	23,6%	21,3%	7,5%	11,3%	5,1%	6,0%

	A-2 (M-14)		M-201		Viarío interior	
	Ligeros	pesados	Ligeros	pesados	Ligeros	pesados
Número	313	2	150	3	109	-
Porcentaje	6,1%	1,3%	2,9%	2,0%	2,1%	0,0%

La presencia de estos tráficos se estima en las dos horas previas al encuentro para los tráficos de entrada, distribuyéndose el 60% del tráfico en la hora inmediatamente anterior y el 40% una hora antes. El tráfico de salida se concentrará en la hora posterior a la conclusión del encuentro en sentido contrario.

El impacto sobre la IMD e IMDp, calculado sobre 25 partidos anuales, es poco significativo. Los valores obtenidos en los ramales del presente proyecto fueron los siguientes.

Descripción	Sin Estadio		Con Estadio	
	IMD	IMDp	IMD	IMDp
M21 a nueva vía de servicio	4.976	393	5.003	395
M14 a nueva vía de servicio	9.216	710	9.256	712

El impacto sobre la Intensidad Máxima Horaria depende de la coincidencia de los horarios de generación de tráfico y el reparto horario de los tráficos en cada vial.

En las estaciones E-111 y E-87 de la zona de estudio los mayores tráficos se producen en horario de mañana los días laborales (6:00-9:00), mientras que en la estación E-112 las horas punta son a primera hora de la tarde (14:00 – 15:00) y media tarde (18:00 – 19:00).

4.8.7. NIVELES DE SERVICIO

Para la determinación de los niveles de servicio se ha considerado el criterio de valoración establecido por el HCM 2010.

Los niveles de servicio obtenidos en este caso fueron los siguientes:

		Con variantes				
		IMD	IHP	Carriles	I/C	LoS
51	M21 a nueva vía de servicio	5003	450	1	0,27	B
54	M14 a nueva vía de servicio	9256	833	1	0,51	C

4.9. TRAZADO

Los ramales objeto de este proyecto se han diseñado considerando los condicionantes que se listan en el siguiente apartado para obtener las características geométricas especificadas después.

El proyecto se compone de 7 ejes (cinco de ellos en la actuación 1 y dos en la actuación 2). Todos ellos corresponden a ramales de enlace y a la vía colectora.

ACTUACIÓN 1

- EJE 3: Nuevo ramal unidireccional que conecta la M-21 con la vía colectora de la M-40, proyectada en la margen derecha de la misma.
- EJE 18: Ramal unidireccional existente que conecta la M-21 con la M-40 dirección sur
- EJE 19: Ramal unidireccional existente que conecta la M-14 con la M-40
- EJE 20: Nuevo ramal unidireccional que conecta la M-14 con la vía colectora de la M-40, proyectada en la margen derecha de la misma.
- EJE 21: Ramal unidireccional existente que conecta la M-14 con la M-21.

ACTUACIÓN 2

- EJE 8: Ramal unidireccional existente que conecta la M-14 con la M-21, sería la continuación del eje 21 de la actuación 1. En la actualidad conecta con la M-21 en la salida del ramal de conexión de la M-21 con la M-14, con un trenzado de escasos 50 metros.

El trazado proyectado se independiza de la M-21 mediante una vía colectora, pasa por encima del ramal de incorporación a la M-14 e incorpora el ramal de incorporación a la

M-21 desde la M-40 (eje 10) conectando más adelante con la M-21 mediante un carril de aceleración.

- EJE 10: Ramal unidireccional existente que conecta la M-40 con la M-21 dirección este.

4.9.1. CONDICIONANTES DE TRAZADO

Los condicionantes que se han considerado a la hora de determinar el trazado objeto de este Proyecto, que se han clasificado en los siguientes grupos:

- Condicionantes ambientales
- Condicionantes arqueológicos
- Condicionantes del planeamiento
- Condicionantes del drenaje
- Condicionantes de servicios afectados
- Condicionantes de trazado

4.9.2. PARÁMETROS DE TRAZADO

4.9.2.1. DEFINICIÓN

El trazado (tanto en planta como en alzado) en general se realiza por el borde interior del carril ya que en su mayoría se trata de ramales.

ACTUACIÓN 1

La definición en planta y alzado de los ejes 18, 19 y 21 se realiza por el borde izquierdo de la calzada.

La definición en planta y alzado de los ejes 3 y 20 se realiza por el borde derecho de la calzada.

ACTUACIÓN 2

La definición en planta y alzado de los ejes 8 y 10 se realiza por el borde izquierdo de la calzada.

4.9.2.2. VELOCIDAD DE PROYECTO

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

NOMBRE	LONGITUD	VELOCIDAD
ACTUACIÓN 1		
EJE 3. EJE 3. ENLACE 2. RAMAL 1	565,299 m	50 km/h
EJE 16. MODIFICACIÓN M-21	278,486 m	50 km/h
EJE 18. ENLACE 2. RAMAL 2	927,139 m	50 km/h
EJE 19. ENLACE 2. RAMAL 3	475,400 m	50 km/h**
EJE 20. ENLACE 2. RAMAL 4	295,736 m	50 km/h
EJE 21. ENLACE 2. RAMAL 5	193,308 m	40 km/h**
ACTUACIÓN 2		
Eje 8. AMPLIACIÓN DE LA M-21	1.215,917 m	50 km/h**
Eje 10. RAMAL INCORPORACIÓN M-21	297,354 m	70 km/h

ACTUACIÓN 1

El eje 19 actualmente tiene una limitación de velocidad de 80 km/h, excepto el carril exterior que está limitado a 70 km/h ya que el ramal de deceleración se encuentra limitado a 50 km/h.

De acuerdo con las consideraciones anteriores la velocidad de proyecto considerada a efectos de diseño para los ramales unidireccionales es de 50 Km/h, salvo para el eje 21, con velocidad de proyecto de 40 km/h, ya que el trazado proyectado discurre sobre un ramal de enlace existente cuyo radio es de 59 m.

ACTUACIÓN 2

Eje 8, se ha trazado con una velocidad de 50 km/h excepto en la parte inicial que se mantiene los 40 km/h con los que está señalizado en la actualidad el ramal (radio de 60 m) y en la parte final de la actuación antes de la conexión del eje 10 que se pasa a 80 km/h.

Eje 10, la velocidad considerada es de 70 km/h ya que el radio con el que está diseñado es de 220 metros.

4.10. SECCIONES TIPO

ACTUACIÓN 1

Todos los ramales de enlace proyectados son de sentido único de circulación, con uno, dos o tres carriles. Los arcenes exterior e interior tienen anchuras de 2,50 m y de 1,00 m respectivamente. La anchura de los carriles de ramales de 2 o más carriles es de 3,50 m más el correspondiente sobreecho cuando el radio en planta es inferior a 250 m. En ramales de un solo carril la anchura del mismo tiene un mínimo de 4,00 m en todos los casos, salvo en aquellos donde el radio es inferior a 250 m y se requiere un sobreecho de más de 0,50 m, en cuyo caso se dispone un ancho igual a 3,50 m incrementado en el sobreecho, según la Instrucción 3.1-I.C.

Se han proyectado bermas de 1,00 metro. El talud de desmonte es 3H/2V y el talud de terraplén 3H/2V. En los márgenes en desmonte se dispone una cuneta triangular, con un ancho de 1,50 m, talud interior 3H/1V y exterior 2H/1V.

En el plano 2.7. se pueden ver con detalle todas las secciones tipo proyectadas en los cinco ramales objeto del proyecto.

ACTUACIÓN 2

Para poder construir la vía colectora en su parte inicial, es necesario reducir la sección de la M-21 de forma que se deje espacio para ubicar la nueva calzada. Por ello se pasa de una calzada con 3 carriles de 3,50 metros cada uno (10,5 m) a una calzada con 3 carriles de 3,25 metros (9,75 m).

El arcén interior se mantiene con una anchura de 0,50 metros, mientras que el exterior se reduce pasando de una anchura de 0,50 metros a una anchura de 0,25 metros.

- Calzada

En el eje 8 se ha dispuesto un carril con una anchura mínima de 4 metros con excepciones, la parte final en donde pasa a ser el carril de aceleración con una anchura de 3,50 metros y el cruce por debajo de la estructura del ramal de incorporación a la M-40 dirección sur desde la M-21 en donde se reduce la anchura a 3,75 metros entre los P.K. 0+400 y 0+440 con una transición de 50 metros antes y después del estrechamiento.

En el eje 10, en la actualidad la anchura de la calzada es de 2 carriles de 3,50 metros que se reduce a un solo carril antes de incorporarse a la M-21. En el trazado proyectado se mantiene la misma tipología pero en vez de conectarse con la M-21 directamente, primeramente se incorpora a la vía colectora y posteriormente a la M-21.

- Arcén

En el eje 8 se han dispuesto un arcén interior de 1 metro de anchura con las siguientes salvedades:

- Entre el P.K. 0+055 y 0+135, se ha reducido la anchura a 0,25 metros debido al reducido espacio existente entre la M-21 y el estribo de la estructura de la M-14.
- A partir del P.K. 0+155 la anchura es de 0,50 metros y a partir del P.K. 0+500 la anchura vuelve a tener un metro de anchura hasta la conexión con la M-21.
- El arcén exterior tiene una anchura de 1,50 metros con las siguientes excepciones:
 - Entre el P.K. 0+120 y 0+135, se ha reducido la anchura a 0,50 metros debido al reducido espacio existente entre la M-21 y el estribo de la estructura de la M-14.
 - A partir del P.K. 0+155 la anchura es de 1,00 metros reduciéndose entre los P.K. 0+400 y 0+440 en donde se reduce a una anchura de 0,50 metros ya que no hay espacio entre las pilas y el estribo del ramal, a partir del P.K. 0+490 la anchura vuelve a tener de anchura de 1,50 metros, excepto en la parte final en donde se convierte en el carril de aceleración y el arcén aumenta a una anchura de 2,50 metros.
- Se ha proyectado la reducción del arcén exterior a 1,0 metros, entre las secciones reducidas para evitar afectar a las estructuras, para evitar realizar un cambio brusco en la anchura del arcén en una longitud de 200 metros.

En el eje 10 se han mantenido las anchuras de los arcenes actuales, con un arcén interior de 1,5 metros y el exterior también de 1,50 metros excepto en la conexión con la vía colectora con una anchura de 2,50 metros.

- Berma

En el eje 8, se han dispuesto de bermas de una anchura de 1,0 metros de anchura, excepto entre los P.K. 0+395 y 0+440 en donde la berma se reduce a 0,50 metros debido al reducido espacio existente entre el estribo y las pilas de la estructura.

En el eje 10, se han dispuesto de bermas de una anchura de 1,0 metros de anchura.

4.11. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se obtienen los siguientes volúmenes:

ACTUACIÓN 1:

EXCAVACIONES (m ³)	Desmonte	Exc. saneo	D. Firme	Exc. Zap. Muro
EJE 3. M-21 a VÍA COLECTORA	581,5	337,5	0,0	137,8
EJE 18. M-21 a M-40	246,3	0,0	119,7	341,2
EJE 19. M-14 a M-40	648,8	173,3	247,9	0,0
EJE 20. M-14 a VÍA COLECTORA	1.007,2	72,9	0,0	0,0
EJE 21. RAMAL M-14 a M-21	231,1	62,7	1,1	0,0
TOTAL	2.714,9	646,4	368,8	479,0

RELLENOS (m ³)	Terraplén	Terraplén saneo	Rell. Zap. Muro
EJE 3. M-21 a VÍA COLECTORA	2.698,2	337,5	76,1
EJE 18. M-21 a M-40	190,0	0,0	194,0
EJE 19. M-14 a M-40	387,7	173,3	0,0
EJE 20. M-14 a VÍA COLECTORA	492,2	72,9	0,0
EJE 21. RAMAL M-14 a M-21	47,0	62,7	0,0
TOTAL	3.815,1	646,4	270,1

SUELO SELECCIONADO (m ³)	1 S.EST-3 (D)	2 S.EST-3 (T)	3 S.EST-1 (D)	4 S.EST-1 (T)	5 S.EST-1 (D)	6 S.EST-1 (T)
EJE 3. M-21 a VÍA COLECTORA	121,0	227,9	107,6	187,5	109,1	188,9
EJE 18. M-21 a M-40	75,6	40,1	67,2	30,0	69,2	27,8
EJE 19. M-14 a M-40	249,7	137,9	237,1	93,4	255,3	80,3
EJE 20. M-14 a VÍA COLECTORA	61,4	78,7	53,6	64,3	57,7	61,3
EJE 21. RAMAL M-14 a M-21	70,8	131,2	100,7	73,4	127,7	52,2
TOTAL	578,5	615,9	566,2	448,6	619,0	410,6

TIERRA VEGETAL (m ³)	Exc. T. vegetal	Revestimiento D. Vegetal	Revestimiento T. Vegetal
EJE 3. M-21 a VÍA COLECTORA	446,6	1,9	19,6
EJE 18. M-21 a M-40	150,9	0,0	0,0
EJE 19. M-14 a M-40	348,8	0,0	43,1
EJE 20. M-14 a VÍA COLECTORA	220,8	26,1	20,3
EJE 21. RAMAL M-14 a M-21	232,0	0,0	22,2
TOTAL	1.399,1	28,0	105,3

ACTUACIÓN 2:

EXCAVACIONES (m ³)	D. Tierra	Exc. saneo	Exc. Zap. Muro	D. Firme
EJE 8. VÍA COLECTORA. AMPLIACIÓN DE LA M-21	10.289,3	4.155,4	675,4	1.153,7
EJE 10. RAMAL INCORPORACIÓN M-21	468,9	0,0	0,0	128,1
TOTAL	10.758,1	4.155,4	675,4	1.281,8

RELLENOS (m ³)	Terraplén	Terraplén saneo	Rell. Zap. Muro
EJE 8. VÍA COLECTORA. AMPLIACIÓN DE LA M-21	11.244,8	3.900,9	217,6
EJE 10. RAMAL INCORPORACIÓN M-21	7,5	0,00	0,0
TOTAL	11.252,3	3.900,9	217,6

SUELO SELECCIONADO (m ³)	1S.EST-3 (D)	2S.EST-3 (T)	3S.EST-1 (D)	4S.EST-1 (T)	5S.EST-1 (D)	6S.EST-1 (T)
EJE 8. VÍA COLECTORA. AMPLIACIÓN DE LA M-21	1.661,1	1.172,1	1.483,1	921,0	1.595,1	870,2
EJE 10. RAMAL INCORPORACIÓN M-21	186,7	88,1	184,2	40,9	215,9	6,6
TOTAL	1.847,9	1.260,2	1.667,3	961,9	1.811,0	876,9

SUELO SELECCIONADO (m ³)	MAT TRANS. 1	MAT TRANS. 0	Suelo reforzado
EJE 8. VÍA COLECTORA. AMPLIACIÓN DE LA M-21	119,9	54,5	3.324,5
EJE 10. RAMAL INCORPORACIÓN M-21	0,0	0,0	0,0
TOTAL	119,9	54,5	3.324,5

TIERRA VEGETAL (m ³)	Exc. T. vegetal
EJE 8. VÍA COLECTORA. AMPLIACIÓN DE LA M-21	4.452,7
EJE 10. RAMAL INCORPORACIÓN M-21	249,4
TOTAL	4.702,1

Los resultados finales del movimiento de tierras son los siguientes:

- Movimiento de Tierras

ACTUACIÓN 1	VOLUMEN
Rellenos	4.731,6
- Mat. Excavaciones (50% de 3.193,9) x 0,85*	-1.357,4
NECESIDADES DE MATERIAL	+ 3.374,2
ACTUACIÓN 2	VOLUMEN
Rellenos	15.370,8
- Mat. Excavaciones (50% de 11.433,5) x 0,85*	-4.859,3
NECESIDADES DE MATERIAL	+ 10.511,5

* Coeficiente de paso del material procedente de la excavación.

NECESIDADES	VOLUMEN
Actuación 1	3.374,2
Actuación 2	10.511,5
TOTAL rellenos	13.885,7 m³

- Suelo seleccionado y estabilizado

ACTUACIÓN 1	VOLUMEN
Rellenos	3.238,7
- Mat. Excavaciones (25% de 3.193,9) x 0,85*	-678,7
NECESIDADES DE MATERIAL	+ 2.560,0 m³

ACTUACIÓN 2	VOLUMEN
Rellenos	11.924,0
- Mat. Excavaciones (25% de 11.433,5) x 0,85*	-2.429,6
NECESIDADES DE MATERIAL	+ 9.494,4 m³

* Coeficiente de paso del material procedente de la excavación.

NECESIDADES	VOLUMEN
Actuación 1	2.560,0
Actuación 2	9.494,4
TOTAL rellenos	12.054,4 m³

- Tierra vegetal

En cuanto a la tierra vegetal, en la actuación 1 del volumen total excavado de 1.399,1 m³, se utilizarían 133,3 m³ en el revestimiento de taludes y los restantes 1.265,8 m³ se utilizarán en restaurar la zona de instalaciones auxiliares.

En el caso de la actuación 2, se obtienen 4.702,10 m³ de tierra vegetal y se utilizan 1.720,20 m³ (8.601,013 m² por un espesor de 20 cm) en el recubrimiento de los terraplenes y desmontes, por lo que es necesario llevar a vertedero 2.981,9 m³.

- Material a vertedero

Del material excavado, el 25% se lleva a vertedero y también la excavación del saneo.

ACTUACIÓN 1		ACTUACIÓN 2	
Excavaciones	VOLUMEN	Excavaciones	VOLUMEN
25% Excavación	798,5	25% Excavación	2.858,4
Exc. saneo	646,4	Exc. saneo	4.155,4
TOTAL	1.444,9	TOTAL	7.013,8

Tierras a vertedero	VOLUMEN
Actuación 1	1.444,9
Actuación 2	7.013,8
TOTAL rellenos	8.458,7 m³

En el caso de la demolición de pavimentos, las mediciones son de 368,8 m³ en la actuación 1 y de 1.281,8 m³ en la actuación 2, lo que hace un total de 1.650,6 m³.

Además en la excavación del drenaje de la actuación 2 es necesario excavar 82,5 m³ en la margen izquierda de la M-21, se trata de restos depositados consistentes en restos de demolición (ladrillos, hormigones, etc...)

Los suelos se multiplican por un coeficiente de paso de 1,25 para llevarlos al vertedero, por lo que el volumen total será de 10.573,33 m³.

El volumen total de materiales que se transportaría a vertedero será:

Suelos	10.573,33 m ³
Tierra vegetal	2.981,90 m ³
Demolición de firme	1.650,60 m ³
<u>Excavaciones drenaje (demoliciones)</u>	<u>82,50 m³</u>
TOTAL VERTEDERO	15.288,33 m³

- Préstamos

Se concluye que el balance es deficitario, requiriéndose **25.940,10 m³** de material, de los cuales **13.885,7 m³** se podría obtener sin problema de las excavaciones obtenidas en las obras existentes en el entorno del área de intervención, dentro del área de la Peineta, mientras que los restantes **12.054,4 m³** destinados a suelos seleccionados y estabilizados que tienen que provenir de préstamos.

Resultado de las excavaciones

NECESIDADES	VOLUMEN
Actuación 1	3.374,2
Actuación 2	10.511,5
TOTAL rellenos	13.885,7 m³

El resumen de los suelos seleccionados y estabilizados sería:

NECESIDADES	VOLUMEN
Actuación 1	2.560,0
Actuación 2	9.494,4
TOTAL rellenos	12.054,4 m³

4.12. FIRMES Y PAVIMENTOS

En el presente apartado se recogen los firmes seleccionados tras el estudio pormenorizado de necesidades y costes.

Para la elección de la sección de firme se parte del análisis de los factores de dimensionamiento contemplados en la Instrucción 6.1-IC de Secciones de Firme. Estos factores son:

- Categoría de tráfico pesado.
- Categoría de la explanada.
- Materiales para la sección.

A partir de estos factores se seleccionan las posibles soluciones de las contempladas en el catálogo de firmes de la Instrucción 6.1-I.C., que satisfacen los requisitos anteriores, descartando las secciones que se consideren inadecuadas:

Finalmente, mediante un estudio técnico-económico, se seleccionan las secciones de firme adoptadas.

4.12.1. CATEGORÍAS POR TRAMOS

Aplicando los criterios de la Norma 6.1. I-C “Secciones de Firme” se ha obtenido las siguientes categorías de tráfico para el conjunto total de las actuaciones:

Ref	Descripción	Con Estadio		Nº Carriles	Tráfico en el carril de proyecto	Categoría de Tráfico	Sección adoptada
		IMD	IMDp				
37	Conexión M40 a M21	8315	656	1	656	T2	T1
51	M21 a nueva vía de servicio	5003	395	1	395	T2	T1
52	M21 a tronco M40	12205	962	1	962	T1	T1
53	M14 a tronco M40	25760	1984	2	1984	T1	T1
54	M14 a nueva vía de servicio	9256	712	1	712	T2	T1
51+52	M21 a tronco y nueva vía	17208	1357	2	1357	T1	T1
53+54	M14 a tronco y nueva vía	35016	2696	3	2292	T0	T0
60	M14 previo enlace	58408	4497	4	3822	T0	T0
61	de M14 a M40 norte (61)	13085	1008	1	1008	T1	T1
62	M14 despues de salida a M40	45323	3489	3	2966	T0	T0
63	de M14 a M21 (63)	10706	824	1	824	T1	T1
37+63	hacia M-21 sentido Este	19021	1480	1	1480	T1	T1

En el enlace (M-21 / M-14) se considera una categoría de tráfico pesado única T1, igual a la mayor de las existentes en sus ramales, con el fin de obtener una sección de firme uniforme en todo el enlace de cara a simplificar la ejecución de las obras, aunque se obtenga una sección sobredimensionada para alguno de los ramales del enlace. No obstante, se puede comprobar que las categorías de tráfico existentes en sus ramales no difieren en más de una categoría, por lo que el sobredimensionado de la sección de firme es mínimo.

4.12.2. SECCIÓN DE FIRME ADOPTADA

La sección de firme finalmente adoptada es la siguiente:

4.12.2.1. SECCIONES CON TRÁFICO T0

Entre las secciones propuestas por la Instrucción 6.1-I.C. para un firme que soporte una categoría de tráfico pesado T0, se ha elegido la sección 032 sobre explanada E3, debido a las siguientes razones:

- Del estudio económico anterior se deduce que esta sección resulta más económica que las demás contempladas.
- Es posible encontrar el tipo de material necesario para su ejecución en las proximidades de la obra.
- Tiene comportamiento homogéneo con los restantes tramos de la M-40.
- Existe abundante experiencia en el uso de secciones de firme con sub-base de suelocemento.

El esquema de las capas que componen la sección de firme y explanada, sobre desmonte o terraplén, es el siguiente:

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11 PMB 45/80-65	4 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11 PMB 45/80-65	4 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	6 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	6 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 35/50 G	10 cm	SUBBASE SUELOCIMENTO SC-20	35 cm
	SUBBASE SUELOCIMENTO SC-40	25 cm		
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm	S-EST 1	50 cm
SUELO MARGINAL				

4.12.2.2. SECCIONES CON TRÁFICO T1

Entre las secciones propuestas por la Instrucción 6.1–I.C. para un firme que soporte una categoría de tráfico pesado T1, se ha elegido la sección 132 sobre explanada E3, debido a las siguientes razones:

- Del estudio económico anterior se deduce que esta sección resulta más económica que las demás contempladas.
- Es posible encontrar el tipo de material necesario para su ejecución en las proximidades de la obra.
- Tiene comportamiento homogéneo con los restantes tramos de la M-40.
- Existe abundante experiencia en el uso de secciones de firme con sub-base de suelocemento.

Además, esta solución cuenta con la ventaja de ser similar en su composición a la del tronco y vías colectoras, aspecto importante a la hora de seleccionar el firme en los ramales de enlace.

El esquema de las capas que componen la sección de firme y explanada, sobre desmonte o terraplén, es el siguiente:

FIRME	CALZADA		ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11 PMB 45/80-65	4 cm	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11 PMB 45/80-65	4 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	6 cm	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	6 cm
	CAPA DE BASE M.B.C. AC22 base BC 35/50 G	10 cm	SUBBASE SUELOCIMENTO SC-20	30 cm
	SUBBASE SUELOCIMENTO SC-40	20 cm		
EXPLANADA E3	S-EST 3	30 cm	S-EST 3	30 cm
	S-EST 1	50 cm	S-EST 1	50 cm
SUELO MARGINAL				

4.12.2.3. ESTRUCTURAS

En tableros de estructuras la solución de firme consiste en una capa de rodadura de 4 cm de espesor de mezcla drenante tipo PA-11 y una capa de 5 cm de AC22 bin S, previa impermeabilización del tablero mediante mastic bituminoso.

Para la impermeabilización de los tableros de las estructuras, se utilizará mastic bituminoso en frío constituido por la combinación de un agregado mineral fino bien graduado, filler, polvo de celulosa y una emulsión bituminosa aniónica de rotura lenta.

FIRME	CALZADA Y ARCÉN	
	CAPA DE RODADURA M.B.C. PA-11 PMB 45/80-65	4 cm
	CAPA INTERMEDIA M.B.C. AC22 bin BC 35/50 S	5 cm
IMPERMEABILIZACIÓN MASTIC BITUMINOSO EN FRÍO		
TABLERO		

4.13. DRENAJE

4.13.1. DRENAJE TRANSVERSAL

Debido a las numerosas obras ejecutadas en el entorno, se ha alterado el relieve natural recogiendo las aguas de las zonas urbanizadas en la red de alcantarillado municipal. En la actuación 1 se interceptan cuencas menores que se salvan en viaducto. En la actuación 2 hay dos cauces interceptados:

- P.K. 0+168 del eje 8
- P.K. 0+455 del eje 8

En éste último no hay demasiadas dificultades, pues el cauce está bien definido y con un tubo convencional de 800 mm puede darse continuidad al flujo que incide hogaño en el marco que pasa bajo la autovía.

En el otro sí hay problemas pues el desagüe transversal es un caño de apenas 500 mm que no podrá desaguar el caudal previsto con la ampliación. Con lo cual, el flujo incidente se dividirá en dos: una parte por el tubo actual de 500 mm y disponer otro cuasi paralelo de 600mm en el punto bajo del terreno. Este conducto paralelo se ejecutará mediante hinca para evitar cortar el tráfico en la M-21 y será de 600 mm de diámetro

4.13.2. DRENAJE LONGITUDINAL

4.13.2.1. INTRODUCCIÓN

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por aquellos elementos que recogen el agua de la plataforma y sus márgenes, para conducirla hasta los puntos en los que es posible su evacuación.

4.13.2.2. SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL

En la actualidad el drenaje de las carreteras existentes consiste en cunetas revestidas, excepto en los ramales de enlace donde están sin revestir en algunos casos.

4.13.2.3. DRENAJE LONGITUDINAL DE LA PLATAFORMA

Para el cálculo de las diferentes obras de drenaje longitudinal, se han considerado los siguientes umbrales de escorrentía:

- (Po) de 1 mm para la plataforma y la superficie de la propia cuneta,
- (Po) de 8 mm en las zonas de talud por tratarse de terrenos urbanizados
- Coeficiente corrector regional correspondiente a la región 32 y a un periodo de retorno=25 años

El tiempo mínimo de concentración considerado ha sido de 10 minutos, pues tomar valores menores arroja unos caudales altísimos que no son realistas.

Como punto más problemático cabe citar un punto bajo junto al estribo del paso superior de la M-14 por las dificultades de desagüe natural. Se han proyectado unas arquetas de recogida en los puntos bajos de la autovía y el ramal nuevo, que desembocarán en un conducto que termina en un pocillo de donde sale el caño de 500 mm citado en el epígrafe 4.13.1

4.13.2.3.1. Caces

Se trata de un caz prefabricado de sección circular de 30 cm de diámetro como norma general con una ranura para permitir la entrada de agua sin ser un riesgo para los vehículos.

4.13.2.3.2. Cunetas

En este apartado se incluyen tanto las cunetas de desmonte como las cunetas de pie de terraplén.

Las cunetas de desmonte recogen la escorrentía de los taludes de desmonte, de las laderas adyacentes y la de la propia calzada cuando es peralte es favorable.

Las cunetas de pie de terraplén recogen la escorrentía de los taludes del terraplén y de la propia calzada cuando el peralte es propicio.

Se proyectan los siguientes tipos de cuneta:

- Cuneta triangular revestida en desmonte de 1,50 m de ancho y taludes 3:1 en el interior y 2:1 en el exterior (cuneta T-1).
- Cuneta triangular revestida reducida en la actuación 2.
- Cuneta trapecial en base de terraplén y en coronación de desmonte.

4.13.2.3.3. Canaletas

Son de hormigón polímero y de sección parabólica. Son dispositivos costosos, y se colocan por la escasez de espacio existente junto al punto bajo existente junto al estribo de la M-14. Sobre la coronación del muro de gravedad de la actuación 2, se coloca este elemento sin rejilla pues el coste de ésta es comparable al de la propia canaleta y está lejos del tráfico rodado.

4.13.2.3.4. Bordillos en coronación de terraplén

Este elemento recoge la aportación procedente de la plataforma, desaguando cada cierta distancia (50m como norma general) mediante una bajante prefabricada hacia el exterior. También se colocan en los puntos bajos del terraplén.

4.13.2.3.5. Bajantes

Hay dos tipos de bajantes:

- Prefabricadas de hormigón: que se disponen sobre los terraplenes

- Circulares de PVC que se colocan en dos lugares:

- En los estribos de las estructuras
- En el muro entre los ejes 3 y 18 al haber un punto bajo del caz adosado. Para evacuar el agua recogida en este punto, se dispondrá de una bajante de PVC anclada mediante abrazaderas metálicas al muro de nueva construcción.

4.13.2.3.6. Colectores

En la actuación 2 se dispondrá un colector a la salida del tubo hincado y conectará mediante al colector más próximo. Será de hormigón de 600 mm.

4.13.2.3.7. Pozos de registro

En la actuación 2 se colocarán en los extremos del caño hincado bajo la autovía. Serán de anillos prefabricados de hormigón.

4.13.2.3.8. Drenes

Bajo las cunetas revestidas de base de desmonte se dispondrán drenes para evacuar las aguas infiltradas, y prolongar así la vida útil de la explanada. Se adoptó un diámetro mínimo de 150 mm conforme a la Orden Circular vigente. El caudal que llega al dren es muy inferior a la capacidad del conducto, pero los diámetros menores complican la limpieza. Para reforzar la capacidad drenante, se rodea el dren de material granular permeable que a su vez queda envuelto en geotextil que retiene los elementos finos que pudieran obstruir el dren.

4.14. GEOTECNIA Y CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Las estructuras que se prevén construir dentro de la intervención objeto de proyecto, son las siguientes:

Denominación	Situación		Longitud (m)
	P.K. inicial	P.K. final	
ACTUACIÓN 1			
Viaducto eje 3	0+153	0+280	127
Viaducto eje 20	0+120	0+180	60
Ampliación estructura eje 19	0+000	0+075	75
Muro de contención eje 3	0+025	0+130	105
ACTUACIÓN 2			
Paso superior eje 8	0+270	0+300	30
Muro de contención eje 8	0+395	0+420	25
Ampliación estructura eje 8 sobre M-214	0+885	0+900	15

Cuadro 4.j. Listado de estructuras del proyecto.

A continuación se incluye una tabla resumen de las cimentaciones previstas para cada estructura, con las correspondientes cargas admisibles.

Estructura	Situación			Longitud (m)	Litotipo de apoyo	Tipo de cimentación	Cimentación directa			Cimentación directa		
	Eje	P.K. inicial	P.K. final				Profundidad de emplazamiento (m.)	Carga admisible (Kp/cm ²)	K ₃₀ para coeficiente de balasto (Kp/cm ³)	Diámetro pilotes (m)	Longitud pilotes (m)	Carga admisible (t)
Viaducto eje 3	3	0+153	0+280	127	Rc, T	Profunda	-	-	-	1,2	7,2	337,78
Viaducto eje 20	20	0+120	0+180	60	Rc, T	Profunda	-	-	-	1,2	7,2	337,78
Ampliación viaducto Eje 19	19	0+000	0+075	75	Rc, T	Profunda	-	-	-	1,2	7,2	337,78
Paso superior eje 8	8	0+270	0+300	30	Rc, T	Profunda	-	-	-	1,2	7,2	337,78
Ampliación estructura M-21 sobre M-214 eje 8	8	0+885	0+900	15	Rc, T	Semiprofunda	3-4	2,5	15	-	-	-

Cuadro 4.k. Resumen de cimentaciones de las estructuras.

Se resumen a continuación las principales características geotécnicas para las cimentaciones de los muros:

TIPO	Nº EJE	P.K. INICIO	P.K. FINAL	Longitud	RECOMENDACIONES	Carga Admisible (Kp/cm ²)	K30 para coeficiente de balasto (Kp/cm ³)
muro en pie de terraplén	8	0+300	0+370	70	Saneamiento de rellenos hasta alcanzar el sustrato con la cimentación	2.5	15
muro de contención	8	0+420	0+480	80	Saneamiento de rellenos hasta alcanzar el sustrato con la cimentación	2.5	15

Cuadro 4.l. Resumen de cimentaciones de muros.

4.15. ESTRUCTURAS

Actuación 1

Destaca la ejecución de 2 pasos superiores denominados PS3-0.20 y PS20-0.14, la ampliación del paso superior existente PS19 y la ejecución de un muro de contención al inicio del eje 3.

Actuación 2

Incluye un paso superior sobre el ramal de salida de la Autovía M-21, un muro de contención para posibilitar del paso del nuevo carril bajo la estructura existente sobre la M-21 y la ampliación de la estructura existente sobre la M-214 (Calle Campezo).

4.15.1. PASO SUPERIOR PS3-0.2

Se trata de un nuevo paso superior en el Eje 3, que discurre sobre la autovía M-40 y el ramal sur M-14 con M-40.

Para mantener los gálibos necesarios con estas vías, se plantea la realización de un paso superior de 4 vanos, denominado PS3-0.20 de 138.0m de longitud.

La distribución de vanos planteada es 27m+31m+53m+27m. El vano de mayor longitud está condicionado por el paso sobre el ramal y la M-40, previendo además en su configuración la posible ampliación de la autovía. De igual modo, la ubicación del estribo 1 y la primera pila, viene marcada por la necesidad de salvar el ramal M-14 norte.

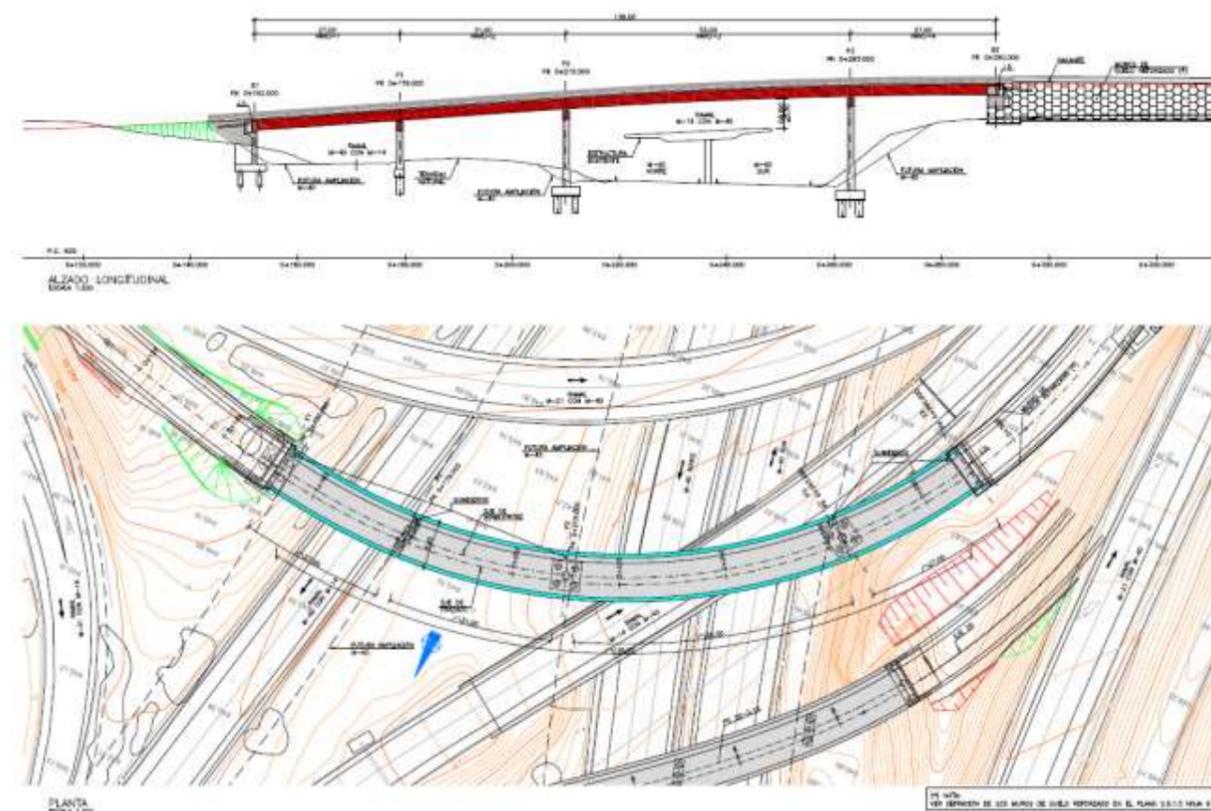


Figura 1. Alzado y planta general de la estructura PS3-0.2

La estructura consta de un tablero de 8.9m de anchura, formado por un carril de 4m, arcén exterior de 2.5m, arcén interior de 1.0m, y bordillos de 0.70m para alojar los pretilas.

Estructuralmente, el tablero se resuelve mediante una estructura mixta compuesta por un cajón metálico de canto constante de 1.80 metros, ancho superior entre almas de 4.40m e inferior de 2.20m, sobre el que se hormigona una losa superior con un canto de 0.25 m., conformando una sección de 2.05 metros de canto total. La esbeltez así establecida es de $L/25.8$ en vano principal.

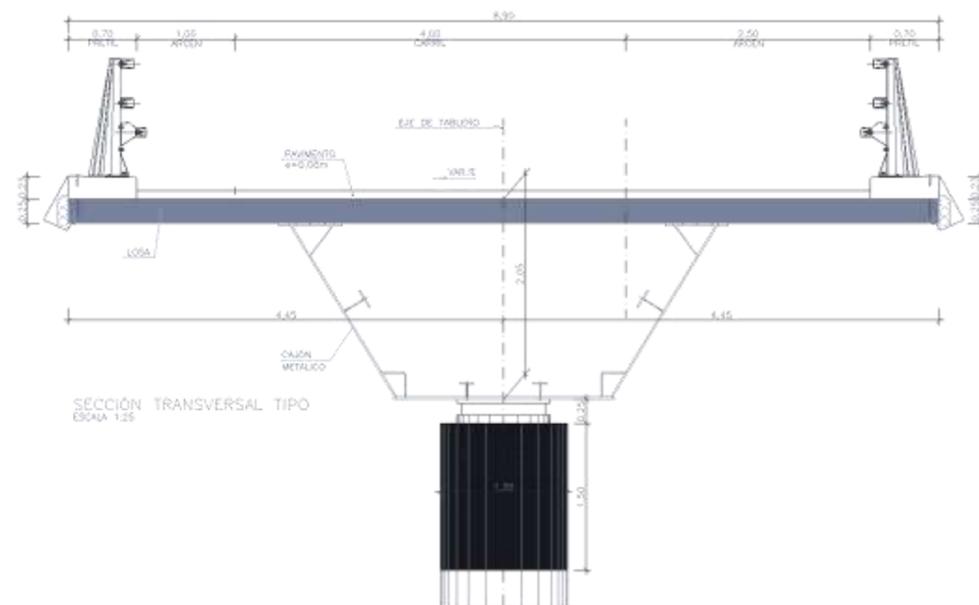


Figura 2. Sección transversal tipo PS3-0.2

Se ha planteado doble sección mixta para optimizar el empleo de los materiales del tablero. De esta manera se disponen losas de fondo en pilas, de 25cm de espesor sobre P1 y 30cm de espesor sobre pilas P2 y P3.

El apoyo se realizará en las pilas y estribos mediante apoyos de neopreno zunchado, siendo anclados en los estribos. En los estribos, además se dispone de un sistema de barras pretensadas para evitar el levantamiento de los neoprenos.

La estructura se construirá mediante montaje con grúa, colocando en primer lugar los vanos 1, 2 y 4, y cerrando la estructura con el montaje del vano 3. Los puntos de colocación de las grúas deben buscar la mínima afectación al tráfico existente, siendo necesario la ejecución de los trabajos en horario nocturno ante las actividades que requieran cortes de tráfico en la M-40.

La subestructura está formada por pilas, estribos y sus cimentaciones.

Destaca la necesidad de ejecución de un muro de suelo reforzado en el estribo 2 para evitar el vertido de tierras de terraplén a las vías existentes. Este muro se continuará en fases posteriores, en el presente documento se incluye su ejecución a cota definitiva desde el

cargadero del estribo hasta el PK 0+300 del eje 3, desde este punto se ha previsto una rampa provisional hasta el PK 0+325.

Cada pila está formada por un único fuste circular macizo centrado bajo el cajón. El diámetro de las pilas es de 1.30m. En la parte superior se dispone de una corona metálica unida a la pila mediante pernos, en el que se dejarán un total de 4 taladros de 60mm de diámetro a dos alturas. El objetivo de la corona y los taladros es servir como base para el anclaje del útil de gateo, en el posible caso de izado del puente para cambio de apoyos.

La tipología del estribo 1 es cerrado con aletas envuelta para evitar un vertido de tierras por delante excesivo. El estribo 2 se trata de un cargadero sobre un terraplén con muro de suelo reforzado.

La cimentación de todas las pilas y el estribo 1 es profunda, resuelta mediante pilotes de 1.2m de diámetro. La cimentación del estribo 2 es superficial, sobre el macizo de suelo reforzado.

4.15.2. PASO SUPERIOR PS20-0.14

El paso superior denominado **PS20-0.14** materializa la unión de los ramales M-21 con M-40 y M-14 con M-40. El eje 20 discurre sobre la autovía M-40, por lo que para mantener los gálibos necesarios en dicha autovía se plantea un paso superior de 4 vanos y 93m de longitud total.

La distribución de vanos planteada es 20m+28m+26m+19m. Esta distribución de vanos busca realizar la mínima afectación a la M-40, colocando las pilas centrales en la mediana de dicha autovía, y alejar las pilas laterales lo suficiente para permitir la futura ampliación de la M-40.

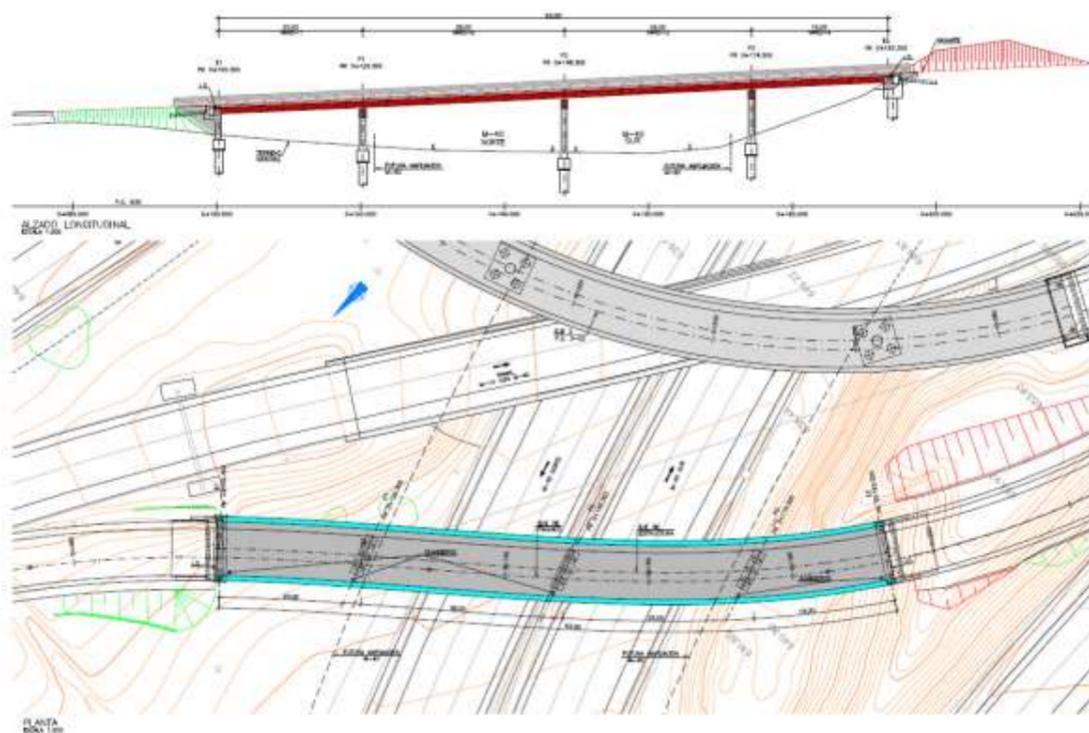


Figura 3. Alzado y planta general de la estructura PS20-0.14

La estructura consta de un tablero de 8.9m de anchura, formado por un carril de 4m, arcén exterior de 2.5m, arcén interior de 1.0m, y bordillos de 0.72m para alojar los pretilas.

Estructuralmente, el tablero se resuelve mediante una estructura mixta compuesta por un cajón metálico de canto constante de 0.90 metros, ancho superior entre almas de 4.30m e inferior de 3.00m, sobre el que se hormigona una losa superior con un canto de 0.25 m., conformando una sección de 1.15 metros de canto total. La esbeltez así establecida es de $L/24.3$ en vano principal.

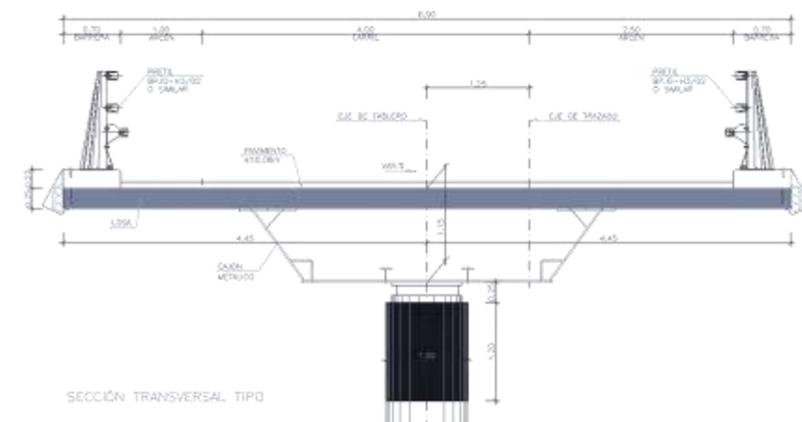


Figura 4. Sección transversal tipo PS20-0.14

Se ha planteado doble sección mixta para optimizar el empleo de los materiales del tablero. De esta manera se disponen losas de fondo en todas las pilas de 25cm de espesor.

El apoyo se realizará en las pilas y estribos mediante apoyos de neopreno zunchado, siendo anclados en los estribos. En los estribos, además se dispone de un sistema de barras pretensadas para evitar el levantamiento de los neoprenos.

La estructura se construirá mediante montaje con grúa, colocando y soldando secuencialmente los vanos 1, 2,3 y 4. Los puntos de colocación de las grúas deben buscar la mínima afección al tráfico existente, siendo necesario la ejecución de los trabajos en horario nocturno ante las actividades que requieran cortes de tráfico en la M-40.

La subestructura está formada por pilas, estribos y sus cimentaciones.

Cada pila está formada por un único fuste circular macizo centrado bajo el cajón. El diámetro de las pilas es de 1.00m. En la parte superior se dispone de una corona metálica unida a la pila mediante pernos, en el que se dejarán un total de 4 taladros de 50mm de diámetro a dos alturas. El objetivo de la corona y los taladros es servir como base para el anclaje del útil de gateo, en el posible caso de izado del puente para cambio de apoyos.

La tipología ambos estribos es cerrada con aletas envuelta para evitar un vertido de tierras por delante excesivo.

La cimentación de todas las pilas y estribos es profunda, resuelta mediante pilotes de 1.2m de diámetro.

4.15.3. AMPLIACION DE PASO SUPERIOR PS19

El paso superior PS19 resuelve el paso de la M-14 sobre la M-21. Las actuaciones sobre el paso superior tienen como objetivo la ampliación de la calzada derecha en 3.20m en 4 de los vanos existentes.

El tablero existente está constituido por vigas prefabricadas de 1.20 m de canto y losa de hormigón in situ, dando cabida a las dos calzadas. Las pilas están resueltas con fustes circulares de 1.00 m de diámetro y el estribo de salida está formado por un cargadero sobre un macizo de tierra armada.

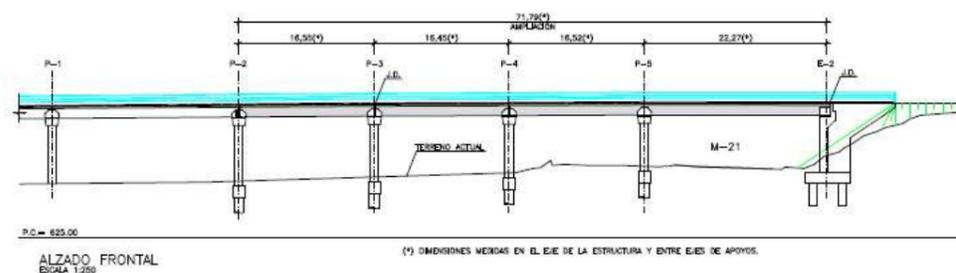


Figura 5. Alzado y planta general de la ampliación estructura PS19

Para la ampliación se plantea la ejecución de un tablero isostático de viga doble T más losa in situ, manteniendo la tipología y distribución de luces existentes, que en los vanos a ampliar son de 16.55m+16.45m+16.52m+22.27m, suponiendo una longitud total de 71.79m.

El tablero se resuelve mediante dos vigas prefabricadas doble T de 1.20 m de canto e intereje de 2.40 m. La losa superior tiene 0.20 m de espesor, conformando una sección de 1.40 metros de canto total. La anchura de la ampliación es de 3.20 m, con la siguiente distribución: 0.5 m de carril, 2.0 m de arcén y bordillo para pretil de 0.72 m.

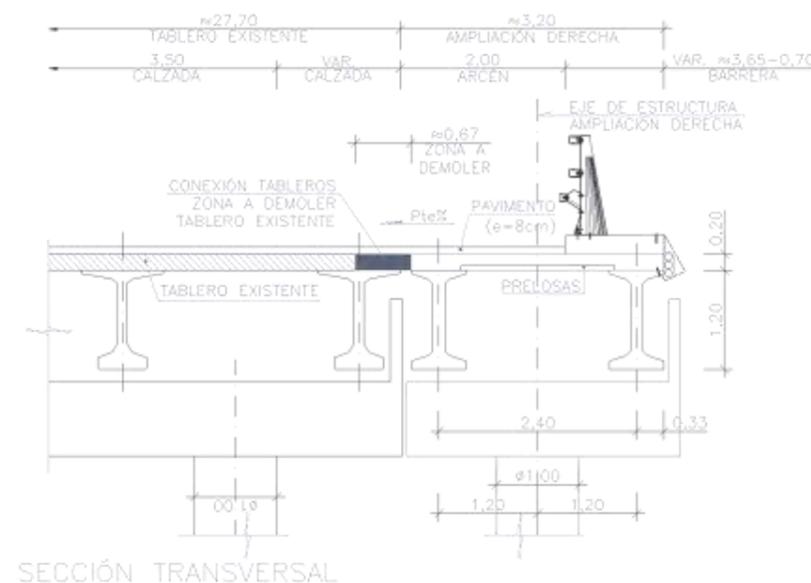


Figura 6. Sección transversal ampliación PS19

Como la ampliación requiere un ancho variable según las necesidades de trazado, el pretil se dispondrá a borde de arcén, siguiendo el trazado, rematándose la parte sobrante del tablero con la propia acera del pretil que tendrá así ancho variable.

La losa superior será solidaria a la losa existente mediante la demolición de unos 0.67 m del tablero existente que permitirán el solape de las armaduras de ambas estructuras. En caso de no ser posible el solape en condiciones adecuadas se realizarán taladros para la conexión de las armaduras.

La estructura se construirá mediante montaje con grúa. Los puntos de colocación de las grúas deben buscar la mínima afección al tráfico existente, siendo necesario la ejecución de los trabajos en horario nocturno ante las actividades que requieran cortes de tráfico.

La subestructura está formada por pilas, estribos y sus cimentaciones. Dado que no se amplía la totalidad de la estructura, sino sólo 4 de sus vanos, la ampliación carece de estribo 1, siendo el primer apoyo la pila 2.

Cada pila está formada por un único fuste circular macizo centrado con las vigas. El diámetro de las pilas es de 1.00 m. En la parte superior se dispone de cargadero empotrado a la pila de 3.18 m de ancho para permitir el apoyo de las vigas prefabricadas.

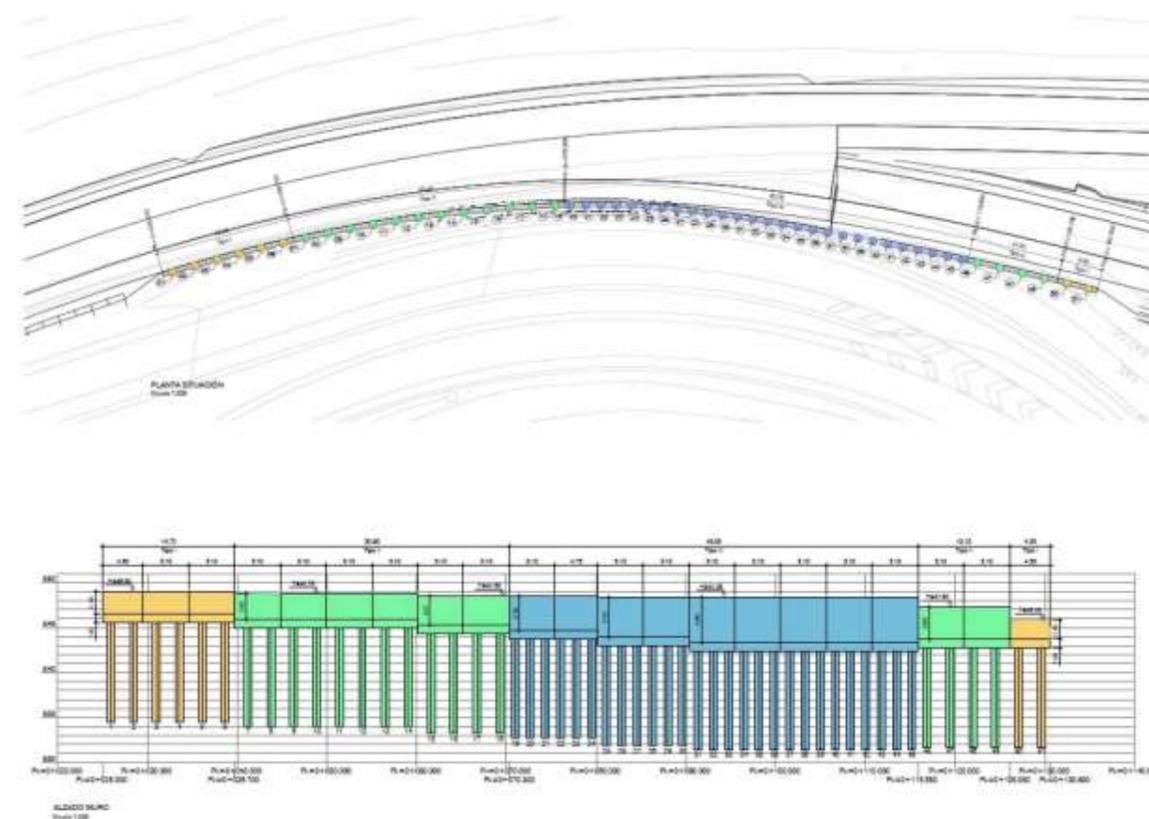
La tipología del estribo es cerrada con aletas envuelta para evitar un vertido de tierras por delante excesivo.

El apoyo se realizará en las pilas y estribos mediante apoyos de neopreno zunchado, siendo anclados en el estribo.

La cimentación de todas las pilas y el estribo es profunda, resuelta mediante pilotes de diámetro 1.2 m en pilas y de 1.0 m en estribos.

4.15.4. MURO

La estructura de contención de tierras planteada en el Eje 3 desde el P.K. 0+025.00 al P.K. 0+130.60 estará constituida por una serie de pantallas de pilotes sobre las que se ejecutará un conjunto de muros en ménsula de hormigón armado. Se distinguen tres tipos de estructura de contención en función de la altura máxima de tierras a contener:



Muros tipo 1: Diseñados para contener unas alturas de tierras menores o iguales a 2,60 m. El alzado del muro reposará sobre una pantalla de pilotes $\varnothing 850$ mm con un intereje de 2,55 m, barrenados con hélice continua. La coronación del muro presentará un canto de 0,30 m, variando éste en profundidad y alcanzando un espesor máximo de 0,51 m en la base.

Muros tipo 2: Diseñados para contener unas alturas de tierras entre los 2,60 m y los 3,60 m. El alzado del muro reposará sobre una pantalla de pilotes $\varnothing 850$ mm con un intereje de 2,55 m, barrenados con hélice continua. La coronación del muro presentará un canto de 0,30 m, variando éste en profundidad y alcanzando un espesor máximo de 0,60 m en la base.

Muros tipo 3: Diseñados para contener unas alturas de tierras entre los 3,60 m y los 5,00 m. El alzado del muro reposará sobre una pantalla de pilotes $\varnothing 850$ mm con un intereje de 1,70 m, barrenados con hélice continua. La coronación del muro presentará un canto de 0,30 m, variando éste en profundidad y alcanzando un espesor máximo de 0,72 m en la base.

Los pilotes estarán recogidos en cabeza por una viga de coronación de 1,35 m x 1,00 m.

4.15.5. PASO SUPERIOR PS8-0,28

Se prevé el diseño y cálculo de la estructura denominada Paso Superior PS8-0,28.

Dada la existencia de la vía inferior que será atravesada por el futuro paso superior, se contempla la solución de esta estructura apoyada únicamente en los estribos, evitando la utilización de pilas intermedias que pudieran interferir con dicho vial inferior.

La estructura tendrá una longitud de 32,10 m entre ejes de apoyos en estribos, teniendo su origen en el PK 0+266.000 y llegando al PK 0+298.100.

La sección transversal del tablero permite alojar:

- Una barrera rígida alojada en cada extremo de la sección transversal de 0,72 m de ancho.
- Una calzada de 5,5 m de ancho con 4 m hábiles para carriles y dos arcenes de 0,5 y 1 m respectivamente.

El ancho total de la estructura, resulta por tanto constante de 6,94 m.

4.15.6. MURO M8-0,32

Se plantea la construcción de un muro ménsula de gravedad, cuya tipología es la más frecuentemente utilizada, entre el P.K. 0+300 y el P.K. 0+368,56.

La sección de cálculo será de 3,00 m de altura, siendo la sección más adversa frente a cálculo.

4.15.7. MURO DE CONTENCIÓN M8-0,42

El muro de contención planteado en el Eje 8 desde el P.K. 0+395 hasta 0+420 consta de 8 metros de altitud, 0.25 m de espesor de 30 MPa de resistencia característica a 28 días y cuatro filas de anclajes de 40 mm de diámetro de acero Y1050H, 12 metros de longitud (6 m de bulbo) con una disposición 2 (T) x 2 (L), tesados inicialmente 20 T.

4.15.8. AMPLIACIÓN PASO SUPERIOR PS8-0,9

Se diseñará una ampliación de su sección transversal, la cual pasará a denominarse: "Ampliación Paso Superior PS8-0,9.

La estructura existente posee una longitud de 12,60 m entre ejes de apoyos en estribos.

Como se ha mencionado, en esta actuación se pretende ampliar la sección del tablero existente. Dicha ampliación será de 4 m a lo largo de toda la sección de la estructura y para ello se dispondrán dos módulos de viga prefabricada de hormigón pretensado de 2 m de ancho y 0,9 m de altura cada una de ellas. Posteriormente, sobre estas vigas se dispondrá una losa superior de hormigón armado ejecutada "in situ", obteniéndose un canto total de tablero de 1,08 m.

4.15.9. AMPLIACIÓN PASO SUPERIOR PS8-0,9

Se disponen dos muros de tierra armada en el Eje 8. Estos muros, de tierra armada o de suelo reforzado, son estructuras destinadas a la contención de desniveles verticales o de ángulo pronunciado, utilizando suelos compactados pro tongadas y reforzados con elementos metálicos (flejes).

En este caso habrá dos muros; el muro 8-0,12 margen izquierdo desde el P.K. 0+101,5 hasta 0+265 con una longitud de 163,5 metros y una altura máxima de 9,75 metros. El Muro 8-0,32 margen derecho desde el P.K. 0+299,55 hasta 0+314,71 con una longitud de 15,16 metros y una altura máxima de 6,75 metros.

Para cubrir con el cálculo de los distintos muros aquí definidos, se han establecido alturas de 3,6 y 9 metros para el muro 8-0,12 margen izquierdo y, alturas de 4 y 7 metros para el muro 8-0,32 margen derecho.

4.16. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se ha buscado compaginar el desarrollo de las obras, con las mínimas interferencias a los usuarios de los viales afectados, así como la seguridad de los operarios. Conforme a la norma vigente, las señales provisionales serán de fondo amarillento y las marcas viales naranjas. La complejidad de las labores en ciertos puntos, obligan a segregar los trabajos por fases. En ocasiones, se contará con refuerzos de señalistas en situaciones comprometidas como la llegada o salida de góndolas portando pilotadoras.

4.16.1. ACTUACIÓN 1

Se han identificado cuatro puntos críticos:

- Eje 3
- Eje 19
- Eje 20
- Muro entre ejes 18 y 3.

4.16.2. ACTUACIÓN 2

Se han identificado estos puntos críticos:

- Eje 8: incorporación a la M-21
- Estructura sobre el lazo M-21 — M-14
- Separación del eje 8 de la M-21 incluyendo el muro de bataches bajo la viga-artesa actual.
- Ensanchamiento M-21, en la confluencia con el final del eje 8.
- Paso sobre Campezo.
- Ensanchamiento M-21 tramo final.

4.16.3. MEDIDAS A ADOPTAR EN LA ACTUACIÓN 1

4.16.3.1. EJE 3

Se han considerado tres etapas problemáticas:

4.16.3.1.1. Construcción del estribo 1

Obliga a interrumpir el arcén de la M-14 sentido sur, con lo que se preverá la señalización vertical recogida en la normativa. Se dispondrán marcas viales naranjas en la zona de obras. Durante 35m se pondrán barreras portátiles para delimitar el acceso de las máquinas a la zona de obras.

4.16.3.1.2. Pilas 1 y 2

Aquí se interrumpiría el arcén interior de la M-14 sentido sur. A la señalización vertical provisional, se le añadirán marcas viales en amarillo. Además, en la zona de acceso de maquinaria, se preverá una barrera portátil para materializar la separación entre tráfico y zona de trabajos.

4.16.3.1.3. Pila 3 y estribo 2

Se ocuparía el arcén derecho de la M-40 sentido norte. Al ser muy ancho este arcén, la afección al tráfico habitual es reducida. Habrá que prever unos 65 m de barrera portátil para marcar la separación entre tráfico y zona de obra. Este acceso permitiría también abordar la construcción de pila y estribo del eje 20, con lo que ambas actuaciones pueden compartir desvío provisional.

4.16.3.2. EJE 19, AMPLIACIÓN M-14

Hay seis fases a destacar:

4.16.3.2.1. Construcción pilas 2,3 y 4 primera fase

La construcción de los vanos debe acometerse desde la M-21, pues la M-14 está en viaducto y hay una vía férrea cercana. Hay que habilitar unos accesos a la maquinaria desde la M-21 sentido oeste. Para ella se abrirían a ambos lados de la M-14 dos aperturas de unos 30 m. Hay gálibo bajo la M-14 para que pase la maquinaria por debajo. A partir de 300 m del primer acceso se dispondrían todos los elementos necesarios para efectuar el desvío: señalización vertical y marcas viales amarillas. Con barreras portátiles se formaría la separación entre zona de obras y tráfico normal.

En esta fase se ocuparía el arcén, pues hay que desmontar bionda y cerramiento

4.16.3.2.2. Construcción pilas 2,3 y 4 segunda fase

Una vez formadas las aperturas a la zona de obra, el arcén queda despejado y basta tan solo con formar una separación mediante barreras portátiles

4.16.3.2.3. Construcción pila 5 primera fase

La primera fase consistiría en la demolición del arcén interior de la M-21 sentido oeste. Al no ser una máquina excesivamente voluminosa (una mixta podría ejecutarlo) y el arcén amplio, no se hace indispensable interrumpir el carril izquierdo.

Bastaría con disponer señal vertical de aviso de inicio de obras, panel direccional y una barrera portátil para separar la zona de trabajos de la circulación habitual.

4.16.3.2.4. Construcción pila 5 segunda fase

Las dimensiones de la pilotadora obligan a cortar el carril izquierdo, con lo cual habrá que actuar en 600 m de la zona de obras. Se dispondría señal de aviso de obras, de reducción de velocidad, prohibición de adelantamiento y de estrechamiento, para canalizar todo el tráfico al carril derecho.

4.16.3.2.5. Estribo 2

Resulta factible habilitar un acceso desde el lazo que conecta la M-14 con la M-21 sentido este, para evitar así interferir en el tronco de la M-21. Así que se avisará con señalización vertical de inicio de obra y se formará una separación mediante barreras portátiles entre zona de obras y zona de circulación.

4.16.3.2.6. Montaje del tablero de la M-14

Por una parte, hay que cortar el tráfico en alguna de las calzadas de la M-21 en función del vano que se monte, que se llevará a cabo en horario nocturno. Respecto a la M-14 hay que restringir el carril derecho para permitir el montaje de las vigas, el desmontaje de los pretilos existentes, así como el montaje de los nuevos.

4.16.3.3. EJE 20

4.16.3.3.1. Estribo 1 y pila 1

Se localiza en el ramal que sale de la M-14 que se dirige a Arcentales y Coslada. No hay otro posible acceso al emplazamiento del estribo, con lo que habrá que habilitar un acceso desde aquí. Para ello habrá que desmontar la doble bionda, demoler el bordillo y

mover las farolas. Se prevería señal de aviso de obras, marcas viales en tono amarillo, y barreras portátiles de separación entre el lugar de obras y la calzada en servicio.

La pila y el estribo pueden compartir acceso, consiguiéndose así una afección reducida a la M-40.

4.16.3.3.2. Pila 2

Es la fase más complicada pues tal pila está situada en un lugar problemático: en la mediana estrecha de la M-40. En la calzada sentido sur, se aprovecharía la gran anchura del arcén para habilitarlo provisionalmente como carril.

En la calzada sentido norte, no queda otra opción que interrumpir el carril izquierdo y canalizar todo el tráfico a los dos carriles de la derecha.

4.16.3.3.3. Pila 3 estribo 2

Como se indicó en el epígrafe 4.16.1.3 pueden acometerse las dos pilas y los dos estribos desde el mismo acceso. Así, lo indicado en ese apartado es plenamente aplicable en este apartado.

4.16.3.4. MURO ENTRE EJES 18 Y 3

Debido a las características del muro y la máquina que va a ejecutarlo, la obra debe acometerse desde el nivel inferior, es decir el eje 3 que dispone solo de un carril. Las dimensiones de la pilotadora obligarán a cortar completamente este ramal al ser incompatible la ejecución del muro con el tráfico ordinario, con lo que habrá que prever cortes nocturnos y rutas alternativas.

4.16.4. MEDIDAS A ADOPTAR EN LA ACTUACIÓN 2

4.16.4.1. INCORPORACIÓN DEL LAZO PROCEDENTE DE LA M-14 SENTIDO SUR

En primer lugar se interrumpiría el carril derecho de la M-21 quedando dos carriles operativos. En la isleta se retirarían los hitos y se fresaría el cebreado para que pueda servir como parte del nuevo carril de aceleración.

4.16.4.2. ESTRUCTURA SOBRE EL LAZO M-21 — M-14 NORTE

Las afecciones se limitan al montaje del tablero por encima del lazo, porque es factible ejecutar gran parte de los trabajos desde fuera del ramal, y es preferible no habilitar accesos de maquinaria en el lazo, por el radio reducido del ramal que da lugar a una visibilidad escasa. Para el montaje de las vigas, habría que cortar en horario nocturno el ramal y efectuando el giro impedido a la izquierda, por la glorieta Arcentales.

4.16.4.3. M-21 (EJE 8 ENTRE 0+300 Y 0+440)

En primer lugar se retirarían los elementos de balizamiento para que la isleta pueda servir de acceso a la maquinaria, y se delimitaría la zona de obra.

Aquí hay dos condicionantes: el muro de bataches bajo la vía artesa, que se ejecutará con medios un tanto elementales y la presencia de un cauce pronunciado en el 0+456

4.16.4.4. ENSANCHAMIENTO HASTA CALLE CAMPEZO

Se ha previsto habilitar un acceso para maquinaria en torno al P.K. 0+790 del eje 8 por el escaso desnivel con el terreno próximo con el fin de ejecutar la mayor parte de los trabajos desde fuera de la calzada.

Una vez ejecutada la ampliación del eje 10 y parte del 8, puede habilitarse un acceso para maquinaria en el P.K. 0+600 del eje 8 para completar los tramos pendientes.

4.16.4.5. PASO SOBRE CALLE CAMPEZO

Se trabaja en los dos estribos, y las propuestas a adoptar para cada uno de ellos es similar pues son análogas las labores a ejecutar, así como las características de los estribos y los arcones.

Se delimitaría la zona de obras mediante barreras provisionales, aun a costa de ocupar el arcén contrario.

Para montar el tablero, habrá que cortar esta calle en horario nocturno para reducir molestias a los usuarios. También se afecta a la vía superior (M-21) porque ha de desmontarse el pretil existente y colocar el nuevo, y se preverán elementos de aviso y delimitación de zona de obras.

4.16.4.6. TRAMO FINAL

Como resulta complicado ejecutar las obras desde el exterior, dado el desnivel pronunciado entre la calzada con el terreno adyacente, debe ocuparse el arcén, lo que implica una pérdida de funcionalidad del carril derecho.

4.17. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

Se define en el presente apartado, así como en los planos y pliegos que complementan esta memoria, las marcas viales, señalización, balizamiento y defensa necesarios para alcanzar un adecuado grado de seguridad, eficacia y comodidad en la circulación de los vehículos, tanto en lo relativo a la señalización de orientación como a las de regulación, así como en las medidas de protección al conductor.

Los elementos definidos se corresponden con: marcas viales, señalización vertical de reglamentación, señalización vertical y paneles de orientación, balizamiento y defensa. Los dos primeros tienen como misión establecer las normas de comportamiento en la vía, el tercero y el cuarto tienen como misión informar al conductor permitiendo adelantar sus maniobras y hacerlas más seguras y el quinto se centra en proporcionar protección ante posibles accidentes.

La señalización establecida se ajusta a la normativa del Ministerio de Fomento.

4.17.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Para garantizar una correcta señalización vertical se debe reponer la señalización existente, adaptándola a la nueva situación, pero garantizando la correspondencia con la señalización existente fuera del tramo en las diferentes vías, y añadir la que la nueva composición del trazado requiera.

Las señales triangulares de advertencia de peligro, así como la señal de reglamentación R-1 tendrán un lado de 1750 mm cuando estén ubicadas en la autovía y un lado de 1350 mm cuando se ubiquen en vías de servicio o ramales de enlaces. En el casco urbano podrá reducirse a 900 mm.

Las señales circulares de reglamentación tendrán un diámetro de 1200 mm cuando estén ubicadas en la autovía y un diámetro de 900 mm cuando se ubiquen en vías de servicio o ramales de enlaces. En el casco urbano podrá reducirse a 600 mm de diámetro exterior.

Las señales cuadradas de reglamentación tendrán un lado de 1200 mm cuando estén ubicadas en la autovía y un lado de 900 mm cuando se ubiquen en vías de servicio o ramales de enlaces. En el casco urbano podrá reducirse a 600 mm.

Las señales octogonales de reglamentación R-2 tendrán un apotema de 600 mm cuando estén ubicadas en la autovía y de 450 mm cuando se ubiquen en vías de servicio o ramales de enlaces. En el casco urbano podrá reducirse a 300 mm.

Las señales de indicación se ajustarán igualmente, según la tipología y contenido, a las dimensiones equivalentes a las anteriores según el tipo de vía.

Los carteles sobre pódico se ajustarán a lo establecido en la normativa y a los planos del presente proyecto, tanto en las dimensiones de los paneles como en el contenido y color de los mismos.

Las señales se ubicarán a una altura de 2,0 metros, medida entre el borde de la calzada y el borde inferior de la señal. Reduciéndose a 1,80 metros en vías de servicio y ramales de enlace y a 1,50 metros en el casco urbano cuando no se ubiquen en zonas destinadas al tránsito de peatones. En el caso de los pódicos y banderolas el galibo libre bajo el borde inferior del cartel nunca será menor a 5,50 metros.

Los carteles flecha ubicados en desvíos y bifurcaciones respetarán una diferencia de cota entre la calzada y el borde inferior del cartel de 2,20 metros.

Las señales se ubicarán en el margen de la calzada indicado en los planos del proyecto, fuera de la calzada. Deberán, además, colocarse de forma que tengan su plano frontal ligeramente desviado hacia afuera, formando un ángulo de 93° con respecto a la línea de borde de la calzada.

4.17.1.1. SEÑALIZACIÓN EXISTENTE

La señalización existente en el tramo afectado por las obras se tapaná durante la ejecución de las mismas si el hecho indicado no tuviese efecto en dicho momento. Así mismo

se retirará de forma permanente aquella señalización que deje de ser necesaria tras las modificaciones realizadas.

Durante la ejecución de las obras se retirarán solo aquellas señales que sea necesario, reponiéndose al final de las mismas si no se indica lo contrario.

4.17.1.2. SEÑALIZACIÓN ADICIONAL

Además de la señalización existente que se vaya a conservar, se deben situar nuevas señales que prevengan sobre la nueva situación de la calzada y los nuevos peligros que puedan aparecer, así como los que ya existiesen y no estuviesen señalizados.

La nueva señalización consistirá en:

- Paneles de indicación sobre pódicos y banderolas
- Carteles Flecha en salidas y bifurcaciones.
- Señales de fin de autopista y autovía (S-2a).
- Señales de limitación de velocidad R-301
- Señales de “Ceda el paso”
- Señales de Bifurcación de carriles S-62

En el plano correspondiente se incluye la situación exacta de la señalización.

4.17.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL PERMANENTE

Las marcas viales permanentes serán de color blanco y reflectantes.

Las características de los materiales a emplear y la ejecución de las marcas se definen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En el plano correspondiente se incluyen todas las marcas permanentes sobre la calzada una vez terminada la obra, las cuales se ajustan en uso, nomenclatura y dimensiones a lo estipulado en la norma 8.2 – IC de Marcas Viales.

4.17.2.1. MARCAS LONGITUDINALES DISCONTINUAS.

Distinguimos tres tipologías de marca longitudinal discontinua con características distintas.

Marca longitudinal discontinua para separación de carriles normales

Se utiliza la línea M-1.2 para zonas con velocidad de circulación comprendida entre 60 y 100 Km/h. Estas marcas tendrán una longitud de trazo de 3,5 m y una distancia entre trazos de 9 m, con una anchura de línea de 0,1 m.

Marca longitudinal discontinua para separación de carriles especiales o carriles de entrada o salida

Se utiliza la marca M-1.7 todo el área del proyecto para marcar carriles de trenzado, carriles de aceleración y salidas de las autopistas, autovías y vías de servicio del proyecto, ya que en todas ellas la velocidad está limitada a 100 km/h o menos. Esta marca consiste en trazos de 1 m, separados igualmente 1 m. y con una anchura de 0,3 m.

Se utiliza la marca M-1.8 como preaviso de bifurcación de la calzada, previa aparición de una zona no transitable de cebreado. Esta marca queda definida con intervalos de 1 m separados igualmente 1 m y con una anchura de 0,5 m.

4.17.2.2. MARCAS LONGITUDINALES CONTINUAS

El presente proyecto solo incluye una tipología de línea continua.

Marca longitudinal continua para borde de calzada

Se utilizará la marca M-2.6 para vías con velocidad igual o inferior a 100 Km/h. La anchura de la línea continua será de 0,15 m cuando el arcén tenga una anchura igual o superior a 1,5 m y con una anchura de 0,1 m en caso contrario.

4.17.2.3. CEBREADOS

Se utiliza la tipología de cebreado M-7.1 delimitado con la línea que corresponda a la zona donde se ubique el mismo. Se ubican principalmente en los puntos donde existe una salida, una bifurcación o una confluencia.

Las franjas oblicuas deben ser aproximadamente perpendiculares a la dirección del movimiento prohibido con una anchura de 1m y un espaciamiento perpendicular a la línea de 2,5 m.

4.17.3. BALIZAMIENTO

En el presente proyecto el balizamiento está constituido por dos grupos de elementos:

- Captafaros verticales anclados a los sistemas de contención
- Hitos de vértice y balizas en salidas y bifurcaciones.

4.17.3.1. CAPTAFAROS VERTICALES

Los captafaros se colocarán atornillados a las barreras de seguridad y estarán constituidos por dos paneles reflectantes con un ángulo de 30º entre ellos.

Los paneles tendrán una superficie de reflexión mínima de 50 cm², de color amarillo reflexivo de nivel 3 en la cara visible en el sentido de la marcha y blanco reflexivo de nivel 3 en el sentido opuesto.

Los captafaros se ubicarán en la barrera a una distancia máxima de 8 metros, coincidiendo con la unión de los tramos de barrera cuando se coloquen sobre la barrera metálica y a una distancia máxima de 25 m al colocarse sobre la barrera de hormigón.

4.17.3.2. HITOS DE VÉRTICE Y BALIZAS

Se utilizará hitos del tipo HV-200 verdes con flechas reflexivas blancas nivel 2 y material polimérico flexible. Se fijarán sin anclajes mediante relleno con grava o gravilla hasta una altura aproximada de 20 cm.

Las balizas tienen la función de complementar la información del hito de vértice.

Se utilizará el modelo CH-75 de 20 cm de diámetro y 75 cm de altura. Serán de color verde con dos bandas reflectantes blancas de nivel 2 de 10 cm de espesor y situadas a 30 cm y 50 cm de la base respectivamente.

Se fijarán por su base de modo que en caso de arrancamiento, rotura o deformación no se produzca riesgo para el tráfico rodado.

4.17.4. BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

La colocación de estos sistemas de seguridad y la tipología de los mismos está determinada por el riesgo de que se produzca un accidente muy grave, grave o normal, la distancia existente desde la calzada al elemento que dé lugar a dicho riesgo y las consecuencias del impacto contra el sistema de seguridad.

Se complementan los criterios establecidos en la normativa con un objetivo de uniformidad de los sistemas en el ámbito del proyecto.

4.17.4.1. RIESGO DE ACCIDENTE

El riesgo de accidente se considera grave en los ejes 3 y 8 y normal en el resto. Esta circunstancia definirá el tipo de barreras a emplear.

4.17.4.2. ANCHURA DE TRABAJO

Se fija para los nuevos ramales del proyecto una anchura de trabajo W3 en barreras (0,8 a 1,0 m). En pretiles se dispone un ancho de trabajo W2 (0.6 a 0,8).

En las zonas con una presencia esporádica de terraplenes de altura superior a 3 metros y paso ante pórticos de señalización, se requiere además que el sistema de contención mantenga el vehículo fuera la zona con pendiente o del obstáculo, por lo que, en base a los criterios de diseño de la sección, la deflexión dinámica de los sistemas de contención en dichos puntos no debe ser superior a 1 m. En estos casos se proyectan barreras con anchura de trabajo W3.

4.17.4.3. TIPOLOGÍAS DE BARRERA

Teniendo en cuenta los criterios anteriores y los niveles de tráfico en las distintas calzadas del proyecto se definen las siguientes tipologías de barrera a utilizar:

- Tipo 1: Barrera de nivel de contención H2 y anchura de trabajo W3.
- Tipo 2: Barrera de contención N2 y anchura de trabajo W3.
- Tipo 3: Barrera de contención N2 con protección a motoristas.
- Tipo 4 Barrera de contención H2 y anchura de trabajo W2.

- Tipo 5: Pretil metálico de nivel de contención H3 y anchura de trabajo W2.

Se ha proyectado asimismo un atenuador de impacto en la bifurcación entre el eje 19 y 21, delante de la unión del pretil del paso superior del eje 19 (M-14), que se repondrá completo, y el pretil existente en el ramal correspondiente al eje 21.

Las barreras con faldón de protección a motoristas se colocan donde el radio es reducido (del orden de 200-250 m en función del arcén existente)

Las diferentes tipologías se colocarán según las indicaciones de los planos de proyecto y acorde a las prescripciones de la Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos. Del Ministerio de Fomento.

4.18. OBRAS COMPLEMENTARIAS

4.18.1. CERRAMIENTO PERIMETRAL DE LA AUTOVÍA QUE GARANTIZA UN CONTROL TOTAL DE ACCESOS.

Dado que la ubicación de las obras proyectadas se encuentra en el interior de la zona actualmente cerrada que comprende la M-40, M-14 y la M-21 en principio no se precisan nuevos cerramientos en el entorno de la Actuación 1. En la actuación 2 se ha dispuesto a 3 m del borde de la nueva explanación, pero dado que existe cerramiento en la actualidad englobando un área exterior, podría destinarse la partida presupuestada a reposiciones de cerramiento.

4.18.2. ALUMBRADO DE LOS VIALES.

Se han detectado afecciones a las instalaciones de alumbrado de la M-40 perteneciente al Ministerio de Fomento. En estos momentos Ministerio de Fomento tiene suscrito un convenio por el que el mantenimiento y explotación del alumbrado de la M-40 se realiza por el Ayto. de Madrid.

En general la ejecución de las obras proyectadas afecta a las luminarias y circuitos de alumbrados existentes en la actualidad, o generan nuevos viales a alumbrar.

Debido a que las actuaciones proyectadas consisten en ampliaciones o modificaciones de los viales existentes se han proyectado la integración de las nuevas líneas de alumbrado en los centros de mando que dan servicio actualmente a la zona afectada por las obras. Estos centros de mando deberán ser adecuados a la normativa, y redimensionados conforme a las nuevas potencias y circuitos previstos, siendo por tanto necesaria la renovación o reacondicionamiento a tal efecto.

Para mantener la uniformidad con el resto del alumbrado existente y a petición del Departamento de Alumbrado Público del Ayuntamiento de Madrid, para las instalaciones de alumbrado se han proyectado luminarias de SAP, con regulación en cabecera.

Dado que gran parte del alumbrado afectado está gestionado por el Departamento de Alumbrado Público del Ayuntamiento de Madrid, para proyectar el nuevo alumbrado se ha seguido el Capítulo Nº 43 del Pliego de Condiciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid.

Se han previsto las siguientes luminarias:

- Proyector rectangular SAP 150W. Para Alumbrado de pasos inferiores.
- Luminaria SAP 250W montadas sobre báculo de 12 m de altura con brazo de 2 m y 5º de inclinación
- Luminaria SAP 400W montadas sobre báculo de 14 m de altura con brazo de 2,5 m y 15º de inclinación.

Por homogeneidad con el alumbrado existente y para facilitar el mantenimiento de las instalaciones proyectadas no se han incluido luminarias de potencia inferior a 250 W

Debido a que no se dispone de información sobre las luminarias y los circuitos existentes, para plantear reposición del alumbrado existente, y con el fin de mantener la uniformidad, se ha procurado mantener las interdistancias de las luminarias existentes.

Siguiendo indicaciones del departamento de alumbrado público del Ayto. de Madrid y para evitar el robo de los cables, estos se alojarán en una canalización de 0,75 m de profundidad con los conductores directamente tendidos sobre lecho de arena sobre la que se colocarán dos tubos de polietileno corrugado de 110 mm de diámetro embebidos en un prisma de hormigón.

En cuanto al dimensionamiento de los conductores, en el caso de que los nuevos circuitos se conecten a los existentes, al no disponer información sobre las secciones instaladas, se ha realizado un recalcu completo de los circuitos afectados para el dimensionamiento de los nuevos conductores necesarios.

Se ha previsto la instalación de una arqueta junto a la cimentación y una toma de tierra para cada uno de los báculos proyectados según los detalles de la NEC del Ayuntamiento de Madrid.

A continuación se resumen las zonas de alumbrado contempladas:

Actuación 1

Zona 8	Centro de mando 1-1558.	Ejes E-19, E-21
Zona 9	Centro de mando en M-21.	Ejes E-3, E-18
Zona 10	Centro de mando M40-1577.	Ejes E-2, E-3, E-18, E19, E-20

Según información del servicio de Alumbrado Público del Ayuntamiento de Madrid las instalaciones de alumbrado dependientes del centro de mando M-40 1577 se encuentran fuera de servicio debido a actuaciones vandálicas, no disponiendo de más información al respecto, se ha previsto la sustitución completa del cuadro de alumbrado y del cableado desde dicho cuadro hasta los ramales afectados por las obras, entendiéndose que la reparación del resto de las instalaciones de alumbrado dependientes de dicho cuadro quedan fuera del alcance de este proyecto. También se ha previsto la sustitución completa del cuadro de alumbrado de la M-21.

El centro de mando M-40-1577 incluye circuitos y parte de circuitos que se ejecutaran en la Fase 2, en este proyecto solo se presupuesta el alumbrado que corresponde con la Actuación 1 el resto de las instalaciones se ejecutaran con las obras de la Fase 2. Esto no será un problema ya que las obras proyectadas en la Actuación 1 no se podrán poner en servicio hasta que no se ejecuten los ramales con los que conectan y se proyectan en la Fase 2.

Actuación 2

Zona 8	Centro de mando 1-1558.	Ejes E-8
Zona 9	Centro de mando en M-21.	Ejes E-8, E-10

Para mantener la uniformidad con el resto del alumbrado existente, al igual que en el caso anterior se han proyectado luminarias de SAP, con regulación en cabecera.

4.18.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS Y SELECCIÓN DE LAS CLASES DE ALUMBRADO DE LA INSTALACIÓN.

Se entiende por nivel de iluminación el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc.) cubiertos por la presente instrucción. En alumbrado vial, se conoce también como clase de alumbrado.

En el alumbrado vial el nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios así como aspectos medio ambientales de las vías

La elección de la clase de alumbrado viene determinada por las tablas dispuestas en el Real Decreto 1890, y expuestas con anterioridad en el presente documento, y por los niveles de referencia fijados por el capítulo 43 Alumbrado exterior del pliego de condiciones técnicas generales del Ayuntamiento de Madrid.

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1.

En nuestro caso todas las vías se han clasificado como **A** ya que su velocidad es superior a 60 km/h

Tabla 1 – Clasificación de las vías.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad de tráfico rodado (km/h)
A	De alta velocidad	$v > 60$
B	De moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	Carriles bici	--
D	De baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	Vías peatonales	$v \leq 5$

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior.

Dado la corta longitud de los tramos evaluados y la gran disparidad de las IMD, para evitar cambios de bruscos de intensidad de alumbrado en cortos espacios de tiempo se ha optado por diseñar el alumbrado en función de la IMD máxima del conjunto de los ramales.

Por lo tanto y aplicando los niveles de referencia del Pliego de Condiciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid se ha adoptado una iluminancia **mínima de 22 lux, máxima de 30 lux con un coeficiente de uniformidad media mínima de 0,4.**

Según la siguiente tabla:

Niveles de referencia de iluminación media en servicio. Instalaciones de alumbrado vial funcional Cuadro 43.10.1.1.

Jerarquía viaria	Tipo de vía o calzada	Iluminancia media en servicio (lux)		Coeficiente de uniformidad media mín.
		Mínima	Máxima	
Vía metropolitana (IMD>110.000)	Calzadas de autopistas, autovías, vías arteriales, radiales y de circunvalación	25	30	0,4
Urbana (110.000>IMD>70.000)	Calzadas de ejes de distrito y vías de distribución urbana.	22	30	0,4
Básica distrital (70.000>IMD>20.000)	Calzadas de calles colectoras de barrio y vías de tráfico importante	18	25	0,4
Local colector (20.000>IMD>7.000)	Calzadas de calles locales y residenciales	13	20	0,4
Secundaria (IMD<7.000)	Calzadas de calles de marcado carácter local	10	13	0,4

Si se toma como referencia el Reglamento de Eficiencia Energética (ITC-EA-02) aprobado por el RD 189/2008 de 14 de noviembre, correspondería con **tipo A serie ME1. con una luminancia media de 2 Cd/m² y una uniformidad global mínima de 0,4**

Por homogeneidad con el alumbrado existente y para facilitar el mantenimiento de las instalaciones proyectadas (excepto para los proyectores ubicados en los pasos inferiores) no se han incluido luminarias de potencia inferior a 250 W

La definición de las obras proyectadas, así como los cálculos justificativos se adjuntan en el Anejo Nº 18 Obras complementarias.

4.19. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

4.19.1. CONDICIONANTES AMBIENTALES

Los principales condicionantes ambientales son los siguientes:

- ESPACIOS NATURALES

No existen en el ámbito de estudio espacios naturales catalogados como tal. No existen en la zona Parques Regionales, Lugares de Interés Comunitario, Zonas de Especial Protección para la Aves, Hábitats de la Directiva CE 92/43/CEE, ni de ningún otro tipo de espacio natural.

- YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS

En el entorno del tramo se han identificado los siguientes yacimientos inventariados:

- **Nº 26. Cantera del Trapero:** Yacimiento paleontológico activo, datado en el Aragoniense medio. Descubierta en 1983 por prospecciones. Se encuentra en suelo privado, en un entorno urbano. Está amenazado por la urbanización de la zona. Su superficie es puntual. Su valoración, 2, es baja. Está protegido en una Zona Paleontológica.
- **Nº 40. Ciudad Pegaso:** Yacimiento paleontológico, agotado o destruido. Datado en el Aragoniense medio. Descubierta en 1983 por la construcción de la M-40. Se encuentra en suelo público, en un entorno urbano. Ha sido destruido por la

construcción de la M-40. Su superficie era limitada. Su valoración, 1, es baja. Está protegido en una Zona Paleontológica.

- **Nº 61. O'Donnell:** Yacimiento paleontológico agotado o destruido, del Aragoniense medio. Descubierta en 1985 por la construcción de un colector en el enlace de la M-40 y la A-2. Se sitúa en suelo público, en un entorno urbano. Ha sido destruido por la construcción de la obra citada. Su superficie era limitada. Su valoración, 6, es media a alta. Está protegido en una Zona Paleontológica.

La zona objeto de estudio se encuentra dentro de una Zona de Protección Paleontológica, desde el cruce de la N-II, hasta el enlace con la M-201, donde se incluyen los yacimientos de Ciudad Pegaso (40), O'Donnell (61) y Cantera Trapero (26). Esta zona se recoge con la denominación Ciudad Pegaso - O'Donnell - Cantera del Trapero en la relación de la Dirección General de Patrimonio Histórico-Artístico de la Comunidad de Madrid, como Zona Arqueológica, con el expediente incoado para su declaración como Bien de Interés Cultural. En el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid se incluye con la denominación de Cantera del Trapero como zona de protección arqueológica y paleontológica. Se trata de un área de alto potencial paleontológico, en especial de restos de animales del Aragoniense medio.

La zona afectada se encuentra dentro del dominio público de la M-40/M-14 y M-21, por lo que los yacimientos paleontológicos que pudieran haber existido ya han sido afectados durante la construcción de dichas infraestructuras por lo que no es previsible que no aparezca ningún resto ya que la zona ya ha sido excavada durante la construcción de la M-40.

- VÍAS PECUARIAS

En la zona de estudio se observa que cualquier vía pecuaria que exista o pudo existir no es apta ni para el uso ganadero ni para los usos compatibles y complementarios, situándose los pocos tramos reconocibles en terrenos urbanizables. Por ello, la mayor parte de estas vías están desafectadas, no existiendo de hecho ningún paso específico sobre la M-40 en la zona de actuación. Los restos de vías pecuarias que se identifican en la zona de estudio son:

- Colada del Arroyo de Pozuelo: Anchura de 8,37 metros. Afección: Sin afección.

- Vereda de la Elipa o Camino viejo de Madrid. Anchura legal de 16,72 metros. Afección: Cruce.

Ninguna de las vías pecuarias de la zona de actuación se ve afectada por las obras.

4.19.2. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

El objetivo de la Integración Ambiental es minimizar las alteraciones que se puedan derivar en el medio físico, biótico, perceptual y humano, tanto durante la ejecución de las obras como durante la fase de explotación o funcionamiento inherentes al Proyecto de Construcción analizado.

Para ello, se han desarrollado las medidas protectoras y correctoras en virtud de los condicionantes impuestos por la naturaleza de la actuación y las características del medio donde se desarrolla.

Como fruto del análisis de afecciones se ha elaborado una propuesta de medidas protectoras y correctoras.

Las medidas de tipo preventivo formarán parte del proyecto, de tal manera que, durante las obras, el entorno estará protegido y será dejado en las mejores condiciones para su restauración.

El listado siguiente ofrece una síntesis con la relación de las más importantes medidas correctoras y de vigilancia ambiental:

Protección y conservación de los suelos y la vegetación natural

- Delimitación de los perímetros de actividad de las obras

Con el fin de restringir la afección al suelo y la vegetación durante la ejecución de las obras, toda la superficie de ocupación del trazado, las zonas auxiliares y zonas de acopio, serán jalonados antes del desbroce.

La zona acotada se limitará, siempre que sea posible, a la franja de ocupación de la explanación de la traza, de este modo se dañará lo menos posible a la vegetación existente y se respetarán todos aquellos ejemplares arbóreos y arbustivos que no estén situados en el área directamente a ocupar por la traza.

El jalonado estará constituido por una banda o malla plástica sujeta al terreno con jalones metálicos.

- Recuperación de la capa superior de tierra vegetal

Como medida de protección de la tierra vegetal, en las zonas donde sea inevitable la ocupación de suelo, y con objeto de evitar su destrucción, se retirará el suelo fértil de forma selectiva, y será acopiado y conservado hasta su posterior reutilización sobre las zonas a restaurar.

Se ha utilizado en todos los terraplenes y desmontes.

Se han dispuesto los siguientes espesores de tierra vegetal en función del tipo de zona a recuperar:

- En la actuación 1, el espesor de la tierra vegetal en los taludes (desmonte y terraplén) es de 30 cm.
- En la actuación 2, el espesor de la tierra vegetal en los taludes (desmonte y terraplén) es de 20 cm.

El suelo vegetal deberá ser apilado inmediatamente en lugares preparados previamente en caballones cuya altura máxima no superará los 1,5-2,0 m en forma de artesa, con taludes laterales de pendiente no superior a 3H:2V, de esta forma se mantienen las condiciones aeróbicas y se evita la compactación del suelo.

Para su mantenimiento y evitar la pérdida de las propiedades de la tierra vegetal, se presupuesta una partida de mantenimiento mediante el aporte de estiércol y siembra de alfalfa.

- Prevención de la contaminación de los suelos

Se ha proyectado dos zonas de instalaciones auxiliares y una para el acopio de tierra vegetal, donde se ubica la zona de parque de maquinaria y de gestión de residuos de la construcción. La zona de instalaciones auxiliares se ubica dentro del dominio público de la M-40/M-14 y M-21 para evitar afectar a nuevas zonas.

Protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas

- Protección de sistemas fluviales y calidad de las aguas

En la zona de actuación no hay cursos fluviales permanentes que puedan verse afectados por las obras y por tanto contaminarse con los residuos generados por las obras.

Las excavaciones y el movimiento de maquinaria se suspenderán durante los días de lluvia intensa para no favorecer el arrastre de sólidos por la escorrentía superficial.

En la zona de instalaciones auxiliares se ha dispuesto una zanja perimetral exterior excavada directamente en el terreno y de una cuneta perimetral interna situada en el límite de la zona de instalaciones que irá revestida de hormigón. El objetivo de estas cunetas será desviar las aguas de escorrentía y los posibles escapes y derrames que se pudieran producir en estas instalaciones y las conduzcan a las balsas de decantación para su tratamiento. En cuanto a la sección, se establece una sección trapezoidal de 0,5 metros de profundidad y taludes 1H:1V. Además el área destinada a albergar los residuos estará convenientemente impermeabilizada con una lámina impermeabilizante y cubículo de hormigón.

- Tratamiento y gestión de residuos

Se ha presupuestado la gestión de residuos de la construcción, de acuerdo con al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Se ha presupuestado además la construcción de un punto limpio y zona de instalaciones auxiliares, delimitado por una valla metálica y cuneta de recogida de las aguas pluviales.

El punto limpio para acopio y almacén de los residuos generados en la construcción incluye una zona despejada para el acopio de material no peligroso, así como una zona habilitada para materiales peligrosos. Esta última se constituye por una estructura de chapa prefabricada de 9x3 m que supone la parte superior del almacenamiento (techo y laterales), la parte inferior consta de una solera de hormigón, (que actuará como cubículo de retención ante posibles derrames líquidos) lo cual requiere una excavación a máquina previa de 20 cm, para colocar un enchado de piedra y una lámina de plástico, después se realizará la solera de hormigón de 15 cm de espesor con mallazo de acero, para constituir la base del almacén que deberá tener una mínima inclinación para desembocar a un sumidero sifónico PVC, que se conectará con un tubo de PVC (con una longitud de unos 10 m) a una arqueta también de PVC. Dicha arqueta requerirá además de una fábrica de ladrillo tosco para

proteger dicho elemento. También se instalará un cartel de identificación, un extintor de polvo ABC, así como sepiolita para recoger posibles derrames líquidos pastosos (ej. grasas).

Proyecto de defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística

La zona de actuación carece de vegetación de importancia en la actualidad, ya que se desarrolla dentro de la zona de dominio público de la M-40/M-12/M-14, existiendo únicamente la vegetación que se implantó durante la construcción de la carretera.

No se proyecta ninguna plantación en la zona de actuación para facilitar el mantenimiento de la infraestructura.

En los terraplenes y desmontes se proyecta la realización de una hidrosiembra con especies autóctonas, posteriormente al vertido de tierra vegetal en un espesor de 30 cm en la actuación 1 y de 20 cm en la actuación 2.

Como se afectan a 98 árboles, es necesario aplicar una medida correctora que compense dicho impacto. En cumplimiento del artículo 209 de la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano del 26.03.96 y de la Ley de la Comunidad de Madrid de Protección y Fomento del Arbolado Urbano se deberá reponer al patrimonio arbóreo de la ciudad, mediante entrega a los viveros municipales, de un número de árboles determinado.

ESPECIE	AFECTADOS	COMPENSACIÓN	COMENTARIOS
<i>FRONDOSAS</i>			
<i>Ulmus pumilla</i>	2	59	
<i>Populus sp.</i>	84	420	
<i>CONÍFERAS</i>			
<i>Pinus pinea</i>	6	130	3 trasplantes
<i>Cupressus arizonica</i>	6	78	

En total, en la actuación 1 se proyecta la entrega a los viveros municipales de 479 ejemplares de frondosas y de 208 ejemplares de coníferas, además se proyecta el trasplante de 3 ejemplares de *Pinus pinea*.

ESPECIE	AFECTADOS	COMPENSACIÓN	COMENTARIOS
<i>FRONDOSAS</i>			
<i>Ulmus pumilla</i>	17	55	--
<i>Populus sp.</i>	36	30	--
<i>CONÍFERAS</i>			
<i>Pinus pinea</i>	1	10	--

En total, en la actuación 2 se proyecta la entrega a los viveros municipales de 85 ejemplares de frondosas y de 10 ejemplares de coníferas.

Protección de la fauna

Debido al ámbito urbano en el que se desarrolla la obra no se ha presupuestado ninguna medida de protección de la fauna, ya que no se espera que pueda verse afectada por las obras.

Protección contra el ruido en áreas habitadas y de alta sensibilidad faunística

Se ha realizado un estudio acústico de la zona de actuación dando como resultado que no es necesario implantar medidas correctoras para disminuir el impacto sonoro.

Protección del patrimonio cultural

El tramo estudiado cruza una Zona de Protección Paleontológica, desde el cruce de la N-II, hasta el enlace con la M-201, donde se incluyen los yacimientos de Ciudad Pegaso (40), O'Donnell (61) y Cantera Trapero (26), si bien se han visto afectados hasta su práctica total destrucción por las actuaciones emprendidas en la zona, principalmente por la construcción de la propia M-40, pero también la urbanización de esta zona.

Al margen del estado actual de los yacimientos identificados, esta zona se engloba dentro de la denominada Zona Paleontológica Ciudad Pegaso – O'Donnell – Cantera del Trapero, y por tanto, no se puede descartar que durante la ejecución de las obras surjan otras zonas contiguas ocupadas por los mismos u otros yacimientos.

Durante la realización del movimiento de tierras se realizará un seguimiento arqueológico/paleontológico ya que se encuentra dentro de una zona catalogada con Protección Arqueológica, aunque es previsible que no aparezca ningún resto ya que la zona ya ha sido excavada durante la construcción de la M-40.

4.20. SERVICIOS AFECTADOS

4.20.1. METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS.

Para la realización de los trabajos de identificación y reposición de servicios se ha empleado la siguiente metodología:

- 1) Una vez definida una planta de trabajo, se envían cartas a todas las compañías y organismos que se pudieran verse potencialmente afectadas, la carta incluye un plano en el que se indica la zona de las actuaciones para los nuevos accesos viales al estadio, con un avance del trazado de los mismos.
- 2) Una vez recibidas las contestaciones de las compañías, se contrastaran los datos aportados por las mismas con la información recopilada, y se realizara una visita de campo para identificar in situ los datos obtenidos con anterioridad, realizándose la topografía necesaria de los elementos tales como líneas de alta tensión instalaciones de saneamiento etc. Esta información se reflejará en los planos detallándose cada uno de los servicios existentes para que sean tenidos en cuenta al realizar el trazado.
- 3) Una vez definido con más exactitud el trazado de los viales, se plantea una propuesta de reposición de cada uno de los servicios, que se envía a las compañías y organismos con el fin de que, completen la información aportada en caso de ser necesario, planteen modificaciones, o indiquen su conformidad con las reposiciones planteadas, y envíen una valoración de las mismas.
- 4) Una vez definido completamente el trazado, y consensuadas las reposiciones con las compañías, se elaboran los proyectos de reposición de cada uno de los servicios, y se vuelve a contactar con las compañías para que den su aprobación definitiva a los proyectos de reposición, incorporando los mismos al proyecto.

Para la identificación de los servicios existentes se han mantenido contactos con las diferentes empresas y organismos propietarios de los mismos. Esta información esta recopilada en el Anejo N° 19 "Coordinación con otros organismos"

Para facilitar la localización de la información en este documento, los servicios afectados se han identificado por agrupaciones según la tipología, asignado código y un número a cada una de las posibles afecciones tal y como se indica a continuación:

- Serie SAN-00. Infraestructuras de Saneamiento (Ayto. de Madrid).
- Serie CTE-00. Infraestructuras Telecomunicaciones (Correos Telecom).
- Serie DGT-00. Infraestructuras Telecomunicaciones (Dirección General de Tráfico).
- Serie UF3-00. Infraestructuras Eléctricas de Alta Tensión de tercera categoría (gas-Natural Fenosa).
- Serie VON-00. Infraestructuras Telecomunicaciones (Vodafone– ONO).

Se hace notar que este proyecto es parte de una actuación más ambiciosa que por motivos de tiempo y económicos se realizará en tres actuaciones independientes aunque relacionadas. En la reposición de los servicios de esta fase se han tenido en cuenta anteriores y futuras actuaciones que se están ejecutando o se llevaran a cabo en las siguientes fases para ocasionar los menores inconvenientes posibles a los organismos/ compañías. Por la misma razón se ha tratado de mantener en lo posible la numeración de las afecciones que se contemplaba originalmente, y que ha servido para identificar las afecciones frente a los organismos implicados. Todas las actuaciones que se realicen en relación a la reposición de servicios afectados deberán de ser compatibles con las obras contempladas en las otras fases.

4.20.2. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.

Se han mantenido contactos con todas las compañías afectadas.

En el Anejo Nº 19 Coordinación con otros organismos se incluye la toda la información relativa a dichos contactos mantenidos.

La localización de los servicios en campo antes del inicio de las obras, y cada una de las reposiciones, se llevarán a cabo siempre bajo la supervisión de la compañía o titular de la propiedad del servicio afectado, obteniendo previamente la aprobación a los trabajos a realizar.

4.20.2.1. AYTO. MADRID. (SANEAMIENTO).

El Ayuntamiento de Madrid presenta en la zona de las obras varias infraestructuras de saneamiento compuestas por tuberías de hormigón, galerías del mismo material y pozos de registro, etc.

Debido a su naturaleza la ubicación de los elementos que no se encuentran en la superficie tales como galerías y colectores aportados en los planos es aproximada.

Aunque no se han detectado afecciones a la red de saneamiento, debido a su proximidad con las obras proyectadas, se ha señalado un cruce con una galería identificado como SAN-09.

4.20.2.2. CORREOS TELECOM. (TELECOMUNICACIONES).

Esta compañía dispone un cable fibra óptica de 256 fibras ópticas alojado en la canalización que la DGT dispone en la berma a lo largo de la margen derecha de la M-40.

Se han detectado una afección a la infraestructura de telecomunicaciones de esta compañía, las obras proyectadas afectan a la canalización de telecomunicaciones existentes de la DGT por la que discurre la Fibra. Puesto que la canalización afectada se repondrá para la DGT, en esta reposición solo se plantea la reposición de los tramos de cable de fibra óptica afectados.

4.20.2.2.1. Reposición. Síntesis de la solución adoptada.

Se reponen dos tramos de F.O.

- MD077-MD-TF 017/256 f.o. /815m
- MD077-MD-TF 018/256 f.o. /1.205m

Se instalará en la canalización de la DGT. Que en caso necesario se prepondrá para este organismo.

La longitud de reposición es de 815m +1.205m.

4.20.2.3. DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO (TELECOMUNICACIONES Y OTROS).

La DGT presenta en la zona de las obras varias infraestructuras además de la canalización que discurre paralela a la M-40 en la zona de las obras existe un, Nodo de comunicaciones autónomo, NCA, estación de toma de datos de tráfico, dos estaciones de visión artificial EVAS, y acometida eléctrica otras canalizaciones de telecomunicaciones, que discurren por el borde de la calzada.

Se han detectado posibles afecciones a infraestructuras de telecomunicaciones de esta compañía, a la canalización y otros elementos para la regulación y vigilancia del tráfico. Para la reposición del servicio se procederá a la sustitución de la canalización afectada por otra de características similares retranqueada a su nueva ubicación procediéndose a continuación a la reposición del cableado, el desmontaje de los elementos susceptibles de reutilización y su reubicación en un lugar adecuado.

4.20.2.3.1. Reposición. Síntesis de la solución adoptada.

Retranqueo de canalización de telecomunicaciones de 102m con reposición del cableado.

Reubicación de los siguientes elementos:

- Cuadros de comunicaciones (NCA) (EVAS)
- Columna con cámaras de video EVAS.
- Columna con dos cámaras de video EVAS
- Nueva posición de acometida eléctrica

4.20.2.5. TABLA RESUMEN DE SERVICIOS AFECTADOS Y REPOSICIONES.

A continuación, se incluye una tabla resumen con la descripción de los servicios afectados y su reposición:

4.20.2.4. GASNATURAL FENOSA. (ELECTRICIDAD).

Se han detectado varias afecciones a instalaciones de Gas Natural Fenosa. En primer lugar, se afecta a una línea aérea de media tensión que se encuentra fuera de servicio, dos líneas de alta tensión soterradas y a un centro de transformación de cliente.

En general se realizarán calicatas para la ubicación exacta de las conducciones subterráneas.

4.20.2.4.1. Reposición. Síntesis de la solución adoptada.

UF2-03

- Colocación de losa de protección a la canalización existente.
- Retranqueo de poste existente y prolongación de la canalización subterránea (20 m).

UF2-04

- Retranqueo de los circuitos afectados bajo el viaducto existente, a través de la carretera M-214, según lo indicado por UFD.

UF3-04

- Desmontaje de la línea de MT fuera de servicio:
- 2 apoyos + 170 m de línea
- Desmantelamiento de línea de MT de servicio al CT y CT

CÓDIGO	TITULAR	CLASE	TIPO	DESCRIPCIÓN	L. AFECCIÓN	L. REPOSICIÓN	PRESUPUESTO	SOLUCIÓN
SAN-09	Ayto. Madrid Saneamiento	Saneamiento.	Cruce	Posible afección a galería de saneamiento por cimentación de la ampliación del viaducto de la M-14	25	0	0,00 €	Aparentemente no se afecta a la galería existente, ya que en la ampliación proyectada del viaducto existente las nuevas cimentaciones se sitúan en línea con las existentes.
CTE-02	Correos Telecom	Canalización Telecomunicaciones . FO	Cruce	Posible afección a cable de fibra óptica alojado en canalización DGT por ejecución de las estructuras de enlace de la M-40 con M-14 y M-21 Dos tramos de Fibra óptica: MD077-MD-TF 017/256 f.o. /815m MD077-MD-TF 018/256 f.o. /1205m	70m (canalización n)	815m f.o. 1205m f.o.	196.465,20 €	Se reponen dos tramos de F.O. MD077-MD-TF 017/256 f.o. /815m MD077-MD-TF 018/256 f.o. /1205m Se instalará en la canalización de la DGT. Que en caso necesario se repondrá para este organismo.
DGT-03	Dirección General de Tráfico	Instalaciones de la DGT	Cruce + Paralelismo	Afección a canalización y otros elementos por nuevos pasos superiores enlace M-14, y M-21. Se afecta a: Canalización de comunicaciones tres tramos (120, 72 y 96m). Columna con una cámara de comunicaciones. Acometida eléctrica. Nodo de comunicaciones autónomo (NCA) Columna con dos cámaras de video (EVAS)	120m 72m 96m	140m	46.475,70 €	Retranqueo de canalización de telecomunicaciones de 102m con reposición del cableado. Reubicación de los siguientes elementos: Acometida eléctrica. Columna con una cámara. Nodo de comunicaciones autónomo (NCA) Columna con dos cámaras de video (EVAS)
UF2-03	Gas Natural Fenosa	Canalización Eléctrica AT 3ªC EXP 418418080118	Cruce	Afección a línea subterránea de 45 KV y a poste existente. Por ejecución del ramal de enlace con la M-21	12+20m	Losa 12m 20 m canalización	56.062,04 €	Construcción de losa de hormigón in situ de 12m * 3m * 0,2m sobre canalización existente para su protección. Retranqueo de poste existente y prolongación de la canalización subterránea. (20 m).
UF2-04	Gas Natural Fenosa	Canalización Eléctrica AT 2ªC EXP 418418080118	Cruce	Afección a línea subterránea de 45 KV de doble circuito Por ejecución del ramal de enlace con la M-21	15m	Losa 12m	38.258,97 €	Retranqueo de los circuitos afectados bajo el viaducto existente, a través de la carretera M-214.
UF3-04	Gas Natural Fenosa	Canalización eléctrica de AT 3ªC EXP 418418020059	Cruce	Afección por ampliación por ramal de enlace con M-21. a: Canalización MT 50m CT 28PRK6 (Vodafone) CT 28PBXR (DGT) También se afecta a dos apoyos de MT de una línea abandonada de 168m.	L. Aérea 170m Canalización 50m	50m	45.951,00 €	Desmontaje de la línea de MT fuera de servicio: 2 apoyos + 170 m de línea
VON-04	Vodafone ONO SAU	Canalización de Telecomunicaciones	Cruce	Posible afección a cable de fibra óptica alojado en la canalización de la DGT por la construcción de los dos nuevos viaductos.	72	0	0,00 €	La Fibra óptica, va por canalización DGT, es de Correos Telecom y esta alquilada a Unión Fenosa. En caso de afección a la canalización, el cable de fibra afectado se repondría para Correos Telecom que es el propietario, por lo que no se incluye aquí. En caso de posible afección al cable se debe contactar con la compañía con el fin de minimizar los perjuicios al servicio que presta.
VON-05	Vodafone ONO SAU	Antena Comunicaciones	Ocupación	Posible afección a antena de comunicaciones telefonía móvil, por ejecución de enlace con M-21. No se ha previsto afección en esta fase, aunque se incluye para que sea tenida en cuenta durante la ejecución de las obras proyectadas.	0	0	0,00 €	No se ha previsto afección a la antena durante las obras proyectadas en esta fase. La reposición prevista para la fase II consiste en la reubicación de la antena de comunicación y elementos auxiliares en un lugar adecuado, conexión a la línea de fibra óptica de Correos Telecom, acometida eléctrica, y obra civil asociada.

4.20.3. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

A continuación, se incluye la tabla resumen de contactos mantenidos:

Nº	ORGANISMO	DIRECCIÓN	Contactos	Consulta	Fecha	Contacto	Teléfono	Email:
	Ayuntamiento de Madrid Departamento de alumbrado público	C/ Barco 20, 2ª planta 28004 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre alumbrado público. 2. Se recibe planos de alumbrado del entorno a Luis Aragonés y Arcentales. 3. Se solicita información de la zona de la M-40. 4. Se envía planta en PDF y plano dwg de los ejes. 5. Se recibe planos y condiciones en PDF. 6. Se recibe informe sobre las reposiciones planteadas en el Estudio Informativo. 7. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 8. Se recibe respuesta indicando que no disponen de alumbrado en la zona de actuación. 9. Se recibe carta con los mismos planos aportados en mail del 11 de diciembre 	Carta Email Teléfono Email Email Email Email Carta	16/02/2017 09/03/2017 27/03/2017 27/03/2017 31/03/2017 5/05/2017 26/06/2018 11/12/2018 15/01/2019	Manuel de Pazos Liaño. Lidia García (M-40) Lidia García Matas Lidia García Matas	915133598 915880166	pazoslm@madrid.es alumbrado@madrid.es garciaml@madrid.es
	Ayuntamiento de Madrid Departamento de Saneamiento, Sección alcantarillado	C/ Montalbán, nº 1 – 5ª planta. 28014 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructura de Saneamiento. 3. Nos entregan archivos PDF con el Saneamiento de la zona. 4. Se envía de plano de planta con las posibles afecciones. 5. Asistimos a una reunión y nos entregan más información en PDF. 6. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 	Carta Persona Correo Visita Email	16/02/2017 07/03/2017 22/03/2017 10/05/2017 27/06/2018	Ramón Ibañez Moreno Alvaro Vela Secretaria Alcantarillado	914 803 065 914 804 185 914 804 124	ibanezmra@madrid.es alcantarillado @Madrid. Es
	AENA	C/ Peonias 12 28042 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre posibles afecciones. 	Carta	16/02/2017	José Luis Morente	913212692	jillorente@aena.es dadgci@aena.es
	Canal de Isabel II	C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructura de Abastecimiento. 2. Se recibe un CD con las infraestructuras de abastecimiento de la zona. 3. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 4. Se recibe planos de con las redes de abastecimiento y riegos de la zona (No afectado) 	Carta Carta Email Email	16/02/2017 24/02/2017 27/06/2018 28/06/2018	Fernando Ávalos Ferrero Claudia Nevado Gil Gabriel Casado Mateos Javier Tomás (Patrimonio)	915451066 (2369) 915451000 (4532) 915451000 (1336)	areajarama@canaldeisabelsegunda.es cnevado@canaldeisabelsegunda.es asado@canaldeisabelsegunda.es tomasc@canaldeisabelsegunda.es
	Compañía Logística de Hidrocarburos. CLH, S.A.	C/ Titán 13 28045 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructuras. 2. Contestan que no tienen afecciones 3. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 4. Contestan que no hay afecciones 	Carta Email Email Email	16/02/2017 03/03/2017 27/06/2018 24/08/2018	José Ignacio Suarez Domínguez	917 746 000	jisuarezd@clh.es
	Correos Telecom	Conde de Peñalver 19 bis, 6ª planta. 28006 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructuras. 2. Contestan con un plano indicando una canalización de telecomunicaciones. 3. Se solicita que completen la información recibida. 4. Se recibe información digital. 5. Se envía planta actualizada y trazado en DWG. 6. Se reciben especificaciones técnicas y modelo de solicitud para reposición del servicio. 7. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 8. Se recibe contestación (El cable va por la M-40. No afectado Act 2) 9. Se envía planta con las afecciones detectadas para solicitar aprobación y presupuesto de reposición. 	Carta Carta Email Email Email Email Email Email Email	16/02/2017 27/02/2017 28/02/2017 10/03/2017 11/04/2017 12/04/2017 27/06/2018 02/07/2018 28/08/2018	David Serrano Sánchez Oscar Jimenez Molina.	913531755- 24755 669484880	david.serrano@correos.com oscar.jimenez@correos.com

Nº	ORGANISMO	DIRECCIÓN	Contactos	Consulta	Fecha	Contacto	Teléfono	Email:
	DGT	C/ Josefa Valcárcel 44 28027 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructuras. 2. Contestan por carta con planos e información para la reposición. 3. Se solicita mas información y planos en digital. 4. Responden que solicite planos a la empresa de mantenimiento. 5. Se envía correo solicitando archivo digital de infraestructuras a mantenimiento. 6. Se recibe mail de la UTE ITS Madrid 15, solicitando base cartográfica 7. Se envía mail con la cartografía y planos de planta 8. Se recibe un DWG con las infraestructuras. 9. Se realiza una visita de campo para ver reposiciones a realizar. 10. Se envía solicitud de aprobación de reposición DGT-03 11. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 12. Se envía documentación en digital y se solicita el presupuesto las reposiciones. 13. Se envía propuesta de reposición y se solicita el presupuesto. 	Carta Carta Email Email Email Email Email Email Visita Email Email Email Email	16/02/2017 03/03/2017 03/03/2017 06/03/2017 07/03/2017 07/03/2017 07/03/2017 07/03/2017 10/03/2017 08/02/2018 27/06/2018 28/06/2018 18/12/2018	Enrique Velasco Sanz (DGT) Enrique Velasco Enrique Velasco UTE ITS (Empresa mantenimiento) Juan Daniel Lloret Juan Daniel Lloret Jose Manuel Palomera. Enrique Velasco M. del Rosario Díaz de Agueda	917 143 327 649410225 609045397	evelascosanz@dgt.es evelasco@dgt.es evelasco@dgt.es jmpalomera@indra.es jdlloret@servicios.indra.es madias@indra.es
	Enagás S.A.	Paseo de los Olmos 19, 2ºB 28005 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructuras de gas. 2. Se envía Correo electrónico. 3. Contestan que no tienen infraestructuras. 4. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 5. Responden que no hay afecciones 	Carta Email Email Email Email	16/02/2017 08/03/2017 13/03/2017 27/06/2018 24/08/2018	Eduardo López Abelleira Pablo Veyrat Marques	917 099 570	elopez@enagas.es pveyrat@enagas.es
	ENEL (Endesa)	C/. Ribera del Loira, 60 (planta 2E). 28042 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructuras y líneas eléctricas. 2. Contestan diciendo que no tienen afecciones. 3. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 	Carta Email Email	16/02/2017 04/05/2017 27/06/2018	Alvaro Herranz Zapata	912139571 67 7910222	alvaro.herranz@enel.com
	Gas Natural SDG SA(sede regional)	Av. América, 38 10 Planta28028 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información a la compañía 2. Se solicita información a INKOLAN. 3. Se recibe información de INKOLAN. 4. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 25. Se solicita información a INKOLAN (no afectado). 6. Se recibe comunicación indicando número de expediente: ES-201901-R004280746 	Carta WEB Email WEB Email il	09/03/2017 13/03/2017 14/03/2017 27/07/2018 04/07/2018 15/01/2019	Inés Sainz Pardo Juan Carlos Sanchez González Juan Jesus Laso Andres Justo Garcia León Solicitud de reservas	91662376291 6574385	sdesplazamientos@gasnatural.com jilaso@nedgia.es icsanchez@nedgia.es garcia@nedgia.es solicitudservicio@gasnatural.com
	Gas Natural Fenosa Unión Fenosa Distribución	Gestión Técnica Madrid. Avda. América 38, 7ª Planta 28028 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información a la compañía 2. Se solicita información a INKOLAN. 3. Se recibe información de INKOLAN. 4. Se abre expediente EXP 418418020059 5. Envían presupuesto de la reposición 6. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 7. Se solicita información a INKOLAN. 8. Se envía planta con las afecciones detectadas a las canalizaciones de 45 KV 9. Se abre expediente EXP 418418080118 10. Se reclama resolución del expediente y envían mail con número de solicitud Nº ES-201901-R004280746. 11. Se realiza visita a obra con los técnicos de la compañía para detectar ubicación exacta de las líneas afectadas 	Carta WEB WEB Teléfono Email Email WEB Email Teléfono Tel/Email	09/03/2017 13/03/2017 13/03/2017 08/02/2018 19/02/2018 27/06/2018 04/07/2018 05/07/2018 28/08/2018 15/01/2019	Miguel García-Gallardo M. José Gomez Taboada Natalia Villena de Francisco José Jesus García. (Líneas de MT y BT)	915676000 21718 915507849 676513857	nvillaena@gasnatural.com jjgarcia@redesyobras.com
	Iberdrola distribución	C/ Ruy González de Clavijo 1 28005 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructuras y líneas eléctricas. 2. Envían un plano con líneas. (No afectado) 3. Se solicita información a INKOLAN (no afectado). 	Carta Email WEB	16/02/2017 01/03/2017 04/07/2018	Pablo Escribano Quintana J. María Fernández García José Carlos Alonso Sigüenza Francisco García	917677267 Ext.67267 917677298 Ext.67353 917677224	pescribano@iberdrola.es jfernandezga@iberdrola.es jcalonso@iberdrola.es
	Metro de Madrid	C/ Cavanilles 58 28028 Madrid.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se solicita información sobre Infraestructuras. 2. Contestan indicando posibles afecciones y piden mas información y carta adjudicación. 3. Se recibe contestación y un CD con planos en DWG. 4. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 5. Se Recibe contestación (no hay afecciones) 	Carta Email Carta Email Email	16/02/2017 27/02/2017 29/03/2017 27/06/2018 02/07/2018	-		afeccionesexteriores@metromadrid.es

Nº	ORGANISMO	DIRECCIÓN	Contactos	Consulta	Fecha	Contacto	Teléfono	Email:
	Ministerio de Fomento. Alumbrado M-40		1. Se solicita información sobre Infraestructuras Alumbrado. 2. Contestan que el alumbrado que es competencia del Ayuntamiento de Madrid.	Email Email	22/03/2017 24/03/2017	Enrique Arredondo	913215114	carreterasmadrid@fomento.es
	REE	Dpto. de mantenimiento de líneas. Pº Conde de los Gaitanes La Moraleja 28109 Alcobendas. Madrid.	1. Se solicita información sobre Infraestructuras y líneas eléctricas. 2. Se solicita información a través la web: https://peli.ree.es/peli . 2 solicitudes 17-6318 y 17-6319 3. Contestan 17-6318 con una carta y un plano. 4. Se solicita información a través la web: https://peli.ree.es/peli . L-18-7968 5. Se recibe información (no hay afecciones)	Carta WEB Email WEB Email	16/02/2017 02/03/2017 07/03/2017 27/06/2018 02/07/2018	Belén Álvarez Segura.	916508500 (2012) 916599119 (2220)	mantenimientolineas@ree.es digame@ree.es belen.alvarez@ree.es
	Telefónica	C/ Batalla del Salado 5, 1ª planta 28045 Madrid	1. Se solicita información sobre Infraestructuras de telecomunicaciones. 2. Se recibe carta de Inkolan 2. Se solicita información a INKOLAN. 3. Se recibe información de INKOLAN. 4. Se solicita información a INKOLAN (no afectado).	Carta Carta Email WEB Email	16/02/2017 22/02/2017 13/03/2017 13/03/2017 04/07/2018	J. María Villaseñor Cuesta Joaquín Angel Juan Manuel Gracia Vazquez.	915844142 699915663 915800615 6164836236 915800009 696117872	josemaria.villasenorquesta@telefonica.com joaquin.garcialanga@telefonica.com Juanmanuel.garciavazquez@telefonica.com
	Vodafone ONO SAU	VODAFONE ONO SAU Avda. de América 115. 28042 MADRID.	1. Se solicita información sobre Infraestructuras de telecomunicaciones. 2. Se solicita información a través de la plataforma WEB 3. Se recibe la información en PDF (esta incompleta y no se puede referenciar) 4. Se mantiene reunión en Vodafone para reposición antena de comunicaciones 5. Se aporta a Vodafone información en digital. 6. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2	Carta WEB Email reunión Email Email	14/03/2017 28/03/2017 28/03/2017 13/04/2018 20/02/2018 27/06/2018	Alberto Barbero Juan Carlos García	610515336 610526222	alberto.barbero@vodafone.es juan-carlos.garcia1@vodafone.com
	Colt Technology Services	C/Telémaco 5, 28027 Madrid, España	1. Se envía correo con planta de trazado enlaces. 2. Responden con plano con sus instalaciones. 3. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2 4. Se recibe contestación (no afectado)	Email Email Email Email	24/05/2017 25/05/2017 27/06/2018 18/07/2018	Roberto Montana	91789 9899 670618035	roberto.montana@colt.net
	BT España Compañía de Servicios Globales de Telecomunicaciones S.A.U.	Calle Isabel Colbrand, 8-Planta Baja. 28050 Madrid	1. Se envía correo con planta de trazado enlaces. 2. Se recibe contestación, tienen cable de fibra óptica en canalización de TESA 3. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2	Email Email Email	29/05/2017 16/06/2017 27/06/2018	Gerardo Ordoñez	912706059 611100544	gerardo.ordonez@bt.com
	ORANGE - UNI2 – JAZZTEL		1. Se envía correo con planta de trazado enlaces.2. Responden con plano con sus instalaciones.3. Se solicita información sobre posibles afecciones de la Actuación 2	EmailEma ilEmail	29/05/2017 11/07/2017 27/06/2018	Antonio García Rosa	6400099759	antonio.garciarosa@orange.com
	INKOLAN	https://www.inkolan.com	1. Se descarga información en la plataforma WEB 2. Se descarga información en la plataforma WEB de la zona de Ampliación	WEB WEB	13/03/2017 04/07/2018			
	Comunidad Autónoma de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio	Calle Alcalá nº16 28014 Madrid (Madrid)	1. Se envía correo con planta de trazado enlaces. 2. Responden con los condicionantes ambientales.	Correo Email	15/02/2017 27/04/2017			
	Comunidad de Madrid Dirección Gral. del Medio Natural. Departamento de vías pecuarias	Ronda de Atocha 17, 1º planta 28012 Madrid	1. Se envía correo con planta de trazado enlaces. 2. Se recibe planta	Correo	15/02/2017 05/06/2017			
	Comunidad Autónoma de Madrid. Dirección General de Patrimonio Histórico	C/ Arenal 18, 2ª planta 28013 Madrid (Madrid)	1. Se envía correo con planta de trazado enlaces.	Correo	15/02/2017			

4.21. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros, conforme a la vigente Ley de Carreteras, afecta a una superficie de 2.624 m², de los cuales 1.027 m² corresponden a terrenos catalogados como suelo rural (39,14%) y 1.597 m² como suelo urbanizado (60,86%). En la delimitación de la línea de expropiación, se han tenido en cuenta las zonas que en la actualidad son de dominio público, pero no se han incluido dentro de la valoración de las expropiaciones.

La totalidad de las superficies expropiadas se encuentran dentro del municipio de Madrid.

Además de las ocupaciones definitivas afectadas por las obras proyectadas, también se han considerado las ocupaciones temporales necesarias para la ejecución de dichas obras.

Igualmente se ha considerado la expropiación de los terrenos necesarios para la reposición de los servicios afectados, así como las correspondientes servidumbres de vuelo o de paso para las líneas eléctricas.

En estas diferentes ocupaciones se encuentran igualmente reflejadas en planos con diferente color de sombreado, así como en los listados de propietarios.

En el caso de los bienes y derechos afectados que pertenecen al Estado no se ha incluido su valoración. Estos, por su naturaleza jurídica de bien público, gozan de utilidad pública y en consecuencia no deben ser expropiados, a menos que expreso se declare la prevalencia de utilidad pública. No obstante, sí se ha estimado la valoración de los bienes y derechos afectados que pertenecen al Ayuntamiento de Madrid.

De la aplicación de los precios unitarios adoptados a las superficies afectadas para los diferentes tipos de aprovechamiento y demás circunstancias, se han obtenido los valores parciales y totales de dichas afecciones, obteniendo un coste de las expropiaciones e indemnizaciones de **DOSCIENTOS NUEVE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (209.933,92 €)** incluido un 30% en concepto de imprevistos.

POR ÚLTIMO Y MUY ESPECIALMENTE HA DE SIGNIFICARSE DE MODO EXPRESO, QUE LA CANTIDAD DETERMINADA ANTERIORMENTE ES EXCLUSIVAMENTE PARA USO Y CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN, Y QUE NECESARIA E INELUDIBLEMENTE HABRÁ 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. PLAN DE OBRA

Se ha elaborado un plan de obra con las unidades más importantes, en el que se establece un plazo total de doce meses para la ejecución de la obra. Se han tenido en cuenta las relaciones de precedencia entre las distintas actividades y la duración de las mismas según los rendimientos estimados.

El condicionante principal es la interferencia con ramales y autovías en servicio, lo que merma los rendimientos previsibles, lo cual se ha considerado en el programa de trabajos. Asimismo, se ha penalizado el rendimiento de actividades diversas como los terraplenes o los suelos tratados con conglomerante al depender de la climatología.

Lógicamente, la ejecución de estructuras es la actividad de mayor duración y que condiciona otras como desvíos de tráfico, extensión de firmes, señalización, y se prevé ejecutarlas en siete meses. A continuación se muestra una posible planificación de la obra.

PLAN DE OBRA

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: M-40. CALZADAS DE SERVICIO Y OTRAS ACTUACIONES.

NUEVOS RAMALES DE CONEXIÓN DE LA M-14 Y M-21 CON VÍA DE SERVICIO INTERIOR DE LA M-40 Y ELIMINACIÓN DEL TRENZADO. TRAMO: ENLACE M-40/M-14/M-21. MADRID.

ACTIVIDADES	AÑO 1'											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 MONTAJE DE INSTALACIONES												
2 PERMISOS Y LICENCIAS												
3 TRABAJOS PREV. PROTECCION MEDIOAMBIENTAL ARQUEOLÓGICA												
4 DESBROCE Y EXCAV. DE TIERRA VEGETAL, ACOPIOTE VEREDERO												
5 REPOSICIONES DE SERVICIOS AFECTADOS												
6 SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS												
7 DEMOLICIONES, EXPLANACIÓN DEL TRONCO, ENLACES Y CAMINOS												
8 VIADUCTO PS-1												
9 VIADUCTO PS-2B												
10 AMPLIACIÓN ESTRUCTURA PS-1B												
11 MURO EJES												
12 VIADUCTO PS-1 Y MUROS TIERRA ARMADA												
13 MURO DE CONTENCIÓN M-1												
14 AMPLIACIÓN PS-1.B.13												
15 DRENAJE												
16 FIRMES Y PAVIMENTOS												
17 OBRAS DE RECUPERACION MEDIOAMBIENTAL Y PAISAJISTICA												
18 OBRAS COMPLEMENTARIAS												
19 SEÑALIZACION VERTICAL, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS												
20 LIMPIEZA GENERAL DE LAS OBRAS												
21 GESTIÓN DE RESIDUOS												
22 SEGURIDAD Y SALUD Y VARIOS												
Inversión mensual	24.710,97	213.670,56	618.433,17	760.956,55	1.223.196,92	1.373.242,87	1.410.539,18	1.185.387,56	589.576,76	490.289,14	486.485,95	436.380,91
Inversión acumulada	24.710,97	238.381,53	856.814,69	1.617.771,24	2.840.968,17	4.214.211,03	5.624.750,22	6.810.137,78	7.399.714,54	7.890.003,67	8.376.489,63	8.812.870,54

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	7.283.364,08
21% IVA	1.529.506,46
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	8.812.870,54

4.23. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Los precios utilizados en el proyecto se basan en las unidades incluidas en la Base de Precios de la dirección General de Carreteras, (Orden Circular 37/2016), aunque ha habido que formar unidades nuevas que no estaban incluidas en aquella base, principalmente en capítulos de señalización, drenaje y estructuras.

Se recuerda que la justificación de precios no es contractual, por lo que el contratista no podrá aducir una posible deficiencia en la formación de un precio para alterar el precio de una unidad.

4.24. PRESUPUESTO

A continuación se muestra el presupuesto del presente proyecto

Act-1	Actuación 1.....		3.814.630,17
K01	Operaciones previas.....	15.036,61	
K02	Movimiento de tierras	23.379,47	
K03	Drenaje	13.841,42	
K04	Estructuras.....	2.467.614,76	
K05	Firmes.....	212.040,87	
K06	Reposiciones	286.261,20	
K07	Señalización, balizamiento, defensas	417.147,58	
K08	Integración ambiental	65.357,83	
K09	Obras complementarias	148.070,20	
K10	Soluciones propuestas al tráfico	120.297,48	
K11	Limpieza final de obras.....	21.000,00	
K12	Auditoría de seguridad	1.500,00	
K13	Seguridad y salud	23.082,75	
Act-2	Actuación 2.....		2.134.558,19
C01	Operaciones previas.....	46.027,75	
C02	Movimiento de tierras	98.629,77	
C03	Drenaje	115.668,67	
C04	Estructuras.....	774.585,61	
C05	Firmes.....	370.327,72	
C06	Reposiciones	94.321,01	
C07	Señalización, balizamiento, defensas	270.098,69	
C08	Integración ambiental	36.728,53	
C09	Obras complementarias	205.855,69	
C10	Soluciones propuestas al tráfico	97.594,12	
C11	Limpieza final de obras.....	9.000,00	
C12	Auditoría de seguridad	1.500,00	
C13	Seguridad y salud	14.220,63	
GR	Gestión de residuos		166.542,16
K11.01	GESTION DE RESIDUOS.....	156.591,74	
K11.02	PUNTO LIMPIO.....	9.950,42	
IA	Integración Ambiental		4.743,50
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		6.120.474,02
	13,00 % Gastos generales	795.661,62	
	6,00 % Beneficio industrial	367.228,44	
	Suma		1.162.890,06

Asciende el presupuesto base de licitación a la cantidad de OCHO MILLONES OCHOCIENTOS DOCE MIL OCHOCIENTOS SETENTA EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

4.25. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Como la duración prevista de los trabajos es de 1 año, no procede la revisión de precios para los trabajos incluidos en el presente proyecto.

4.26. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se incluye en el Documento N° 5 del presente Proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud, realizado siguiendo las directrices recogidas en las "Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera" de 2002, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

La finalidad del Estudio de Seguridad y Salud es establecer, durante la ejecución de las obras del presente proyecto, las previsiones en cuanto a su definición y valoración, de las medidas y actividades relativas a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, a la vez que se definen los servicios sanitarios y comunes de que constará el centro de trabajo. Su objetivo fundamental es la prevención de los riesgos inherentes a todo trabajo especialmente peligroso en la industria de la construcción, por las circunstancias específicas que concurren.

Para ello se han establecido una serie de medidas que se desarrollarán a lo largo del tiempo que dure la obra, de acuerdo con el plan de ejecución de la misma. Estas medidas tendrán una función preventiva conducente a suprimir los accidentes laborales, y en el peor de los casos, disminuir su número y sus consecuencias.

Asimismo, teniendo en cuenta las necesidades de mano de obra previstas, se han dimensionado las instalaciones de higiene y bienestar para el uso conjunto de los trabajadores previstos, considerando los directamente relacionados con las unidades de obra y el personal que no interviene en estas unidades (oficinas, laboratorio, etc.).

Por último, se incluyen en el estudio una serie de directrices que permitirán al Contratista el cumplimiento de sus obligaciones para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

El presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud asciende a 37.303,38 Euros, distribuyéndose en 23.082,75 para la llamada actuación 1 y 14.220,63 para la actuación 2.

5. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A lo largo de la presente Memoria se han ido justificando cada uno de los elementos que constituyen el presente proyecto constructivo de nuevos ramales de conexión de la M-14 y M-21 con la vía de servicio interior de la M-40, así como la eliminación del trenzado proyectado.

Se considera que la solución adoptada cumple con las normativas de Instrucción de Carreteras y normas subsidiarias.

El conjunto de actuaciones comprendidas entre los PP.KK 9 y 10 de la autopista M-40 reordena las conexiones con las autovías M-14 y M-21.

El diseño ha tenido en cuenta la facilidad de ejecución de las actuaciones para limitar las afecciones al tráfico existente durante la ejecución de los trabajos, así como la limitación de las afecciones a servicios existentes y las necesidades de expropiación de terrenos.

Por todo lo expuesto en esta Memoria y se estima que la solución proyectada es correcta y se ajusta a los condicionantes previos establecidos y a la normativa aplicable en vigor en el momento de publicación de este documento.

6. PLAZO DE GARANTÍA

Se establece un plazo de garantía de las obras de UN (1) AÑO.

El cumplimiento de este periodo de garantía no exime al contratista de la responsabilidad para responder a los daños y perjuicios que puedan ser ocasionados por vicios ocultos derivados de incumplimientos del contrato por parte del contratista. Esta responsabilidad se extenderá por un periodo de QUINCE (15) AÑOS.

Transcurrido este plazo sin que se haya manifestado ningún daño o perjuicio quedará totalmente extinta la responsabilidad del contratista.

7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Los documentos que integran el presente proyecto son:

- Documento Nº 1: Memoria
 - Memoria
 - APÉNDICE Nº 1. Antecedentes
 - APÉNDICE Nº 2. Cartografía y topografía
 - APÉNDICE Nº 3. Geología y procedencia de materiales
 - APÉNDICE Nº 4. Efectos sísmicos
 - APÉNDICE Nº 5. Climatología e hidrología
 - APÉNDICE Nº 6. Planeamiento y tráfico
 - APÉNDICE Nº 7. Estudio geotécnico del corredor
 - APÉNDICE Nº 8. Trazado geométrico
 - APÉNDICE Nº 9. Movimiento de tierras
 - APÉNDICE Nº 10. Firmes y pavimentos
 - APÉNDICE Nº 11. Drenaje
 - APÉNDICE Nº 12. Estudio Geotécnico para la cimentación de Estructuras
 - APÉNDICE Nº 13. Estructuras
 - APÉNDICE Nº 14. Reposición de caminos
 - APÉNDICE Nº 15. Soluciones al tráfico

- APÉNDICE Nº 16. Señalización, balizamiento y defensas
 - APÉNDICE Nº 17. Integración ambiental
 - APÉNDICE Nº 18. Obras Complementarias
 - APÉNDICE Nº 19. Replanteo
 - APÉNDICE Nº 20. Coordinación con otros organismos
 - APÉNDICE Nº 21. Expropiaciones
 - APÉNDICE Nº 22. Reposición de servicios afectados
 - APÉNDICE Nº 23. Plan de obra
 - APÉNDICE Nº 24. Clasificación contratista
 - APÉNDICE Nº 25. Justificación de precios
 - APÉNDICE Nº 26. Presupuesto de inversión
 - APÉNDICE Nº 27. Fórmula revisión de precios
 - APÉNDICE Nº 28. Valoración ensayos
 - APÉNDICE Nº 29. Estudio de Gestión de Residuos
- Documento Nº 2: Planos
 - Documento Nº 3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
 - Documento Nº 4: Presupuesto
 - Documento Nº 5: Estudio de Seguridad y Salud

8. CONCLUSIÓN

Entendiendo que el presente Proyecto de Construcción se ha redactado conforme a las Órdenes y Directrices de las entidades competentes, se eleva para su aprobación si así lo estiman procedente.

Madrid, a 14 de noviembre de 2019

La ingeniera autora del proyecto



Carmen Olmeda Clemares

Ing. de Caminos, Canales y Puertos