

MEMORIA

ÍNDICE

MEMORIA	3		
1. ANTECEDENTES	3		
1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS	3		
1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	3		
2. SITUACIÓN ACTUAL Y OBJETO DEL PROYECTO DE TRAZADO	4		
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE TRAZADO	8		
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	8		
3.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	13		
3.3. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES.....	14		
3.3.1. Geología	14		
3.3.1.1. Estratigrafía	14		
3.3.1.2. Riesgos geológicos.....	15		
3.3.1.3. Estimación de los caudales de infiltración.....	15		
3.3.2. Sismicidad	15		
3.3.3. Estudio de materiales.....	15		
3.4. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.....	16		
3.5. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO	22		
3.5.1. Planeamiento	22		
3.5.2. Tráfico	22		
3.6. GEOTECNIA DEL CORREDOR	25		
3.6.1. Campaña geotécnica realizada.....	25		
3.6.1.1. Ensayos de laboratorio.....	25		
3.6.2. Campaña geotécnica recopilada de otros proyectos	26		
3.6.3. Campaña complementaria propuesta para fase 4	26		
3.6.3.1. Trabajos de campo	26		
3.6.3.2. Ensayos de laboratorio	26		
3.6.4. Estudio geotécnico	26		
3.6.4.1. Caracterización geotécnica de las unidades	26		
3.6.4.2. Parámetros geotécnicos.....	27		
3.6.4.3. Niveles de agua	29		
3.6.4.4. Agresividad del subsuelo al hormigón.....	29		
3.6.4.5. Agresividad del agua	29		
3.6.4.6. Geotecnia de las obras de tierra	29		
3.6.4.7. EXPLANADA	35		
3.7. TRAZADO	35		
3.8. MOVIMIENTO DE TIERRAS	36		
3.9. FIRMES Y PAVIMENTOS	39		
3.9.1. Secciones de firme proyectadas.....	39		
3.9.2. Firme en estructuras	42		
3.9.3. Aprovechamiento del firme existente.....	42		
3.10. DRENAJE	43		
3.10.1. Drenaje transversal	43		
3.10.2. Drenaje longitudinal.....	43		
3.10.2.1. Cálculo de caudales	43		
3.10.2.2. Elementos del drenaje longitudinal.....	44		
3.11. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	46		
3.12. ESTRUCTURAS.....	48		
3.12.1. Estructura E-1.....	48		
3.12.2. Estructura E-2.....	49		
3.12.3. Estructura E-3.....	50		
3.12.4. Pasarela peatonal.....	51		
3.13. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	52		
3.14. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.....	54		
3.15. INTEGRACIÓN AMBIENTAL	55		
3.16. OBRAS COMPLEMENTARIAS	56		
3.17. REPLANTEO	56		
3.18. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS.....	56		
3.19. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES	57		
3.20. REPOSICIONES DE SERVICIOS.....	58		
3.21. ESTIMACIÓN DE PRECIOS.....	60		
3.22. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	60		
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	61		
5. NORMATIVA DE APLICACIÓN	65		
6. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE TRAZADO	66		
7. CONCLUSION	67		

MEMORIA

1. ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Como antecedente administrativo principal del presente proyecto, está la Orden de Estudio otorgada en fecha 16 de Diciembre de 2004, con clave 49-M-12280, relativa a "Autovía del Noreste, A-2. Tramo: Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público, vías de servicio y actuaciones complementarias".

El contrato de asistencia técnica fue firmado el 5 de Septiembre de 2005 y, tras varias modificaciones del mismo, finalizó el 29 de junio de 2012. Se redactaron los siguientes documentos para desarrollar esta propuesta:

- Proyecto de trazado "Autovía del Noreste, A-2. Tramo: Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público y actuaciones complementarias", clave T9-M-12280.
- Proyecto de construcción "Autovía del Noreste, A-2. Tramo: Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público y actuaciones complementarias", clave 49-M-12280. Que a su vez se resolvió dividir en tres proyectos, uno por tramo a estudiar.

Con fecha 22 de abril de 2013, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid, emite la Propuesta de Orden de Estudio relativa a "Remodelación del nudo Eisenhower. Autovía del Nordeste, A-2, p.k. 10+650".

El 24 de junio de 2013, la Demarcación de Carreteras del Estado en Madrid resuelve la aprobación de la Orden de Estudio para la redacción del proyecto de trazado y construcción "Autovía del Nordeste (A-2). Remodelación del Nudo de Eisenhower".

El 5 de diciembre de 2014 la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento adjudica a INECO, S.A. la *Encomienda de Gestión del Ministerio de Fomento para la Asistencia Técnica a la Dirección General de Carreteras* para la redacción del proyecto de trazado y construcción "Autovía del Nordeste (A-2). Remodelación del Nudo de Eisenhower".

1.2. ANTECEDENTES TÉCNICOS

Como antecedentes técnicos, se identifican los proyectos mencionados en el apartado anterior y de los que, a continuación, se desarrollan sus tramitaciones:

- Proyecto de trazado "Autovía del Noreste, A-2. Tramo: Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público y actuaciones complementarias", de clave T9-M-12280,

fue aprobado provisionalmente en fecha de 23 de abril de 2007 y, posteriormente, sometido a información pública (B.O.E. de 8 de mayo de 2007). Tras el trámite de alegaciones, fue remitido al Ministerio de Medio Ambiente que emitió la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental el 9 de mayo de 2008 (publicada en el B.O.E. el 11 de junio de 2008). Con fecha 11 de julio de 2008 (B.O.E. de 28 de julio) se aprobó definitivamente este proyecto de trazado con una serie de prescripciones.

Aun cuando el proyecto de trazado de clave T9-M-12280 ("Autovía del Noreste, A-2. Tramo: Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público y actuaciones complementarias") cuenta con una Declaración de Impacto Ambiental o DIA (B.O.E. de 11 de junio de 2008), las actuaciones incluidas en dicho proyecto no se han llegado a ejecutar. La Declaración de Impacto de referencia está, por tanto, caducada. Se llega a esta conclusión teniendo en cuenta la postura que el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente lleva manteniendo en los últimos años respecto a la aplicación de las disposiciones transitorias de la Ley 21/2013, en las que si una DIA mantenía su vigencia en el momento de entrada en vigor de la Ley, ésta mantiene su vigencia seis años más. De acuerdo al texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (derogada) las DIA mantenían una vigencia de 5 años. Por lo tanto, en el momento de entrada en vigor de la Ley 21/2013, la DIA en cuestión se encontraba caducada y por tanto, no se ampliaría su vigencia.

Teniendo en cuenta tanto esto como lo prescrito en la Orden de Estudio (consultar al MAGRAMA sobre el trámite ambiental), se ha realizado un análisis de la Ley 21/2013 (incluido en el Anejo nº 18), concretamente del Artículo 7 "Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental" y de los respectivos Anexos de la Ley, comprobándose que el único apartado en el que el proyecto podría estar incluido era el siguiente:

Artículo 7:

(...)

2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

(...)

c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:

1º. Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.

2º. Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.

3º. Incremento significativo de la generación de residuos.

4º. Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.

5º. Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

6º. Una afección significativa al patrimonio cultural.

De todos ellos, el efecto adverso que podría suponer que el proyecto estuviera enmarcado en este apartado de la Ley 21/2013 serían las emisiones a la atmósfera (por ruido).

Por ello, se ha realizado el Estudio de Ruido (incluido como Apéndice 1 en el Anejo nº18 del presente Proyecto) comprobándose que no existe incremento significativo en el ruido producido por las actuaciones planteadas respecto a la situación existente actualmente.

Por tanto, y tal y como se incluye en el apartado 18.2.2. del Anejo 18, el presente proyecto no está enmarcado en el artículo 7.2.c. porque aunque el proyecto constituye una modificación de la Autovía A-2 y Nudo Eisenhower ya existentes, se descartan incrementos significativos en la generación de emisiones a la atmósfera (ruido) con respecto a la situación existente actualmente, vertidos y residuos, empleo de recursos naturales y afección al patrimonio cultural y a Red Natura 2000, de acuerdo con las características del proyecto, y de acuerdo con lo expuesto en el mencionado anejo.

- Proyecto de construcción “Autovía del Noreste, A-2. Tramo: Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público y actuaciones complementarias”, de clave 49-M-12280, remitido en marzo de 2009 a la Dirección General de Carreteras. No fue objeto de aprobación, ya que, con fecha 29 de Julio de 2009 se resolvió modificar la Orden de Estudio para poder dividir el proyecto de construcción en tres actuaciones, con objeto de priorizar las más necesarias repartiendo en un plazo más largo el esfuerzo económico. Los tres proyectos resultantes de esta división son los siguientes:
 - Proyecto de clave 49-M-12280.A. Tramo: Calle Arturo Soria - Alcalá de Henares, entre el p.k. 5+300 y el p.k. 24+500.
 - Proyecto de clave 49-M-12280.B. Tramo: Remodelación del enlace de San Fernando y mejoras funcionales, entre el p.k. 15+200 y el p.k. 17+000.
 - Proyecto de clave 49-M-12280.C. Tramo: Vías de servicio norte (sentido Madrid), entre el p.k. 16+ 190 y p.k. 18+ 300.
- Anteproyecto relativo a “Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público y actuaciones complementarias. Autovía del Noreste, A-2. p.k. 5,3 al p.k. 24,5. Tramo: Calle Arturo Soria- Alcalá de Henares”. En este anteproyecto se han definido al nivel correspondiente las actuaciones que estrictamente sería necesario acometer con objeto de mejorar la funcionalidad y tiempos de recorrido del transporte público de autobús en el corredor Madrid - Alcalá de Henares, indicando el orden de prioridad en el que deberían acometerse y señalando el presupuesto indicativo de cada una de las obras considerándolas

como independientes. El análisis de todo el corredor considera como ya ejecutados los proyectos de construcción antes citados: 49-M-12280.B y 49-M-12280.C.

2. SITUACIÓN ACTUAL Y OBJETO DEL PROYECTO DE TRAZADO

El Nudo Eisenhower se sitúa en el tramo de la Autovía del Nordeste (A-2) comprendido entre el enlace con la calle Arturo Soria y la autovía de circunvalación M-50, que actualmente presenta problemas de congestión. Distribuye los flujos entre la autovía A-2, la M-14 (con origen/destino el aeropuerto) y la M-40. Los problemas más graves que se producen en el enlace son en las salidas desde la autovía A-2 hacia la carretera M-14, en margen izquierda, y hacia la vía de servicio del Polígono de las Mercedes en margen derecha. Dichas salidas se señalan en la imagen siguiente:



Ámbito del estudio

Ambas salidas soportan altísimas intensidades de tráfico, superiores a su capacidad, con el resultado de frecuentes retenciones, especialmente en el carril derecho de ambas calzadas.

El presente proyecto se centra en la reordenación de dichas salidas desde la autovía A-2, manteniendo la funcionalidad del enlace.

En la margen derecha existen, en el ámbito del Nudo Eisenhower, dos salidas. La primera, al oeste del enlace, comunica la A-2 en sentido norte con la M-14, aeropuerto, terminal de carga, Barrio del Aeropuerto, Barrio de la Alameda de Osuna, terminal ejecutiva y en sentido sur con la M-14/M-21/M-40 todas direcciones.

En la imagen siguiente se marca, en rojo, la salida indicada y el movimiento hacia el sur, y en amarillo el movimiento hacia el norte desde esa misma salida.



Movimientos salida 1 margen derecha

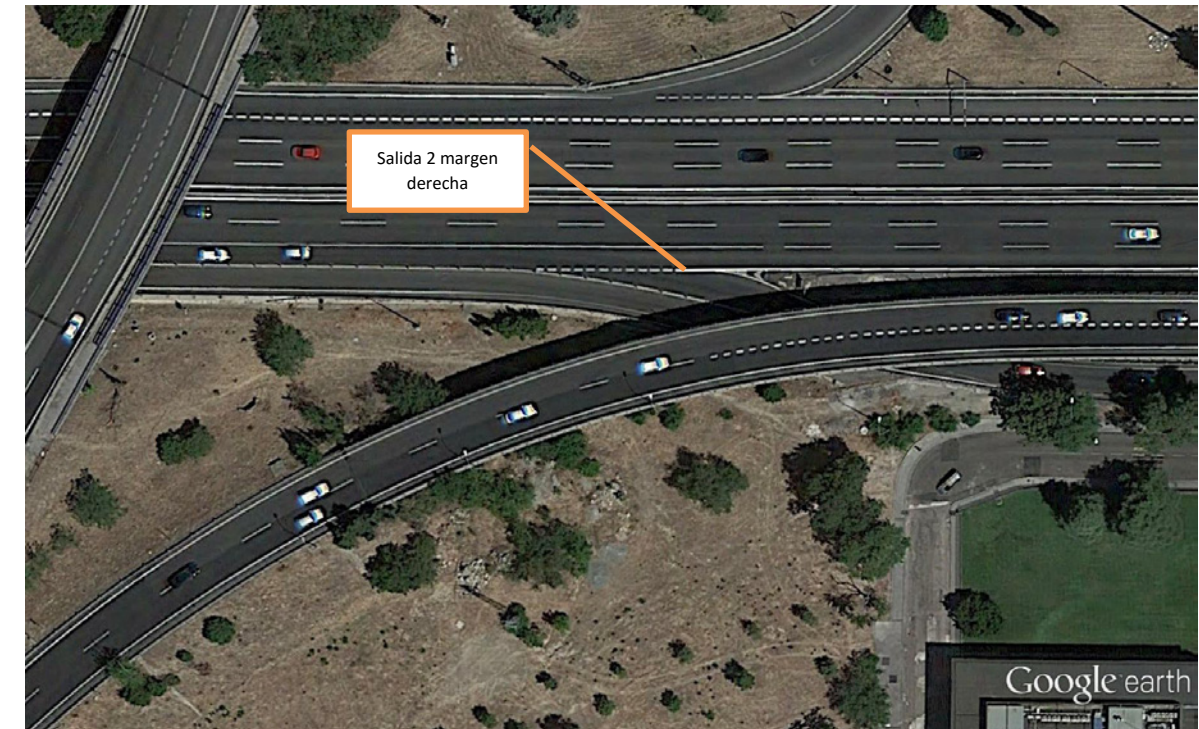
Para mejorar su capacidad se propone ampliar el ramal a dos carriles, antes de la bifurcación de los movimientos hacia el norte y hacia el sur. La funcionalidad del enlace en este punto no se vería, por tanto, modificada.

La segunda salida, situada nada más pasar el enlace, comunica la A-2 con el Polígono de las Mercedes, la zona comercial, la vía de servicio y conexión con enlace Coslada-San Fernando.



Salida 2 margen derecha

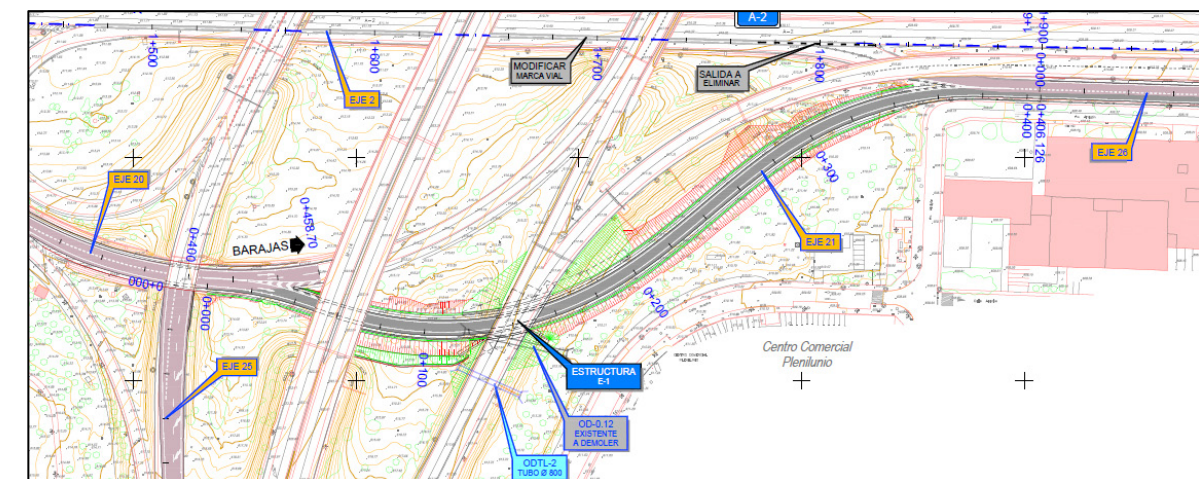
Como se puede ver en la imagen siguiente se trata de una salida directa a la vía de servicio, con una capacidad mucho menor que la necesaria para el elevado tráfico que soporta.



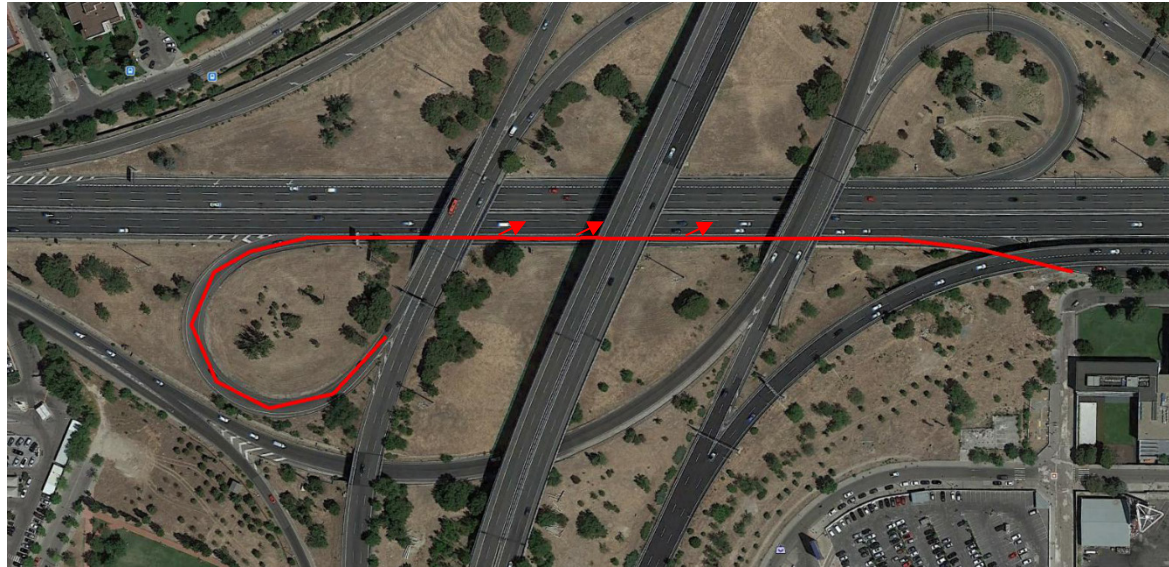
Detalle salida 2 margen derecha

Esta salida independiza los movimientos a zonas comerciales y polígonos industriales entre el Nudo Eisenhower y San Fernando.

Para resolver las retenciones en el tronco de la A-2 debidas a la falta de capacidad de esta salida se propone eliminarla sustituyéndola por un nuevo ramal desde la salida anterior (eje 21 de la imagen siguiente).



El movimiento desde la vía colectora izquierda de la M-14 hacia la vía de servicio se mantendría como en la actualidad, pero además se permitiría la incorporación al tronco. Se dispondría, por tanto, una marca vial continua en el tronco y adosada por la derecha la marca vial discontinua que permitiría el acceso desde el lazo.



Movimiento desde vía colectora izquierda de M-14

En la margen izquierda de la A-2 existe una salida al este del enlace, en el entorno del PK 12, que conecta en sentido norte con la M-14, la M-22, aeropuerto, terminal de carga, Barrio del Aeropuerto, Barrio de la Alameda de Osuna y en sentido sur con la M-14/M-21/M-40 todas direcciones.



Movimientos salida 1 margen izquierda

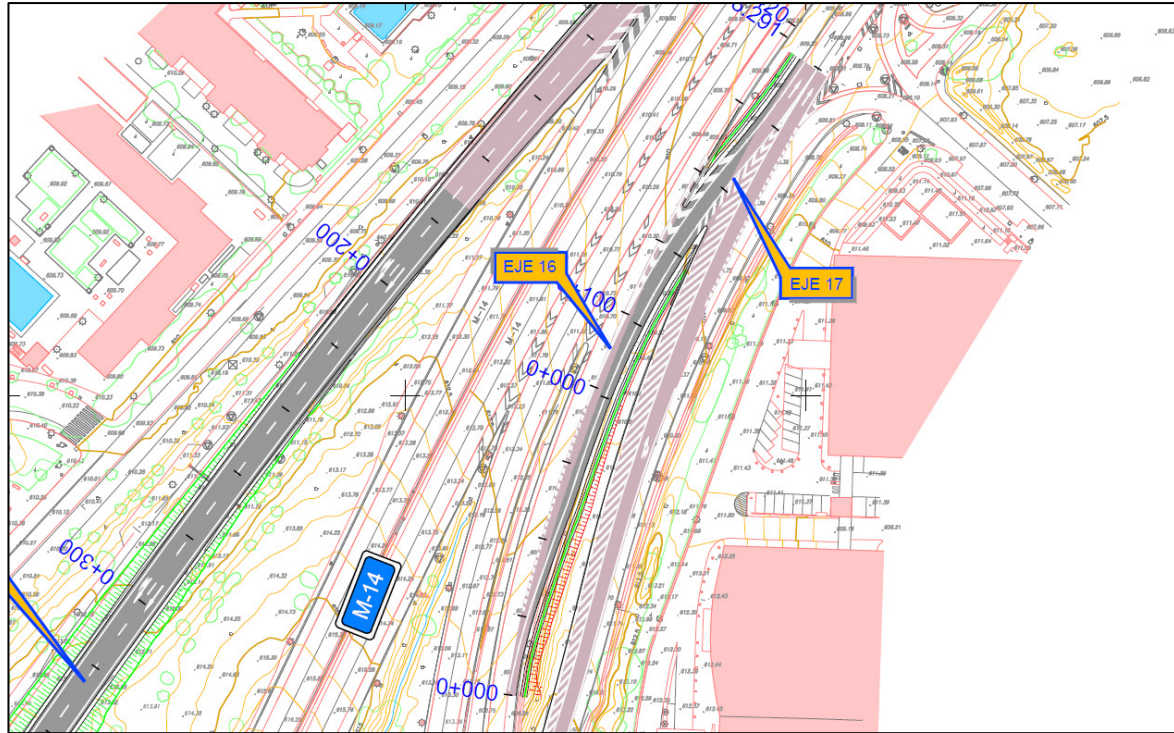
En la imagen anterior se marca, en rojo, la salida indicada y el movimiento hacia el sur, y en amarillo los movimientos hacia el norte desde esa misma salida.

En primer lugar se propone, para aumentar la capacidad de esta salida, ampliar el carril y la cuña de deceleración, así como aumentar a dos el número de carriles pasantes.



Detalle salida 1 margen izquierda

Por otro lado, se propone cerrar el ramal de salida hacia la glorieta de la vía de servicio, que es el que provoca las principales retenciones que afectan al tronco. Este movimiento se podría realizar, por un lado, a través del enlace de Rejas situado en el P.K. 14+700. Por otro lado, el acceso al Barrio del Aeropuerto se podría reponer habilitando un nuevo movimiento desde el ramal que conecta la calzada izquierda de la A-2 con la M-14 en sentido norte (eje 17 de la imagen siguiente).



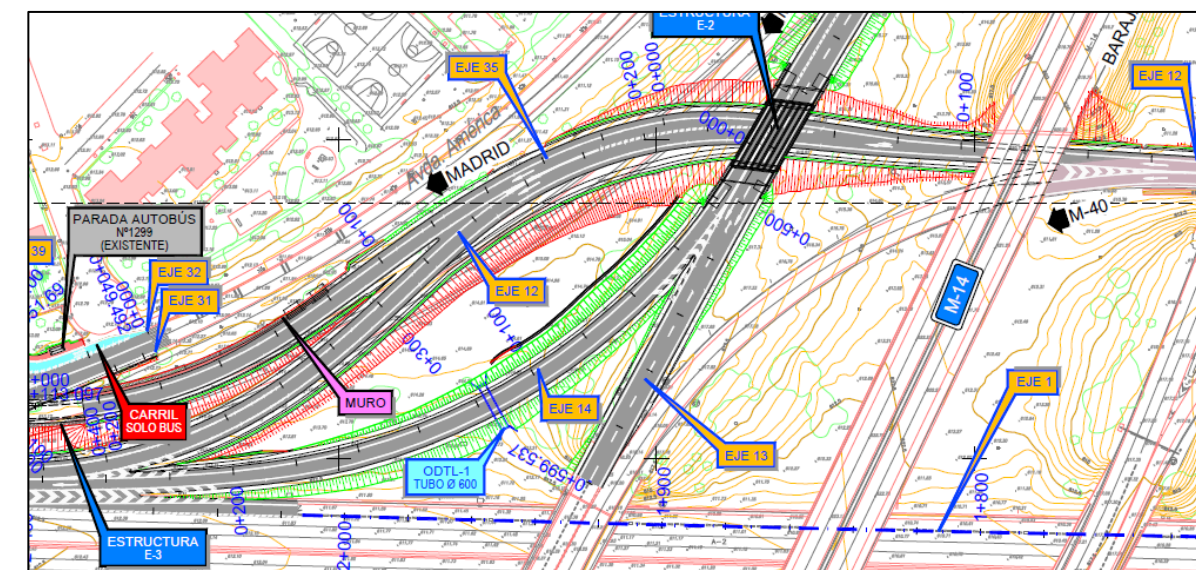
Para evitar el trenzado de los vehículos (fundamentalmente autobuses interurbanos) que provienen del Barrio del Aeropuerto (o la parada de autobús) y se quieren incorporar a la A-2 con los que salen de la A-2 y continúan hacia la M-14 norte o sur, se propone eliminar la entrada al tronco.



Además de evitar el trenzado se favorece la entrada a la calzada izquierda de la A-2 de los vehículos procedentes de la M-14 sur (lazo en cuadrante nordeste del nudo).



La entrada que se elimina se sustituye por un nuevo ramal desde la conexión de calzada izquierda de A-2 con M-14 dirección sur. Este nuevo ramal exige la ejecución de un nuevo paso bajo la vía colectora izquierda de la M-14 (eje 12) y la modificación del trazado del ramal de entrada hacia la A-2 sentido Madrid desde la vía colectora izquierda de M-14 (eje 14).



En la implantación de las propuestas expuestas en el presente epígrafe y otras actuaciones estudiadas se han tenido en cuenta la disposición de las paradas de autobuses, recorridos de las diferentes líneas que puedan resultar afectadas, recorridos peatonales y pasarelas.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE TRAZADO

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

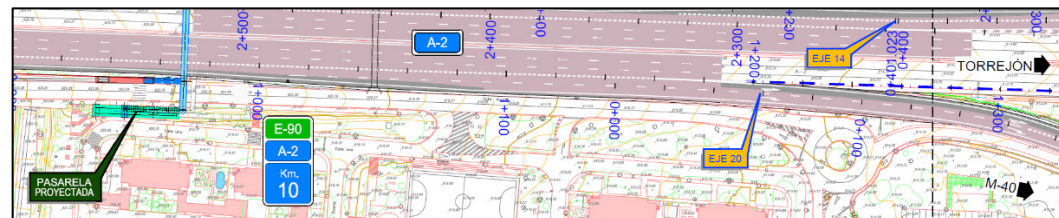
Se describen a continuación, por calzadas de la A-2, las actuaciones propuestas por la Orden de Estudio y las actuaciones adicionales resultantes de las alternativas estudiadas.

Calzada derecha

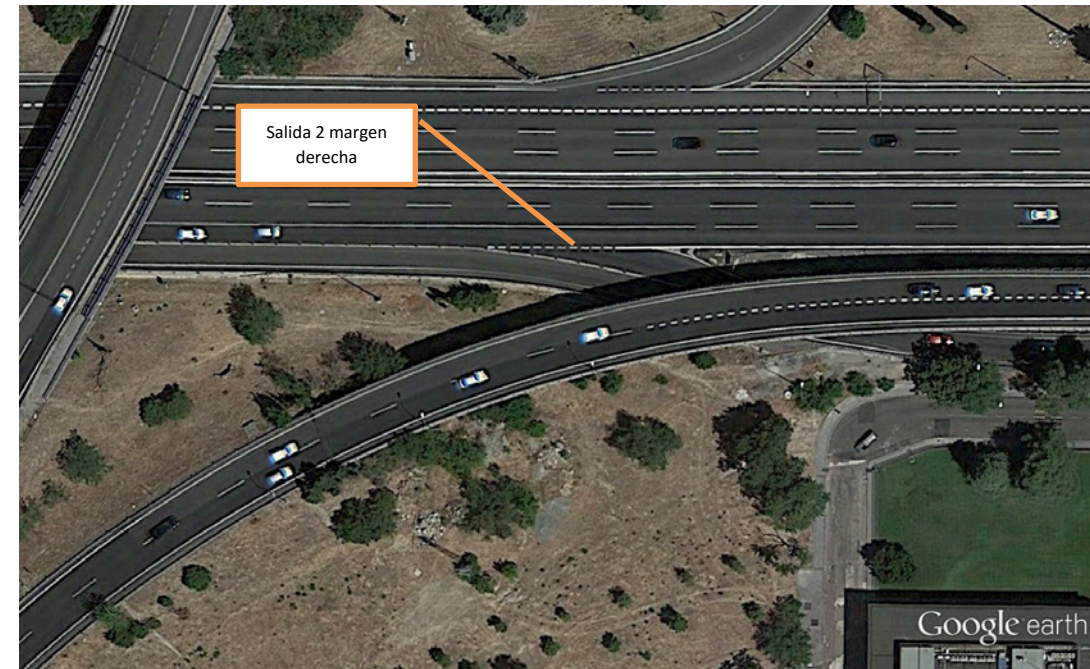
- Disposición de un cuarto carril de trenzado entre la actual entrada desde la glorieta elevada sobre la A-2 en el p.k. 8+900 (en la conexión entre la calle Alcalá y la Avenida de Logroño) con la salida hacia Aeropuerto y M-14 Sur.

Tras la realización del estudio de tráfico se concluye que la ampliación del cuarto carril en la autovía A-2, presenta peores resultados al facilitar la entrada de los vehículos procedentes de la vía de servicio, por lo que el trenzado producido antes del Nudo Eisenhower es con un mayor volumen de vehículos. Por este motivo **se desestima esta actuación** dejando la incorporación desde la vía de servicio igual que en la situación actual, en la que la acumulación de vehículos se produce en el ramal de entrada.

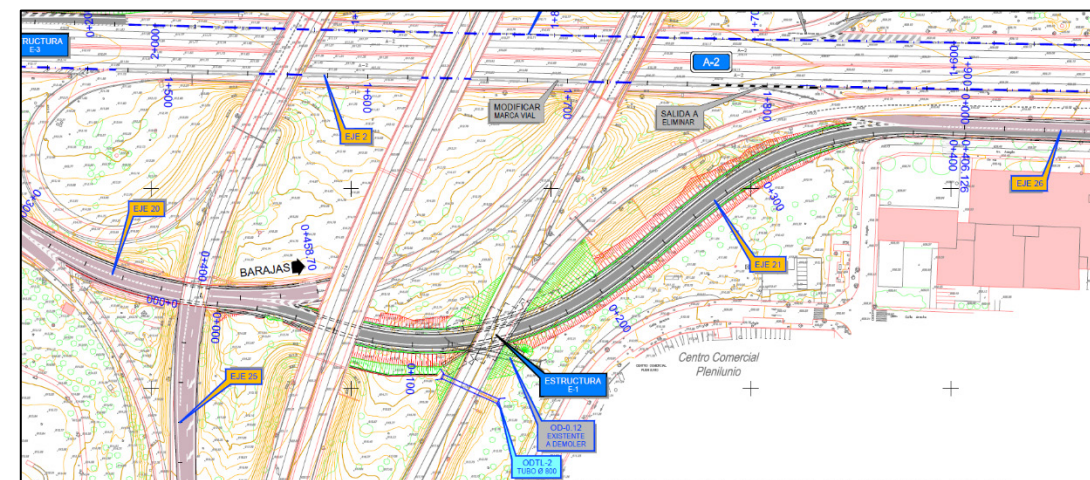
- Se mejora el ramal de salida hacia Aeropuerto y M-14 Sur, ampliándola a dos carriles (eje 20). Como consecuencia se debe sustituir la pasarela existente en el p.k. 9+980.



- Se suprime la salida desde la calzada de la A-2 en el p.k. 10+800 hacia la vía de servicio derecha.

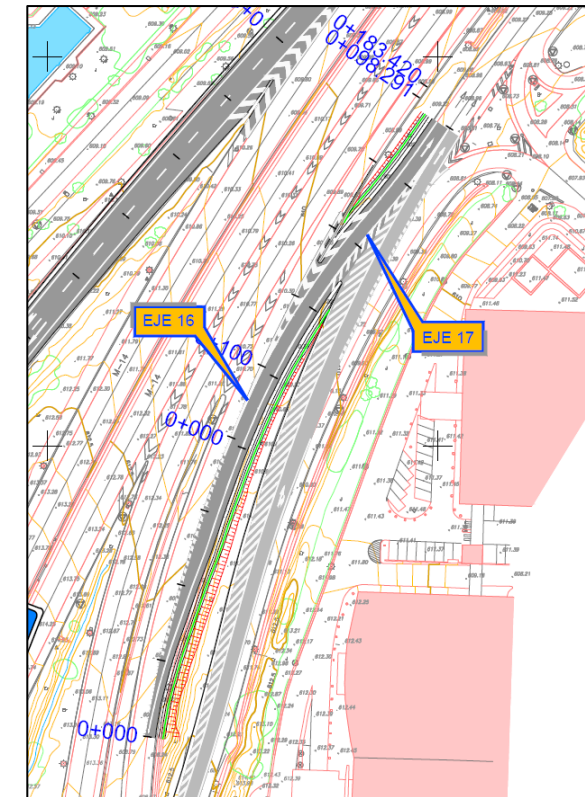
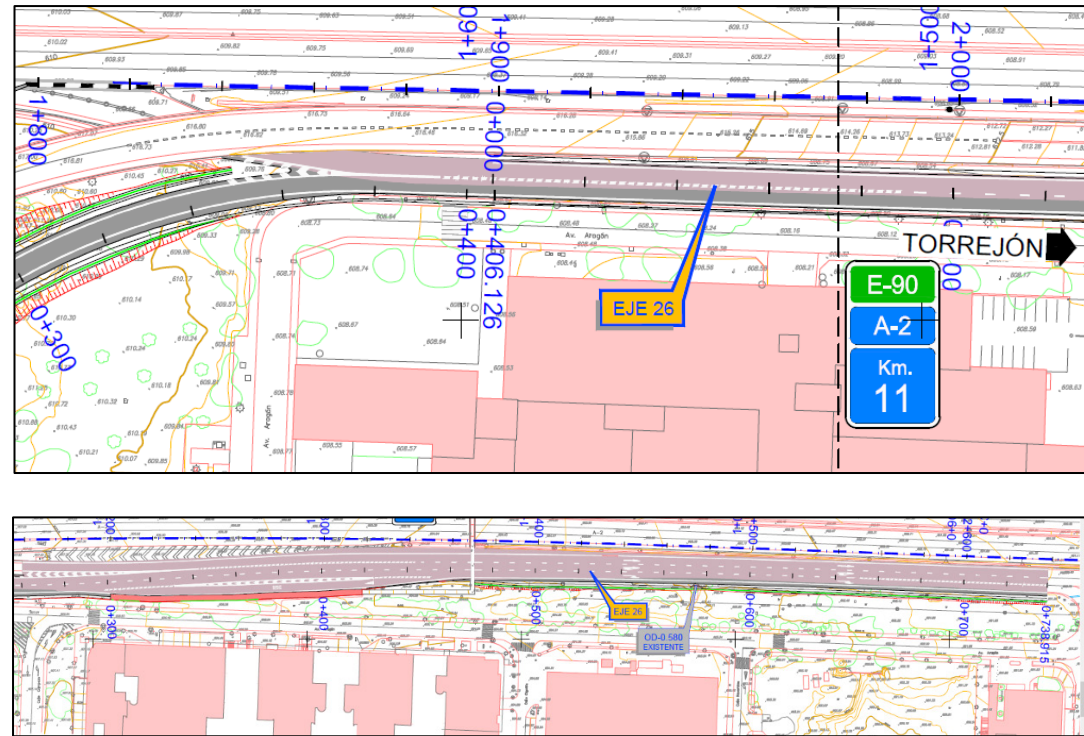


Dicha salida se sustituye por un nuevo ramal (eje 21) desde la conexión de la calzada derecha de la A-2 con el acceso al Aeropuerto (M-14). Exige la ejecución de un nuevo paso inferior bajo la vía colectora derecha de la M-14 (estructura E-1).



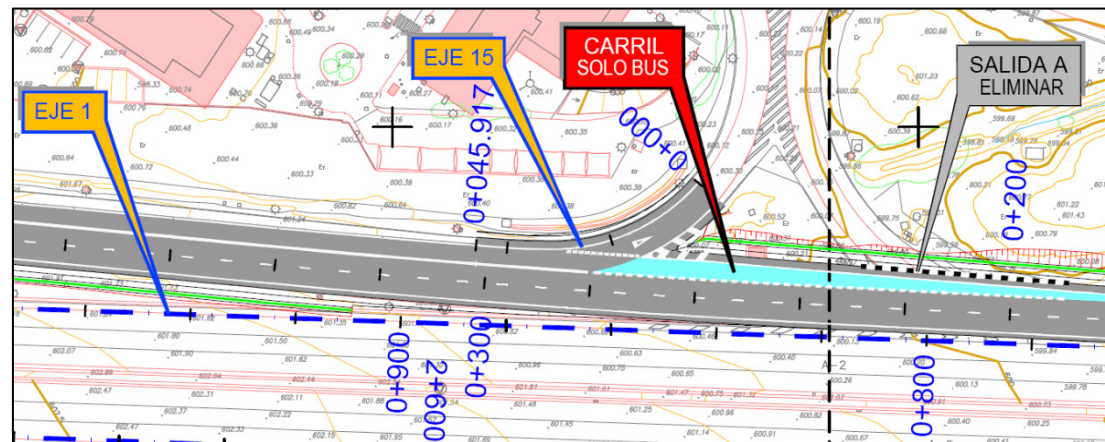
La conexión desde la vía colectora izquierda de M-14 con la vía de servicio de la autovía A-2 se mantiene, prohibiendo la salida desde el tronco a la vía de servicio mediante marca vial continua. Se permite, sin embargo, la incorporación al tronco de los vehículos que provienen de la M-14.

Este nuevo ramal conecta con la vía de servicio (eje 26), manteniéndose con dos carriles hasta el p.k. 11+250 aproximadamente, donde se une con el carril que proviene de la M-14 sur, formándose una plataforma de tres carriles hasta la salida hacia el Polígono de las Mercedes.



Calzada izquierda

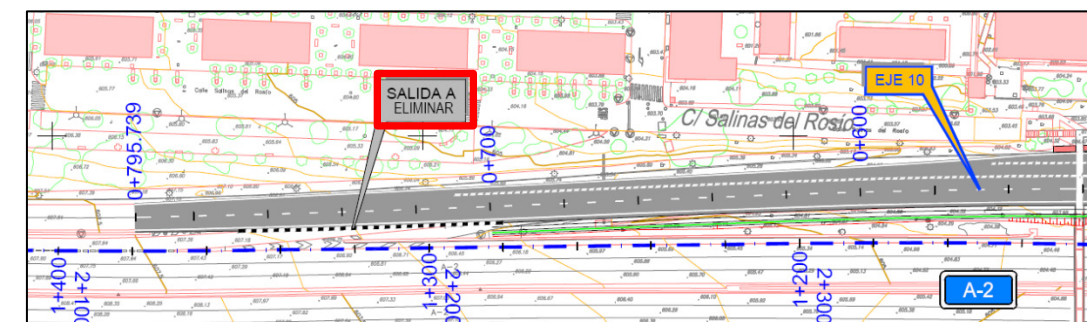
- Se mejora la salida desde la calzada izquierda hacia la M-14 y la vía de servicio izquierda ampliándola a dos carriles y prolongando la longitud del ramal. Además se ampliará a un tercer carril exclusivo para autobuses y se eliminará la salida hacia la vía de servicio.



La conexión con la vía de servicio izquierda desde la A-2 hacia Madrid se hará a través del enlace de Rejas, en el p.k. 14+700, y mediante un nuevo movimiento desde el ramal que conecta la calzada izquierda de la A-2 con la M-14 en dirección al aeropuerto (eje 17).

En ambos movimientos se señalarán los destinos que actualmente están indicados en el movimiento que se suprime.

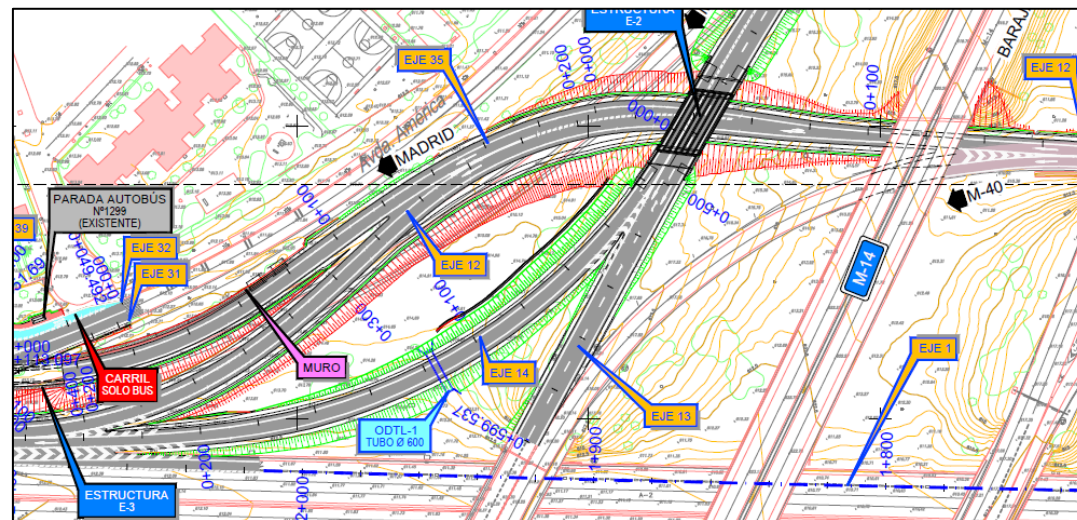
- Se elimina la entrada existente a la calzada izquierda desde el ramal que une la A-2 con el Nudo Eisenhower, favoreciendo la incorporación a dicha calzada de los vehículos que proceden de la M-14 Sur.



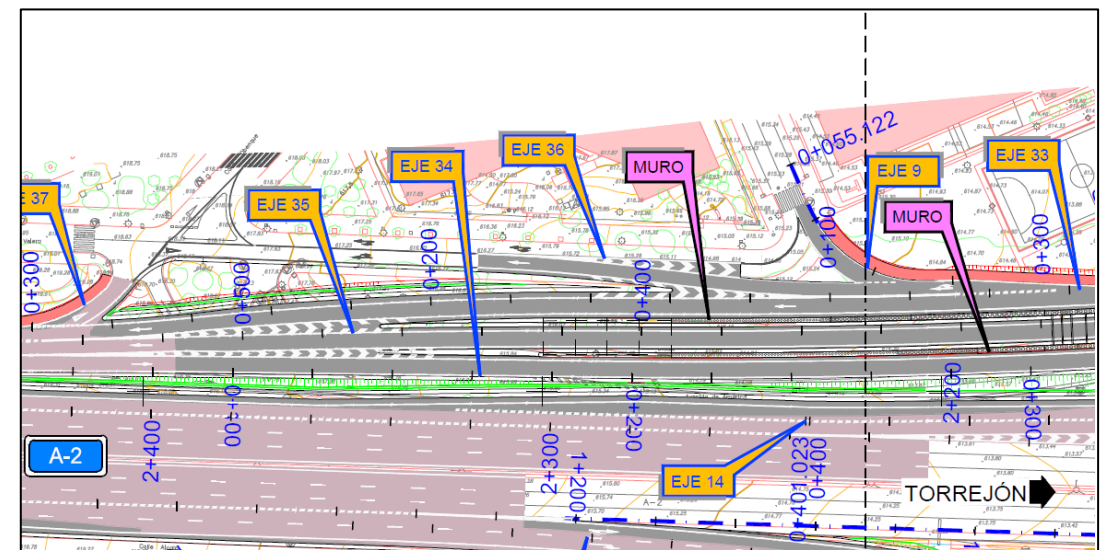
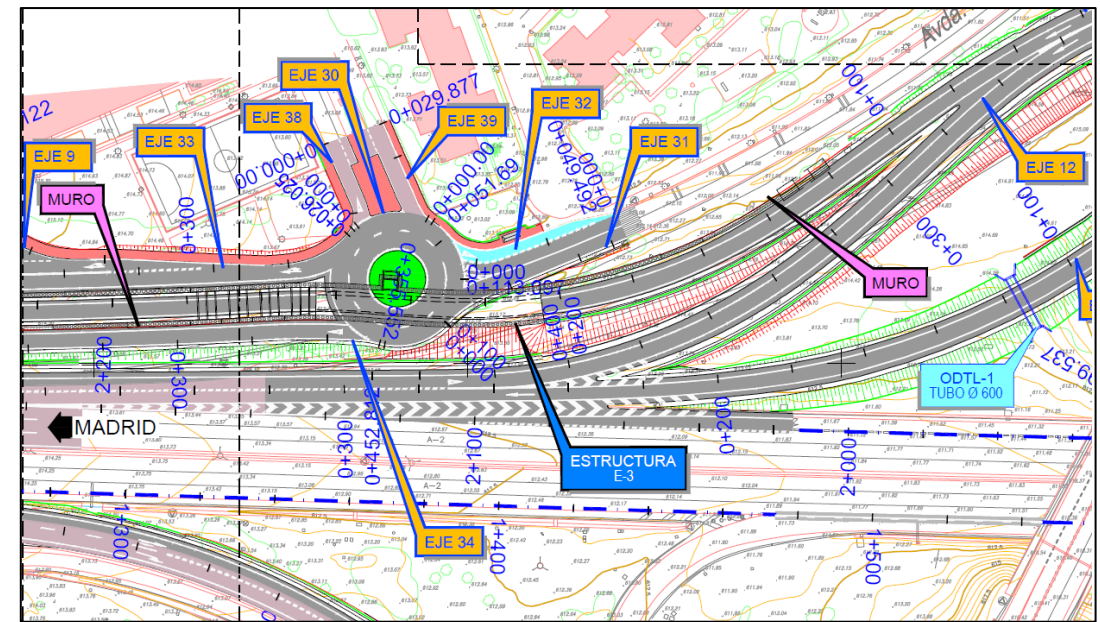
Al eliminar la entrada al tronco queda sin uso el carril derecho existente hasta la incorporación del lazo. Se propone anular dicho carril derecho mediante cebreado hasta el lazo permitiendo que los vehículos procedentes de la M-14 se incorporen directamente a un carril de aceleración.



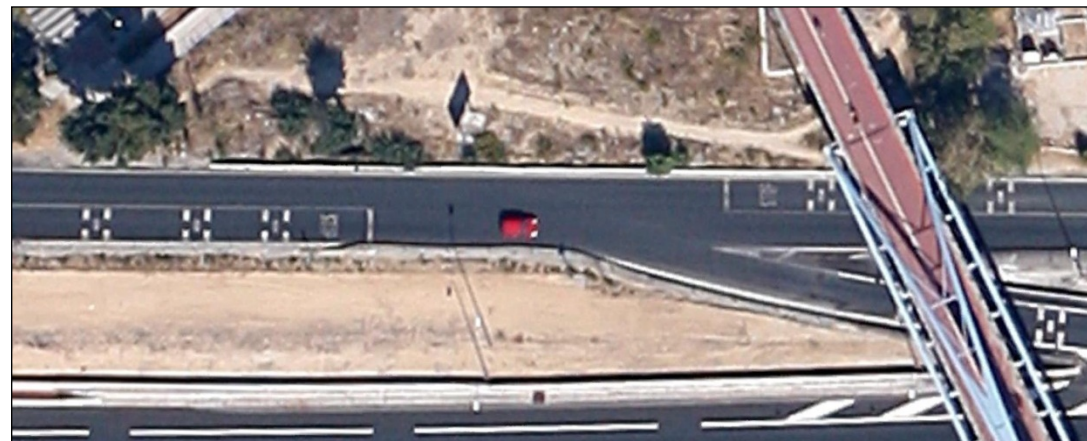
Dado que al suprimir esta entrada los autobuses interurbanos que paran en el ramal no podrían incorporarse de nuevo al tronco, este movimiento se sustituye por un ramal desde la conexión de calzada izquierda de A-2 con M-14 dirección M-40, pasando bajo la vía colectora izquierda de la M-14 (eje 12, estructura E-2), siendo necesario modificar la rasante de dicha vía colectora. Ello exige la modificación del trazado del ramal de entrada hacia calzada izquierda de A-2 desde vía colectora izquierda de M-14 (eje 14).



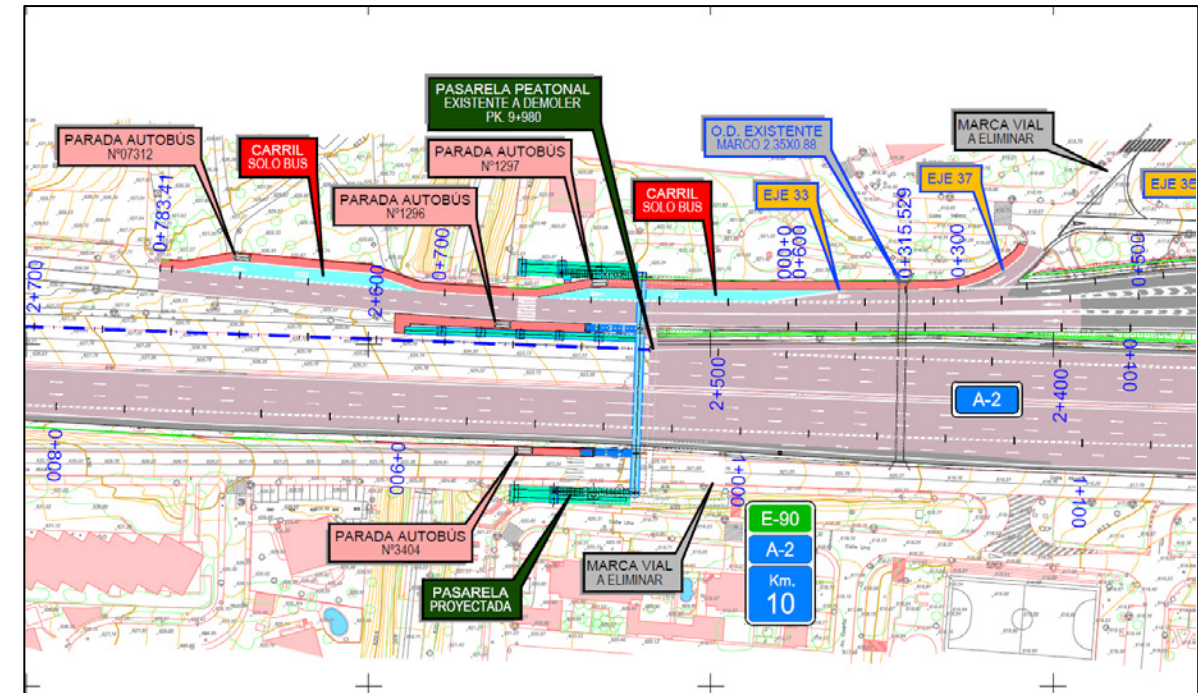
De este nuevo ramal (eje 12) sale otro vial (eje 35) que se incorpora a la Avenida de la Hispanidad en sentido Madrid, pasando por debajo de una nueva glorieta que distribuirá el tráfico de conexión del barrio de la Alameda de Osuna con la vía de servicio.



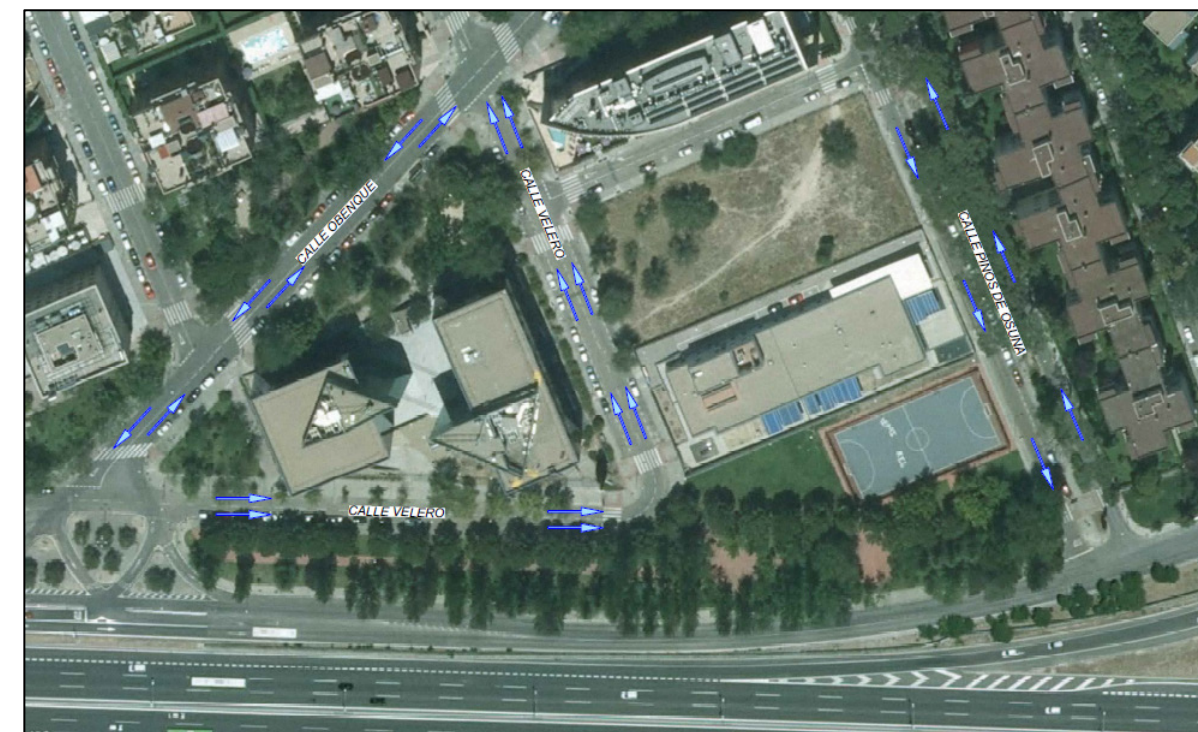
La construcción de este vial podría permitir la eventual eliminación de la salida existente del tronco hacia la Avenida de Logroño en sentido Madrid en torno al p.k. 9+200 de la A-2, que por la singular disposición de los movimientos de la vía de servicio (vía con dos sentidos con STOP en ambos para permitir la entrada de vehículos del tronco) origina grandes problemas de tráfico en la calzada izquierda de la A-2. Dicha eliminación y las actuaciones adicionales necesarias serían objeto de otro proyecto.



Como ya se ha indicado será necesario demoler la pasarela existente en el p.k. 9+980, proyectándose otra nueva en el p.k. 9+975.

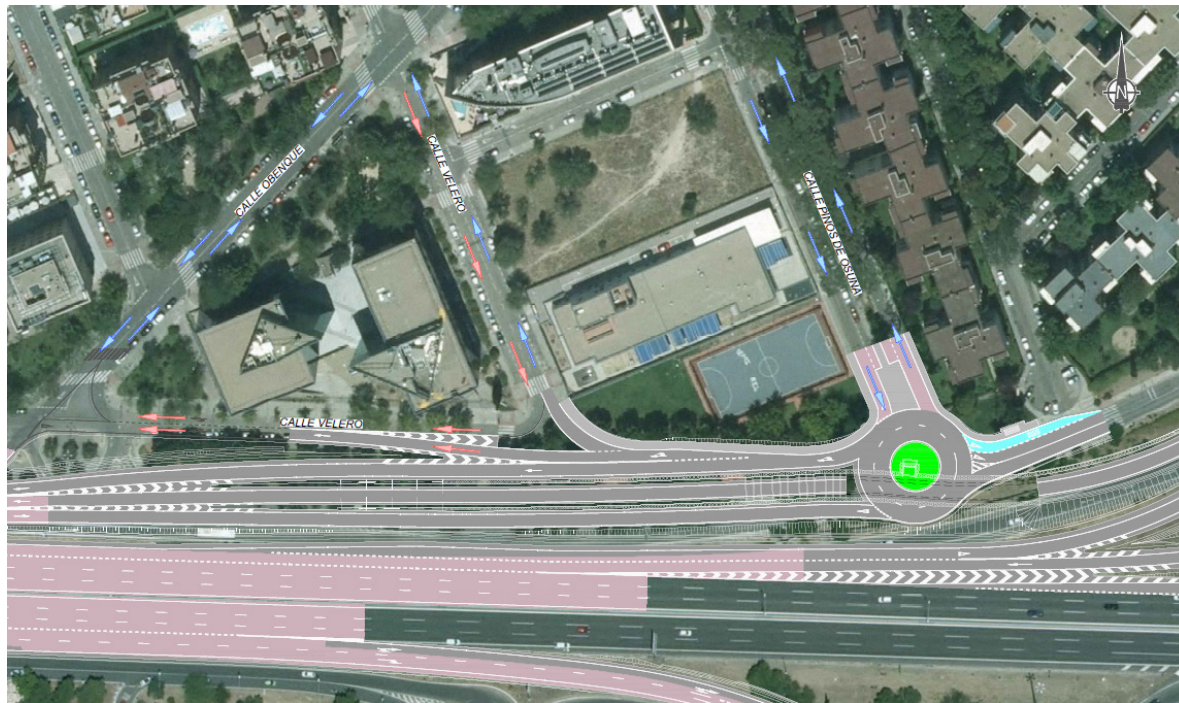


Debido a la nueva disposición de viales la intersección entre la Avenida de América y la Calle Obenque se modifica, manteniéndose únicamente el movimiento de salida desde la Calle Obenque a la vía de servicio en sentido Madrid (eje 37 de la imagen anterior). En la imagen siguiente se ve la intersección y los sentidos de circulación de dichas calles actualmente.



Sentidos de circulación actuales de las calles Veleró, Obenque y Pinos de Osuna

El resto de movimientos se reponen a través de la nueva glorieta (eje 30) hacia la calle Pinos de Osuna, del eje 36 hacia las calles Velero y Obenque, y del eje 9 hacia la calle Velero. Con esta nueva configuración es necesario cambiar el sentido de circulación en la calle Velero, en los dos carriles en el tramo de la calle paralelo a la vía de servicio, y en el carril izquierdo en el tramo oblicuo (indicado con flechas rojas en la imagen siguiente).



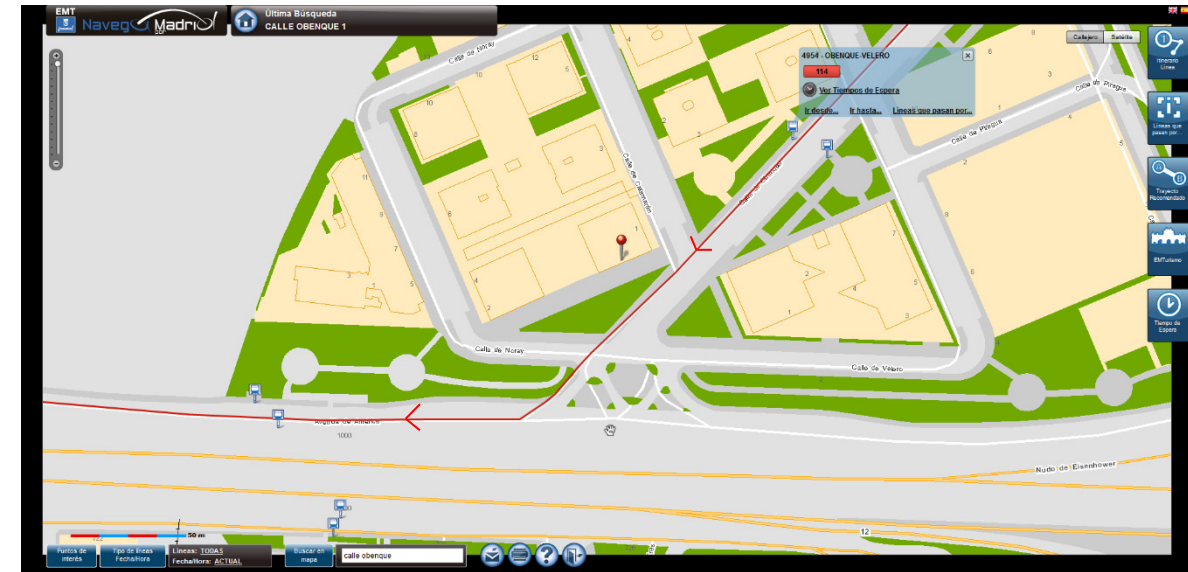
Cambio de sentido en calle Velero

El acceso al Barrio de la Alameda de Osuna en este tramo queda garantizado bien a través de la C/Pinos de Osuna desde la nueva glorieta, o bien a través del eje 9 por la Calle Velero o del eje 36 por la calle Obenque.

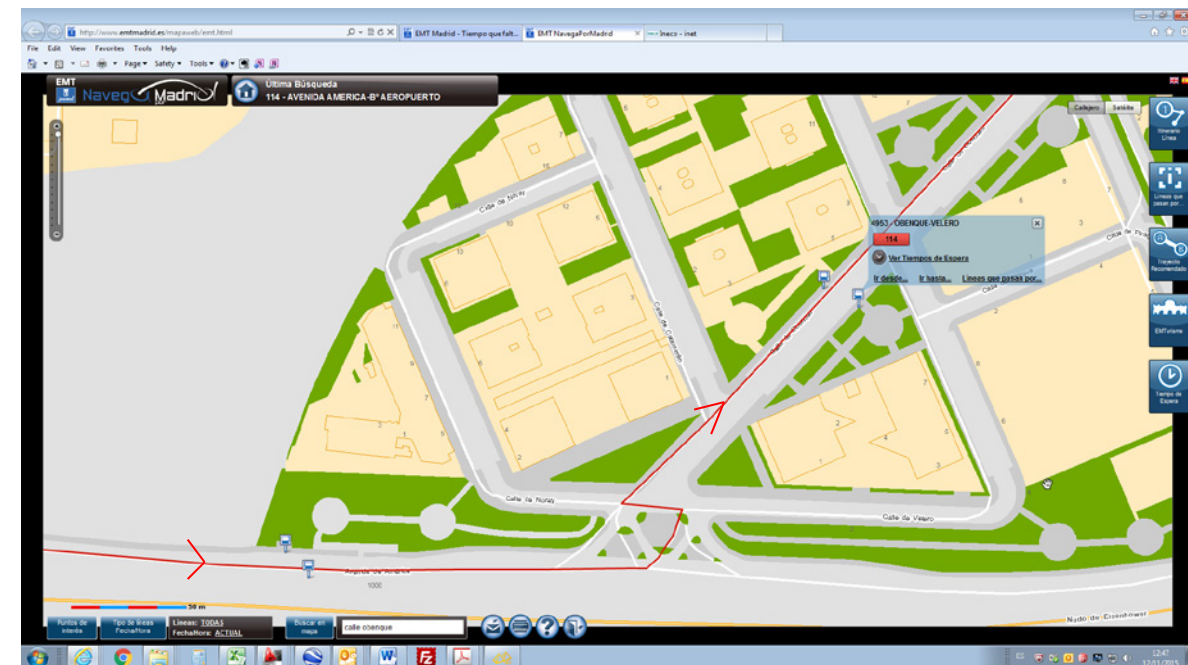
Afección a líneas de autobús

Como consecuencia del cambio en la configuración de la zona de las calles Obenque y Velero descrita en el apartado anterior se ve afectado el recorrido de la línea 114 de la EMT.

El recorrido actual de dicha línea es el de las imágenes siguientes:

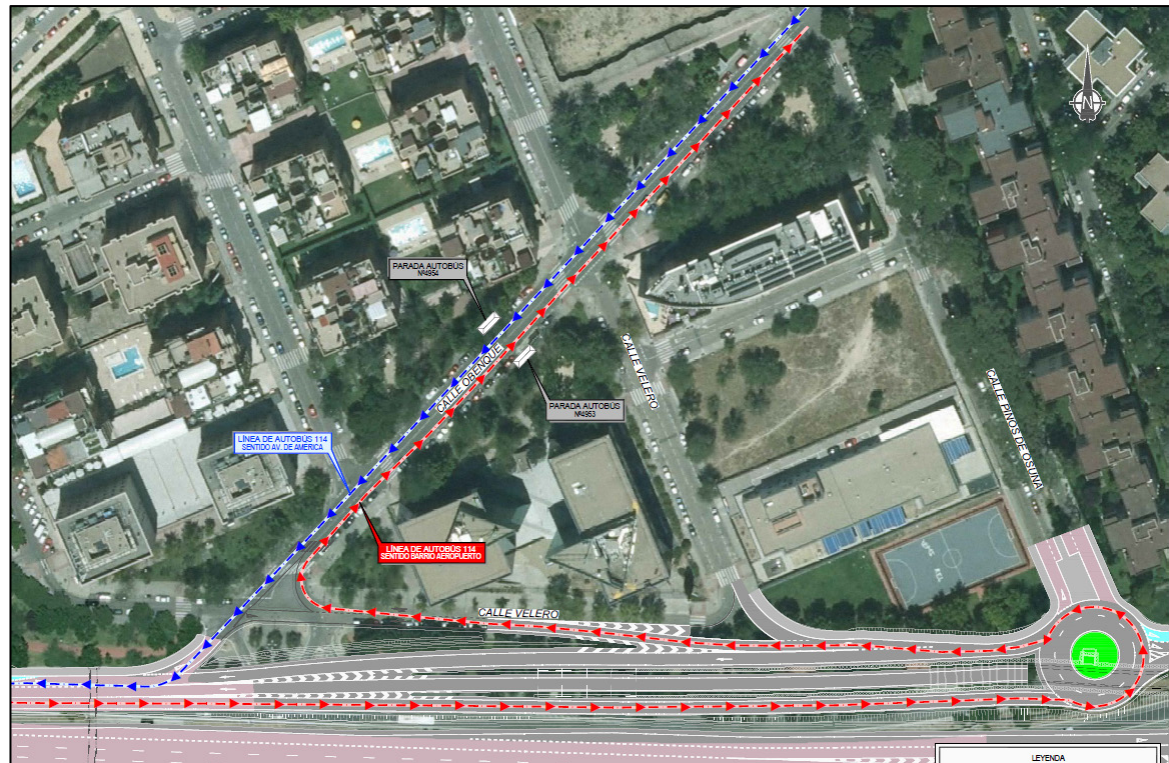


Recorrido línea 114 de la EMT en sentido Avenida de América



Recorrido línea 114 de la EMT en sentido Barrio Aeropuerto

Como se puede apreciar no se produce ninguna afección en el recorrido en sentido Avenida de América, pero sí en sentido Barrio Aeropuerto, ya que ese movimiento se deberá realizar a través de la glorieta diseñada, según se indica en la siguiente imagen.



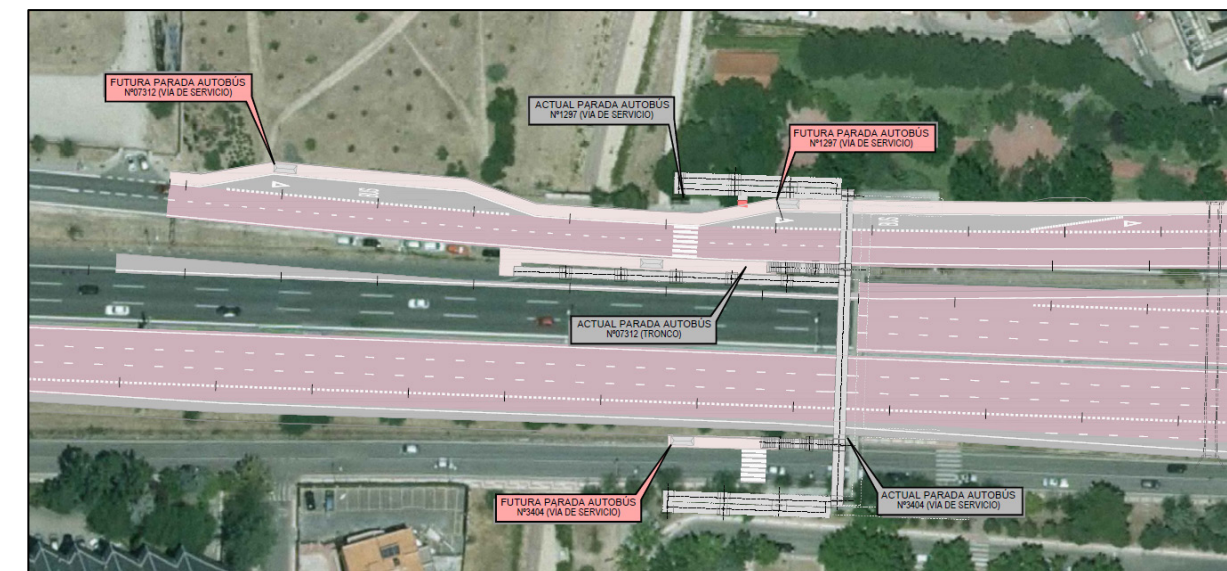
Según el análisis incluido en los anejos de trazado y tráfico, el funcionamiento de la glorieta para el giro del autobús es correcto y el tiempo de recorrido mejora el actual, dado que no será necesario hacer el STOP que hay actualmente en el giro a izquierdas desde la vía de servicio hacia la calle Obenque.



Por otro lado, debido a la reposición de la pasarela del p.k. 9+980 se deben realizar unos ligeros desplazamientos de las paradas nº1297, situada en la vía de servicio norte, y la parada nº3404, situada en la vía de servicio sur.

Asi mismo, se verá afectada la parada nº 07312 situada en el tronco. Tras conversaciones con el Consorcio Regional de Transportes de Madrid, esta parada de autobuses interurbanos se desplazará a una dársena independiente en la vía de servicio, a continuación de la dársena para autobuses urbanos, que existe actualmente y se amplía en el presente proyecto. Ello permite disponer en la terciaria una escalera y una rampa para acceso a la parada de autobuses de la vía de servicio a través de la pasarela.

La nueva ubicación de dichas paradas se incluye en la siguiente imagen:



3.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El objeto de los trabajos realizados entre febrero y marzo de 2015, ha sido la obtención de la cartografía para el estudio del proyecto “Remodelación del Nudo Eisenhower”, en la provincia de Madrid. Posteriormente en Junio de 2015 se han realizado los trabajos que se detallan en el apartado de trabajos complementarios, y que básicamente han consistido en el levantamiento taquimétrico a escala 1/500 en el “Enlace de Rejas (ramal de conexión con la vía de servicio de la autovía A-2 en el P.K. 15)”, y la toma de datos de ODTs, estructuras, un inventario de las cunetas existentes, y la obtención de los datos de dos colectores existentes, todo ello en el entorno del Nudo Eisenhower.

El trabajo se ha desarrollado en las siguientes fases:

- Vuelo fotogramétrico digital de GSD 4 cm específico para la realización de cartografía a escala 1/500.
- Enlace a Red Geodésica e Implantación de Red Básica.

- Apoyo de campo y Aerotriangulación.
- Restitución Fotogramétrica.
- Ortofotografía.
- Trabajos complementarios.

Dada la complejidad que puede implicar la realización de trabajos de topografía clásica en la calzada, que hubiese obligado a realizar cortes de carril en unas vías de muy alta intensidad de tráfico, se optó por realizar una cartografía a escala 1/500 de alta calidad altimétrica por métodos fotogramétricos, realizando para ello un vuelo con GSD 4cm y nivelando geoméricamente los puntos de apoyo.

Las características del vuelo, red básica y geodésica, apoyo de campo y la restitución analítica se incluyen en el Anejo nº2 Cartografía.

3.3. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

El objeto del Anejo nº3 ha sido realizar un estudio geológico-geotécnico y de materiales, con el fin de cubrir, en todo lo posible, los objetivos de la Fase 3 del Proyecto de Trazado: "Autovía del Nordeste A-2. Remodelación del Nudo Eisenhower".

Para esta fase 3, se ha realizado un recorrido detallado de campo con el fin de reconocer la litología y características de las formaciones existentes en todo el recorrido, reconocimiento de zonas de riesgo geológico, etc. Con todo ello y con los resultados obtenidos por la campaña de investigación geotécnica desarrollada, se ha confeccionado una cartografía geológica a escala 1:1.000, la cual se adjunta en uno de los apéndices del anejo.

3.3.1. Geología

3.3.1.1. Estratigrafía

A lo largo del trazado se han diferenciado las siguientes unidades geológicas, basándose en criterios de edad, origen, litología y geotecnia:

Terciario (Mioceno)

- Arena de media a fina con algo a bastante matriz limo-arcillosa. Arena tosquizada (T_{AT})
- Arenas finas limosas a arcillas arenosas. Tosco arenoso (T_{TA})
- Arcillas arenosas. Tosco (T_T)
- Arcillas verdosas y marrones. Peñuelas y greda (T_P)

Cuaternario

- Aluvial (QAL): arenas y gravas con alguna intercalación de limos arenosos

Rellenos antrópicos

Se han distinguido los siguientes tipos de rellenos antrópicos:

- Plataforma vías de comunicación (R1): rellenos situados debajo del firme de las principales vías de comunicación, independientemente de si la calzada en ese tramo discurre terraplenada, apoyada sobre terreno natural, o sobre rellenos antrópicos de cualquier otro tipo.
- Rellenos antrópicos compactados (Rc): Terraplenes de las distintas vías de comunicación que aparecen en el tramo.
- Rellenos antrópicos sin compactar (RA): materiales heterogéneos procedentes de excavaciones

Hidrogeológicamente, la zona objeto de estudio se sitúa dentro de la Cuenca del Tajo, en el denominado *Sistema Acuífero del Terciario detrítico de Madrid*, que constituye un importante acuífero instalado en la extensa y profunda masa de depósitos detríticos terciarios, alimentado en el macizo serrano y los terrenos permeables que lo rodean. Se halla limitado por los niveles más impermeables, arcillosos y evaporíticos en que van derivando por cambio lateral de facies hacia el centro de la cuenca. Este acuífero está muy explotado actualmente en la parte noroeste de Madrid. Según la definición de las Unidades Hidrogeológicas (IGME, 2001) y, más recientemente, las Masas de Agua subterránea (MAGRAMA, 2005), la zona de estudio se localiza en la Unidad Hidrogeológica 03.05 Madrid – Talavera, y en la MASb ES030MSBT030-010 Madrid: Manzanares-Jarama, tal y como se ilustra en las siguientes figuras.

Las medidas piezométricas han revelado cierta disparidad, lo que probablemente se deba a la existencia de niveles colgados de agua, posiblemente correspondientes a los lentejones de tosco arenosos y arena tosquizada detectados en los sondeos realizados. Así pues, de forma general, puede entenderse la zona como un acuífero multicapa de baja-media permeabilidad, integrado por varios niveles interdigitados de Tosco arenoso (T_{TA}), Arena tosquizada (T_{AT}) y Tosco (T_T), imbuidos en la Unidad Peñuela (T_P). Los diferentes lentejones de estos materiales, constituiría, por tanto, bolsas de agua subterránea (de profundidad y extensión limitada) que llegarían a secarse tras estar drenando durante un cierto tiempo.

Las cotas piezométricas en la zona se sitúan entre los 585,55 y los 606,35 m.s.n.m. Las más altas se encuentran en la zona Oeste del trazado, disminuyendo hacia el río Jarama. Las líneas de flujo tienen una dirección marcadamente E-O, prácticamente perpendiculares al citado cauce. Las aguas subterráneas en la zona circulan, por tanto, desde Madrid hacia la zona de San Fernando de Henares y el río Jarama. Esto implica un flujo subterráneo, en la zona del Nudo de Eisenhower, aproximadamente paralelo a la traza de la autovía A-2.

La orientación de las pantallas de la estructura E-3, transversales al flujo subterráneo y con profundidad de empotramiento tal que podría interceptar la zona saturada de los lentejones más permeables, es susceptible a priori de ocasionar cierto efecto barrera a la circulación de las aguas freáticas. No obstante, la limitada extensión de los lentejones permeables probablemente acote en gran medida este posible efecto barrera, a los lentejones situados inmediatamente a uno y otro lado de las pantallas, por lo que el posible efecto barrera quedaría muy restringido.

El trazado de la zona de estudio se caracteriza por discurrir por zonas de una intensa actividad antrópica, lo que hace que localmente se puedan observar depósitos o acumulaciones de materiales antrópicos que presentan unas deficientes características geotécnicas.

En la zona del Nudo, donde la traza discurre sobre arcillas marrones y verdes, Peñuelas y Gredas (TP), hay que tener presente el carácter expansivo de esta unidad litoestratigráfica y su composición altamente arcillosa. Esto da un carácter muy plástico y llega a caracterizar este material como marginal para su uso en terraplenes.

3.3.1.2. Riesgos geológicos

El trazado de la zona de estudio se caracteriza por discurrir por zonas de una intensa actividad antrópica, lo que hace que localmente se puedan observar depósitos o acumulaciones de materiales antrópicos que presentan unas deficientes características geotécnicas.

En la zona del Nudo, donde la traza discurre sobre las facies de transición, Peñuelas (TP) hay que tener presente el carácter expansivo de esta unidad litoestratigráfica y su composición altamente arcillosa que da carácter muy plástico y llega a caracterizar este material como marginal para su uso en terraplenes, así como problemas de asentamiento en terraplenes y en la cimentación de estructuras.

La excavación se va a realizar parcialmente bajo el nivel freático; la posible depresión de los niveles es reducida (apenas 3,5 m). Considerando que ésta se produce en materiales de permeabilidad más bien baja, no es previsible que acontezcan fenómenos de levantamiento del fondo de la excavación o de sifonamiento.

3.3.1.3. Estimación de los caudales de infiltración

El contexto hidrogeológico en el que se va a desarrollar la excavación correspondiente al falso túnel del eje 35 (estructura E-3) corresponde a un acuífero multicapa de baja-media permeabilidad, integrado por varios niveles interdigitados de Tosco arenoso (T_{TA}), Arena tosquiza (T_{AT}) y Tosco (T_T). Este conjunto de lentejones se encuentra imbuido en la Unidad Peñuela (Tp), y resultan abundantes en, aproximadamente, la primera decena de metros de la columna terciaria. Por debajo, se encuentra una predominancia de los materiales de la Unidad Peñuela (Tp), que se asume como base impermeable.

Considerando que parte de la excavación va a afectar la zona saturada del conjunto de lentejones del Tosco arenoso (T_{TA}), Arena tosquiza (T_{AT}) y Tosco (T_T), se ha considerado oportuno realizar una estimación de los caudales de infiltración hacia la estructura susceptibles de producirse durante la fase de obra.

En las siguientes tablas se resumen los parámetros utilizados y los resultados obtenidos de la aplicación de la Fórmula de la Zanja equivalente a cada uno de los laterales de 120 y 20 m. Se ofrece también el caudal por metro lineal de ambos laterales, en conjunto:

Caudal estimado para L = 120 m		Abrev.	Valor 1 sólo lateral	Valor 2 laterales (x2)	Unidades
Caudal captado (m^3/s)	Expresión general: $Q = L \cdot \frac{K}{2R_z} \cdot (2H - d) \cdot d$	Q	0.002	0.004	m^3/s
Caudal captado (L/s)		Q	2.235	4.469	L/s
Caudal específico ($m^3/s \times m.l.$)		q	0.00002	0.00004	$m^3/s \times m.l.$
Caudal específico (L/s x m.l.)		q	0.019	0.037	L/s x m.l.

Estimación de caudales a drenar en el recinto de la excavación, según la aplicación de la Fórmula de la Zanja equivalente (laterales de 120 m).

Caudal estimado		Abrev.	Valor 1 sólo lateral	Valor 2 laterales (x2)	Unidades
Caudal captado (m^3/s)	Expresión general: $Q = L \cdot \frac{K}{2R_z} \cdot (2H - d) \cdot d$	Q	0.0004	0.001	m^3/s
Caudal captado (L/s)		Q	0.372	0.745	L/s
Caudal específico ($m^3/s \times m.l.$)		q	0.00002	0.00004	$m^3/s \times m.l.$
Caudal específico (L/s x m.l.)		q	0.019	0.037	L/s x m.l.

Estimación de caudales a drenar en el recinto de la excavación, según la aplicación de la Fórmula de la Zanja equivalente (laterales de 20 m).

Radio de influencia	Abrev.	Valor	Unidades
Distancia de Influencia captación (Formula Sichart)	R_z	28.76	m

Radios de influencia del agotamiento, según la Fórmula de la Zanja equivalente.

Como puede comprobarse, entre los cuatro laterales se obtiene un caudal total de 5.32 L/s para todo el recinto de la excavación. Por su parte, se ha estimado un caudal específico para cada metro de zanja, de 0.019 L/s por m. l. y un radio de influencia máximo perimetral de la excavación de aproximadamente 29 m. No obstante, éste quedará acotado por la limitación en la extensión de los lentejones más permeables, por lo que posiblemente sea inferior.

3.3.2. Sismicidad

Al tratarse de una obra calificada como de importancia especial en la que la aceleración sísmica básica ab, es inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad, no es necesaria la aplicación de la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02".

3.3.3. Estudio de materiales

Para establecer las necesidades de los materiales necesarios para la ejecución de las obras y estudiar las posibles procedencias de cada uno de estos materiales, se ha procedido a caracterizar de manera preliminar las distintas litologías procedentes de la excavación susceptibles de ser explotadas y confeccionar un inventario de canteras e instalaciones de suministro situadas a una

distancia razonable de la obra, incluyendo una descripción del material a explotar (o procedencia del mismo), capacidad de producción, accesibilidad, distancia a la obra y toda la información que pudiera ser considerada de interés, así como un estudio de vertederos.

Los materiales atravesados por la traza corresponden a una alternancia de suelos de la cuenca terciaria de Madrid; tosco arenoso, peñuelas, etc., así como materiales cuaternarios: depósitos aluviales y una cobertura variable de suelos cuaternarios de origen antrópico. En un principio, se podrá considerar que el material procedente de la excavación en materiales terciarios y en rellenos antrópicos compactados se podrá reutilizar en rellenos tipo terraplén, mientras que los materiales procedentes de rellenos antrópicos vertidos, así como de cuaternario aluvial, no se consideran aptos para su uso en la ejecución de rellenos.

Se ha recopilado la información existente en el estudio de materiales realizado para el proyecto de construcción previo realizado en la zona. Se incluyen un total de 8 canteras, 9 graveras y 18 instalaciones de suministros próximas a la traza.

Dadas las características litológicas existentes en la zona de estudio, con la presencia de abundantes depósitos de rellenos antrópicos vertidos y de unidades litológicas que no son aprovechables para su reutilización en la obra, el volumen de material aprovechable es inferior al que se requiere para SEST-3 y terraplén, por lo que será necesario recurrir a materiales externos.

Así pues, una parte del volumen necesario para el cimiento y núcleo de terraplenes puede construirse con material procedente de la traza, obteniéndose de los materiales correspondientes a los rellenos compactados R_c. No obstante, al no disponerse de material suficiente, y tratarse de una obra a realizar por fases, es probable que exista la necesidad de recurrir a las canteras y graveras propuestas.

El suelo estabilizados SEST-3 para la formación de la explanada se obtendrá de canteras externas. Todo el suelo seleccionado será necesario traerlo de canteras y/o graveras. Se ha previsto que la tierra vegetal se repondrá en las zonas que serán objeto de acondicionamiento ambiental.

El material procedente de la excavación en saneo, así como el material sobrante deberá llevarse a vertedero (93.546,12 m³ para los viales principales y 9.515,25 m³ para los desvíos provisionales).

Se analiza a continuación la aptitud de uso de los diferentes tipos de terreno existentes en la zona de estudio.

3.4. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

3.4.1. Climatología

3.4.1.1. Selección de estaciones

Para la elaboración del estudio climatológico se han recopilado los datos disponibles en las dos estaciones seleccionadas de la Agencia Estatal de Meteorología más cercanas al entorno del proyecto. Se ha comprobado para cada una de ellas que la longitud de la serie de datos disponible es suficientemente significativa.

Las estaciones estudiadas son las siguientes:

CÓD	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	TIPO	COTA	AÑO INICIAL	AÑO FINAL	Nº AÑOS COMPLETOS	
								P	T
3195	MADRID RETIRO	3º40'41" W	40º24'40"	Termo-Pluviométrica	667	1894	2009	93	109
3129	MADRID BARAJAS	3º33'20" W	40º28'00"	Termo-Pluviométrica	609	1951	2011	60	50

Siendo: P: Precipitación (Nº de años completos de la serie pluviométrica)

T: Temperatura (Nº de años completos de la serie termométrica)

3.4.1.2. Características climáticas generales

En la zona de proyecto, la precipitación media es de 430,10 mm con una media de 79 días de lluvia anuales, 4 días de nieve, 2 días de granizo y 24 días de niebla. La temperatura media anual es de 14.1°C con una media en invierno de 5,5°C y 24,5°C en verano.

El total de horas solares anuales medios es de 2730 horas.

3.4.1.3. Índices climáticos

A continuación se presenta una tabla resumen de con los índices climáticos:

ÍNDICE	EXPRESIÓN	VALOR	CLASIFICACIÓN
<i>Aridez de Martonne</i>	$I = \frac{P}{T + 10}$	17.8	Clima semiárido – Mediterráneo
<i>Aridez de Knoche</i>	$I_K = \frac{n \cdot P}{100 \cdot (T + 10)}$	15.4	Clima árido extremo
<i>Dantin - Revenga</i>	$I_{DR} = \frac{100 \cdot T}{P(mm)}$	3.3	Clima árido
<i>Pluviosidad de Lang</i>	$I_L = \frac{P}{T}$	30.4	Clima árido
<i>Humedad</i>	$L_N = \frac{P}{E}$	0.59	Clima Mediterráneo continental
<i>Temperatura efectiva de Thornthwaite</i>	$PE = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{2.82 \cdot P_i}{1.8 \cdot T_i + 22} \right)^{\frac{10}{9}}$ $TE = 5.4 \cdot T$	32.4 35.9	Clima Semihúmedo - Microtermal
<i>Bioclimático de Vernet</i>	$I_{Vernet} = \pm 100 \times \frac{H-h}{PA} \times \frac{Mv}{Pv}$	-5.1	Clima Mediterráneo
<i>Pluviosidad de Blair</i>	P	430.1	Clima subhúmedo.
<i>Emberger</i>	$Q = \frac{100 \cdot P}{M^2 - m^2}$	42.2	Clima semiárido

3.4.1.4. Clasificación climática

Se han obtenido los siguientes índices climáticos indicadores para el diseño de plantaciones y para su utilización en la valoración agrológica.

- *Clasificación Köppen. El clima del proyecto se define como Cs, un clima templado con un periodo seco en verano y temperaturas medias superiores a los 10 °C en más de 5 meses a lo largo del año.*
- *Clasificación Papadakis: El clima de la zona de Proyecto pertenece a la unidad Mediterráneo continental al tener un régimen térmico Continental Cálido (CO) y régimen hídrico Mediterráneo seco (Me),*

3.4.1.5. Estudio de días aprovechables en la ejecución de las obras

La previsión de los días trabajables en función de la climatología, se ha determinado aplicando los coeficientes de reducción sobre el número de días laborables de cada mes, para obtener los días de condiciones climáticas más favorables que las indicadas como mínimas para la ejecución de las distintas unidades de obra de acuerdo con el método descrito en la publicación "Datos Climáticos para Carreteras" de la Dirección General de Carreteras del MOPU.

DÍAS TRABAJABLES													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	
Hormigones	12	13	18	19	18	21	23	21	22	20	16	14	
Explanaciones	29	26	22	18	17	20	22	20	21	18	20	27	
Áridos	19	19	21	19	18	21	23	21	22	20	19	20	
Riegos y tratamientos	16	16	16	10	3	1	0	1	0	8	13	16	
Mezclas bituminosas	7	6	13	14	15	19	22	20	20	16	10	7	

3.4.2. Hidrología

3.4.2.1. Precipitaciones máximas

Se incluye un cuadro resumen con los valores de las Precipitaciones máximas a las 24 horas, obtenidos por los tres métodos utilizados (Máximas lluvias diarias en la España peninsular, Gumbel y SQRT-ET máxima), para las estaciones seleccionadas:

Estación Pluviométrica		Proceso de cálculo	Precipitaciones 24 h (mm)							
			T = 2 años	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 300 años	T = 500 años
3129	MADRID-BARAJAS	Mapa Mº Fomento	34.0	45.0	52.0	63.0	71.0	80.0	89.0	102.0
		Ajuste Gumbel	32.0	46.0	55.3	67.0	75.7	84.3	97.9	104.2
		Ajuste SQRT-ET max	31.0	42.6	51.1	62.9	72.3	81.5	95.4	104.1
3195	MADRID RETIRO	Mapa Mº Fomento	33.0	42.0	50.0	59.0	68.0	75.0	84.0	96.0
		Ajuste Gumbel	32.5	43.2	50.3	59.3	66.0	72.6	83.0	87.9
		Ajuste SQRT-ET max	31.8	41.8	49.1	59.3	67.2	75.0	87.0	94.1

Dado que la situación de la estación 3129 Madrid Barajas es muy cercana a la zona de actuación, aproximadamente tres kilómetros y medio del Nudo Eisenhower, se considera que precipitación media en la zona de influencia de la misma es la correspondiente a la estación 3129 Madrid Barajas, sin necesidad de realizar polígonos de Thiessen. Por tanto las precipitaciones a adoptar en los cálculos de caudales se corresponden con las precipitaciones máximas en esos puntos que en su mayoría son las correspondientes a la mencionada estación.

Estación Pluviométrica		Precipitaciones 24 h (mm)							
		T = 2 años	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 300 años	T = 500 años
3129	MADRID-BARAJAS	34.0	46.0	55.3	67.0	75.7	84.3	97.9	104.2
3195	MADRID RETIRO	33.0	43.2	50.3	59.3	68.0	75.0	87.0	96.0

3.4.2.2. Cuencas y Cálculo de caudales

Para el cálculo de los caudales asociados a las diferentes cuencas se utiliza el método racional, ya que todas las cuencas a estudio tienen superficies inferiores a 50 Km², y donde no se disponen de datos de caudales máximos aportados por la Administración Hidráulica.

El método racional modificado parte básicamente de las mismas hipótesis que el clásico método racional, pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero, cuya duración total se considera equivalente al tiempo de concentración, tal como establece también la fórmula racional clásica.

La hipótesis de lluvia neta constante que ésta establece, no es real y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta. Esto complica el problema de obtener una fórmula simple para análisis de los caudales punta.

Sin embargo, en este método, dentro de la duración de tiempo de concentración, la variación de la lluvia neta se refleja globalmente, refiriendo los caudales punta determinados considerando esa variación, a los caudales homólogos calculados con lluvia neta constante.

Así, si se denomina K al cociente entre ambos, resulta la ley:

$$Q = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

siendo:

Q (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.

I (T, t_c) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c, de la cuenca.

C (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad de la distribución temporal de la precipitación.

A continuación se incluye una tabla, donde se resumen las características físicas de las cuencas estudiadas, el valor del umbral de escorrentía y los caudales obtenidos.

CAUCE	DESAGUA	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA											PERÍODO DE RETORNO 2 AÑOS								PERÍODO DE RETORNO 5 AÑOS							
		A (m²)	A (Km²)	L (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)	H (m)	J (Km/Km)	K _A	T _c (h)	K _t	I1/ld	P ₂ (mm)	P _{2areal} (mm)	I ₂ (mm/h)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₂ (m³/s)	P ₅ (mm)	P _{5areal} (mm)	I ₅ (mm)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₅ (m³/s)
C-1	Saneamiento existente	1446	0.0014	0.073	619.0	612.5	6.500	0.089	1.000	0.164	1.007	10.0	34.0	34.0	1.42	26.18	37.09	18.55	0.13	0.002	46.0	46.0	1.92	26.18	50.18	20.58	0.18	0.004
C-2	Saneamiento existente	7800	0.0078	0.225	623.5	612.0	11.500	0.051	1.000	0.292	1.015	10.0	34.0	34.0	1.42	19.63	27.81	15.63	0.17	0.010	46.0	46.0	1.92	19.63	37.63	17.31	0.23	0.019
C-3	otdl-2 y C. pie de terraplén 03	10552	0.0106	0.308	627.0	613.5	13.500	0.044	1.000	0.343	1.018	10.0	34.0	34.0	1.42	18.07	25.59	15.63	0.17	0.013	46.0	46.0	1.92	18.07	34.63	17.31	0.23	0.024
C-4	Cuneta de guarda 04 + bajante	2321	0.0023	0.098	617.5	612.7	4.850	0.049	1.000	0.209	1.010	10.0	34.0	34.0	1.42	23.23	32.91	18.55	0.13	0.003	46.0	46.0	1.92	23.23	44.53	20.58	0.18	0.005
C-5	Cuneta de guarda 05 + bajante	1425	0.0014	0.116	617.5	612.0	5.500	0.047	1.000	0.226	1.011	10.0	34.0	34.0	1.42	22.35	31.66	10.75	0.28	0.004	46.0	46.0	1.92	22.35	42.83	11.88	0.35	0.006
C-5a	Cuneta de guarda 06 + bajante	373	0.0004	0.025	617.5	612.0	5.500	0.220	1.000	0.088	1.003	10.0	34.0	34.0	1.42	35.16	49.82	10.75	0.28	0.001	46.0	46.0	1.92	35.16	67.40	11.88	0.35	0.002
C-5b	Cuneta de guarda 07 + bajante	462	0.0005	0.015	617.5	610.5	7.000	0.467	1.000	0.083	1.003	10.0	34.0	34.0	1.42	36.01	51.01	10.75	0.28	0.002	46.0	46.0	1.92	36.01	69.01	11.88	0.35	0.003
C-5c	Cuneta de guarda 08 + bajante	209	0.0002	0.015	617.2	610.5	6.660	0.444	1.000	0.083	1.003	10.0	34.0	34.0	1.42	36.01	51.01	10.75	0.28	0.001	46.0	46.0	1.92	36.01	69.01	11.88	0.35	0.001
C-5d	Cuneta de guarda 09 + bajante	600	0.0006	0.015	617.2	609.5	7.650	0.510	1.000	0.083	1.003	10.0	34.0	34.0	1.42	36.01	51.01	10.75	0.28	0.002	46.0	46.0	1.92	36.01	69.01	11.88	0.35	0.004
C-6	otdl-1	3145	0.0031	0.111	617.5	614.0	3.500	0.032	1.000	0.242	1.012	10.0	34.0	34.0	1.42	21.60	30.60	18.55	0.13	0.003	46.0	46.0	1.92	21.60	41.40	20.58	0.18	0.007
C-7	Saneamiento existente	2104	0.0021	0.091	618.0	611.3	6.750	0.074	1.000	0.187	1.009	10.0	34.0	34.0	1.42	24.59	34.84	18.55	0.13	0.003	46.0	46.0	1.92	24.59	47.13	20.58	0.18	0.005
C-8	Cuneta drenaje proyectado	1946	0.0019	0.040	613.7	611.3	2.410	0.060	1.000	0.139	1.006	10.0	34.0	34.0	1.42	28.33	40.14	20.50	0.10	0.002	46.0	46.0	1.92	28.33	54.30	22.75	0.15	0.004
C-9	Tubería drenaje proyectado	474	0.0005	0.040	618.6	615.9	2.700	0.068	1.000	0.136	1.006	10.0	34.0	34.0	1.42	28.65	40.59	20.50	0.10	0.001	46.0	46.0	1.92	28.65	54.92	22.75	0.15	0.001
C-10	Cuneta borde calzada 24	753	0.0008	0.040	604.0	601.0	3.000	0.075	1.000	0.133	1.006	10.0	34.0	34.0	1.42	28.96	41.02	20.50	0.10	0.001	46.0	46.0	1.92	28.96	55.50	22.75	0.15	0.002
C-11	Cuneta borde calzada 27	1113	0.0011	0.022	601.2	599.0	2.200	0.100	1.000	0.098	1.004	10.0	34.0	34.0	1.42	33.39	47.31	20.50	0.10	0.001	46.0	46.0	1.92	33.39	64.00	22.75	0.15	0.003
C-12	Cuneta de guarda 11+ bajante	1944	0.0019	0.058	602.8	596.0	6.800	0.117	1.000	0.141	1.006	10.0	34.0	34.0	1.42	28.16	39.90	20.50	0.10	0.002	46.0	46.0	1.92	28.16	53.98	22.75	0.15	0.004
C-13	Cuneta de guarda 12+ bajante	607	0.0006	0.026	601.3	596.0	5.300	0.204	1.000	0.091	1.004	10.0	34.0	34.0	1.42	34.65	49.09	20.50	0.10	0.001	46.0	46.0	1.92	34.65	66.42	22.75	0.15	0.002
C-14	Cuneta borde calzada 12	1496	0.0015	0.035	615.9	611.3	4.640	0.133	1.000	0.112	1.005	10.0	34.0	34.0	1.42	31.43	44.52	20.50	0.10	0.002	46.0	46.0	1.92	31.43	60.24	22.75	0.15	0.004
C-15	Cuneta pie de terraplén 02	2791	0.0028	0.080	588.5	586.0	2.500	0.031	1.000	0.212	1.010	10.0	34.0	34.0	1.42	23.08	32.69	20.50	0.10	0.003	46.0	46.0	1.92	23.08	44.23	22.75	0.15	0.005
C-16	ODT-0.38	749885	0.7499	1.265	618.0	610.6	7.400	0.006	1.000	0.667	1.041	10.0	34.0	34.0	1.42	12.60	17.85	1.00	0.93	3.597	46.0	46.0	1.92	12.60	24.16	1.00	0.96	5.007

CAUCE	DESAGUA	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA											PERÍODO DE RETORNO 10 AÑOS								PERÍODO DE RETORNO 25 AÑOS							
		A (m ²)	A (Km ²)	L (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)	H (m)	J (Km/Km)	K _A	Tc (h)	K _t	I1/d	P ₁₀ (mm)	P _{10areal} (mm)	I ₁₀ (mm)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₁₀ (m ³ /s)	P ₂₅ (mm)	P _{25areal} (mm)	I ₂₅ (mm)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₂₅ (m ³ /s)
C-1	Saneamiento existente	1446	0.0014	0.073	619.0	612.5	6.500	0.089	1.000	0.164	1.007	10.0	55.3	55.3	2.30	26.18	60.32	21.76	0.21	0.005	67.0	67.0	2.79	26.18	73.09	25.30	0.23	0.007
C-2	Saneamiento existente	7800	0.0078	0.225	623.5	612.0	11.500	0.051	1.000	0.292	1.015	10.0	55.3	55.3	2.30	19.63	45.24	18.30	0.27	0.027	67.0	67.0	2.79	19.63	54.81	21.25	0.28	0.034
C-3	otdl-2 y C. pie de terraplén 03	10552	0.0106	0.308	627.0	613.5	13.500	0.044	1.000	0.343	1.018	10.0	55.3	55.3	2.30	18.07	41.63	18.30	0.27	0.033	67.0	67.0	2.79	18.07	50.44	21.25	0.28	0.042
C-4	Cuneta de guarda 04 + bajante	2321	0.0023	0.098	617.5	612.7	4.850	0.049	1.000	0.209	1.010	10.0	55.3	55.3	2.30	23.23	53.53	21.76	0.21	0.007	67.0	67.0	2.79	23.23	64.85	25.30	0.23	0.010
C-5	Cuneta de guarda 05 + bajante	1425	0.0014	0.116	617.5	612.0	5.500	0.047	1.000	0.226	1.011	10.0	55.3	55.3	2.30	22.35	51.49	12.53	0.39	0.008	67.0	67.0	2.79	22.35	62.38	14.50	0.41	0.010
C-5a	Cuneta de guarda 06 + bajante	373	0.0004	0.025	617.5	612.0	5.500	0.220	1.000	0.088	1.003	10.0	55.3	55.3	2.30	35.16	81.02	12.53	0.39	0.003	67.0	67.0	2.79	35.16	98.17	14.50	0.41	0.004
C-5b	Cuneta de guarda 07 + bajante	462	0.0005	0.015	617.5	610.5	7.000	0.467	1.000	0.083	1.003	10.0	55.3	55.3	2.30	36.01	82.96	12.53	0.39	0.004	67.0	67.0	2.79	36.01	100.52	14.50	0.41	0.005
C-5c	Cuneta de guarda 08 + bajante	209	0.0002	0.015	617.2	610.5	6.660	0.444	1.000	0.083	1.003	10.0	55.3	55.3	2.30	36.01	82.96	12.53	0.39	0.002	67.0	67.0	2.79	36.01	100.52	14.50	0.41	0.002
C-5d	Cuneta de guarda 09 + bajante	600	0.0006	0.015	617.2	609.5	7.650	0.510	1.000	0.083	1.003	10.0	55.3	55.3	2.30	36.01	82.96	12.53	0.39	0.005	67.0	67.0	2.79	36.01	100.52	14.50	0.41	0.007
C-6	odtl-1	3145	0.0031	0.111	617.5	614.0	3.500	0.032	1.000	0.242	1.012	10.0	55.3	55.3	2.30	21.60	49.77	21.76	0.21	0.009	67.0	67.0	2.79	21.60	60.30	25.30	0.23	0.012
C-7	Saneamiento existente	2104	0.0021	0.091	618.0	611.3	6.750	0.074	1.000	0.187	1.009	10.0	55.3	55.3	2.30	24.59	56.66	21.76	0.21	0.007	67.0	67.0	2.79	24.59	68.65	25.30	0.23	0.009
C-8	Cuneta drenaje proyectado	1946	0.0019	0.040	613.7	611.3	2.410	0.060	1.000	0.139	1.006	10.0	55.3	55.3	2.30	28.33	65.28	24.06	0.19	0.007	67.0	67.0	2.79	28.33	79.09	28.00	0.20	0.008
C-9	Tubería drenaje proyectado	474	0.0005	0.040	618.6	615.9	2.700	0.068	1.000	0.136	1.006	10.0	55.3	55.3	2.30	28.65	66.02	24.06	0.19	0.002	67.0	67.0	2.79	28.65	79.99	28.00	0.20	0.002
C-10	Cuneta borde calzada 24	753	0.0008	0.040	604.0	601.0	3.000	0.075	1.000	0.133	1.006	10.0	55.3	55.3	2.30	28.96	66.72	24.06	0.19	0.003	67.0	67.0	2.79	28.96	80.84	28.00	0.20	0.003
C-11	Cuneta borde calzada 27	1113	0.0011	0.022	601.2	599.0	2.200	0.100	1.000	0.098	1.004	10.0	55.3	55.3	2.30	33.39	76.94	24.06	0.19	0.004	67.0	67.0	2.79	33.39	93.22	28.00	0.20	0.006
C-12	Cuneta de guarda 11+ bajante	1944	0.0019	0.058	602.8	596.0	6.800	0.117	1.000	0.141	1.006	10.0	55.3	55.3	2.30	28.16	64.89	24.06	0.19	0.007	67.0	67.0	2.79	28.16	78.62	28.00	0.20	0.008
C-13	Cuneta de guarda 12+ bajante	607	0.0006	0.026	601.3	596.0	5.300	0.204	1.000	0.091	1.004	10.0	55.3	55.3	2.30	34.65	79.85	24.06	0.19	0.003	67.0	67.0	2.79	34.65	96.74	28.00	0.20	0.003
C-14	Cuneta borde calzada 12	1496	0.0015	0.035	615.9	611.3	4.640	0.133	1.000	0.112	1.005	10.0	55.3	55.3	2.30	31.43	72.41	24.06	0.19	0.006	67.0	67.0	2.79	31.43	87.73	28.00	0.20	0.007
C-15	Cuneta pie de terraplén 02	2791	0.0028	0.080	588.5	586.0	2.500	0.031	1.000	0.212	1.010	10.0	55.3	55.3	2.30	23.08	53.18	24.06	0.19	0.008	67.0	67.0	2.79	23.08	64.43	28.00	0.20	0.010
C-16	ODT-0.38	749885	0.7499	1.265	618.0	610.6	7.400	0.006	1.000	0.667	1.041	10.0	55.3	55.3	2.30	12.60	29.04	1.00	0.97	6.092	67.0	67.0	2.79	12.60	35.18	1.00	0.98	7.451

CAUCE	DESAGUA	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA											PERÍODO DE RETORNO 50 AÑOS								PERÍODO DE RETORNO 100 AÑOS							
		A (m²)	A (Km²)	L (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)	H (m)	J (Km/Km)	K _A	Tc (h)	K _t	I1/ld	P ₅₀ (mm)	P _{50areal} (mm)	I ₅₀ (mm)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₅₀ (m³/s)	P ₁₀₀ (mm)	P _{100areal} (mm)	I ₁₀₀ (mm)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₁₀₀ (m³/s)
C-1	Saneamiento existente	1446	0.0014	0.073	619.0	612.5	6.500	0.089	1.000	0.164	1.007	10.0	75.7	75.7	3.15	26.18	82.58	26.73	0.25	0.008	84.3	84.3	3.51	26.18	91.96	29.58	0.25	0.009
C-2	Saneamiento existente	7800	0.0078	0.225	623.5	612.0	11.500	0.051	1.000	0.292	1.015	10.0	75.7	75.7	3.15	19.63	61.93	22.44	0.30	0.041	84.3	84.3	3.51	19.63	68.96	24.81	0.31	0.046
C-3	odt-2 y C. pie de terraplén 03	10552	0.0106	0.308	627.0	613.5	13.500	0.044	1.000	0.343	1.018	10.0	75.7	75.7	3.15	18.07	56.98	22.44	0.30	0.052	84.3	84.3	3.51	18.07	63.46	24.81	0.31	0.058
C-4	Cuneta de guarda 04 + bajante	2321	0.0023	0.098	617.5	612.7	4.850	0.049	1.000	0.209	1.010	10.0	75.7	75.7	3.15	23.23	73.27	26.73	0.25	0.012	84.3	84.3	3.51	23.23	81.60	29.58	0.25	0.013
C-5	Cuneta de guarda 05 + bajante	1425	0.0014	0.116	617.5	612.0	5.500	0.047	1.000	0.226	1.011	10.0	75.7	75.7	3.15	22.35	70.48	15.29	0.43	0.012	84.3	84.3	3.51	22.35	78.49	16.88	0.44	0.014
C-5a	Cuneta de guarda 06 + bajante	373	0.0004	0.025	617.5	612.0	5.500	0.220	1.000	0.088	1.003	10.0	75.7	75.7	3.15	35.16	110.91	15.29	0.43	0.005	84.3	84.3	3.51	35.16	123.51	16.88	0.44	0.006
C-5b	Cuneta de guarda 07 + bajante	462	0.0005	0.015	617.5	610.5	7.000	0.467	1.000	0.083	1.003	10.0	75.7	75.7	3.15	36.01	113.57	15.29	0.43	0.006	84.3	84.3	3.51	36.01	126.47	16.88	0.44	0.007
C-5c	Cuneta de guarda 08 + bajante	209	0.0002	0.015	617.2	610.5	6.660	0.444	1.000	0.083	1.003	10.0	75.7	75.7	3.15	36.01	113.57	15.29	0.43	0.003	84.3	84.3	3.51	36.01	126.47	16.88	0.44	0.003
C-5d	Cuneta de guarda 09 + bajante	600	0.0006	0.015	617.2	609.5	7.650	0.510	1.000	0.083	1.003	10.0	75.7	75.7	3.15	36.01	113.57	15.29	0.43	0.008	84.3	84.3	3.51	36.01	126.47	16.88	0.44	0.009
C-6	odt-1	3145	0.0031	0.111	617.5	614.0	3.500	0.032	1.000	0.242	1.012	10.0	75.7	75.7	3.15	21.60	68.13	26.73	0.25	0.015	84.3	84.3	3.51	21.60	75.87	29.58	0.25	0.017
C-7	Saneamiento existente	2104	0.0021	0.091	618.0	611.3	6.750	0.074	1.000	0.187	1.009	10.0	75.7	75.7	3.15	24.59	77.56	26.73	0.25	0.011	84.3	84.3	3.51	24.59	86.37	29.58	0.25	0.013
C-8	Cuneta drenaje proyectado	1946	0.0019	0.040	613.7	611.3	2.410	0.060	1.000	0.139	1.006	10.0	75.7	75.7	3.15	28.33	89.36	29.58	0.22	0.011	84.3	84.3	3.51	28.33	99.51	32.75	0.22	0.012
C-9	Tubería drenaje proyectado	474	0.0005	0.040	618.6	615.9	2.700	0.068	1.000	0.136	1.006	10.0	75.7	75.7	3.15	28.65	90.38	29.58	0.22	0.003	84.3	84.3	3.51	28.65	100.65	32.75	0.22	0.003
C-10	Cuneta borde calzada 24	753	0.0008	0.040	604.0	601.0	3.000	0.075	1.000	0.133	1.006	10.0	75.7	75.7	3.15	28.96	91.33	29.58	0.22	0.004	84.3	84.3	3.51	28.96	101.71	32.75	0.22	0.005
C-11	Cuneta borde calzada 27	1113	0.0011	0.022	601.2	599.0	2.200	0.100	1.000	0.098	1.004	10.0	75.7	75.7	3.15	33.39	105.32	29.58	0.22	0.007	84.3	84.3	3.51	33.39	117.29	32.75	0.22	0.008
C-12	Cuneta de guarda 11+ bajante	1944	0.0019	0.058	602.8	596.0	6.800	0.117	1.000	0.141	1.006	10.0	75.7	75.7	3.15	28.16	88.83	29.58	0.22	0.010	84.3	84.3	3.51	28.16	98.92	32.75	0.22	0.012
C-13	Cuneta de guarda 12+ bajante	607	0.0006	0.026	601.3	596.0	5.300	0.204	1.000	0.091	1.004	10.0	75.7	75.7	3.15	34.65	109.31	29.58	0.22	0.004	84.3	84.3	3.51	34.65	121.72	32.75	0.22	0.004
C-14	Cuneta borde calzada 12	1496	0.0015	0.035	615.9	611.3	4.640	0.133	1.000	0.112	1.005	10.0	75.7	75.7	3.15	31.43	99.13	29.58	0.22	0.009	84.3	84.3	3.51	31.43	110.39	32.75	0.22	0.010
C-15	Cuneta pie de terraplén 02	2791	0.0028	0.080	588.5	586.0	2.500	0.031	1.000	0.212	1.010	10.0	75.7	75.7	3.15	23.08	72.79	29.58	0.22	0.012	84.3	84.3	3.51	23.08	81.06	32.75	0.22	0.014
C-16	ODT-0.38	749885	0.7499	1.265	618.0	610.6	7.400	0.006	1.000	0.667	1.041	10.0	75.7	75.7	3.15	12.60	39.75	1.00	0.98	8.457	84.3	84.3	3.51	12.60	44.27	1.00	0.98	9.449

CAUCE	DESAGUA	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA											PERÍODO DE RETORNO 300 AÑOS								PERÍODO DE RETORNO 500 AÑOS							
		A (m ²)	A (Km ²)	L (Km)	Hmax (m)	Hmin (m)	H (m)	J (Km/Km)	K _A	Tc (h)	K _t	I1/d	P ₅₀₀ (mm)	P _{500 areal} (mm)	I ₅₀₀ (mm)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	P ₅₀₀ (mm)	P _{500 areal} (mm)	I ₅₀₀ (mm)	Fint	I (mm/h)	Po (mm)	C	Q ₅₀₀ (m ³ /s)
C-1	Saneamiento existente	1446	0.0014	0.073	619.0	612.5	6.500	0.089	1.000	0.164	1.007	10.0	97.9	97.9	4.08	26.18	106.79	32.16	0.27	0.012	104.2	104.2	4.34	26.18	113.66	34.75	0.27	0.012
C-2	Saneamiento existente	7800	0.0078	0.225	623.5	612.0	11.500	0.051	1.000	0.292	1.015	10.0	97.9	97.9	4.08	19.63	80.09	26.97	0.33	0.058	104.2	104.2	4.34	19.63	85.24	29.13	0.32	0.060
C-3	otdl-2 y C. pie de terraplén 03	10552	0.0106	0.308	627.0	613.5	13.500	0.044	1.000	0.343	1.018	10.0	97.9	97.9	4.08	18.07	73.70	26.97	0.33	0.072	104.2	104.2	4.34	18.07	78.44	29.13	0.32	0.075
C-4	Cuneta de guarda 04 + bajante	2321	0.0023	0.098	617.5	612.7	4.850	0.049	1.000	0.209	1.010	10.0	97.9	97.9	4.08	23.23	94.76	32.16	0.27	0.017	104.2	104.2	4.34	23.23	100.86	34.75	0.27	0.017
C-5	Cuneta de guarda 05 + bajante	1425	0.0014	0.116	617.5	612.0	5.500	0.047	1.000	0.226	1.011	10.0	97.9	97.9	4.08	22.35	91.15	18.31	0.46	0.017	104.2	104.2	4.34	22.35	97.02	19.75	0.46	0.018
C-5a	Cuneta de guarda 06 + bajante	373	0.0004	0.025	617.5	612.0	5.500	0.220	1.000	0.088	1.003	10.0	97.9	97.9	4.08	35.16	143.44	18.31	0.46	0.007	104.2	104.2	4.34	35.16	152.67	19.75	0.46	0.007
C-5b	Cuneta de guarda 07 + bajante	462	0.0005	0.015	617.5	610.5	7.000	0.467	1.000	0.083	1.003	10.0	97.9	97.9	4.08	36.01	146.87	18.31	0.46	0.009	104.2	104.2	4.34	36.01	156.32	19.75	0.46	0.009
C-5c	Cuneta de guarda 08 + bajante	209	0.0002	0.015	617.2	610.5	6.660	0.444	1.000	0.083	1.003	10.0	97.9	97.9	4.08	36.01	146.87	18.31	0.46	0.004	104.2	104.2	4.34	36.01	156.32	19.75	0.46	0.004
C-5d	Cuneta de guarda 09 + bajante	600	0.0006	0.015	617.2	609.5	7.650	0.510	1.000	0.083	1.003	10.0	97.9	97.9	4.08	36.01	146.87	18.31	0.46	0.011	104.2	104.2	4.34	36.01	156.32	19.75	0.46	0.012
C-6	otdl-1	3145	0.0031	0.111	617.5	614.0	3.500	0.032	1.000	0.242	1.012	10.0	97.9	97.9	4.08	21.60	88.11	32.16	0.27	0.021	104.2	104.2	4.34	21.60	93.78	34.75	0.27	0.022
C-7	Saneamiento existente	2104	0.0021	0.091	618.0	611.3	6.750	0.074	1.000	0.187	1.009	10.0	97.9	97.9	4.08	24.59	100.31	32.16	0.27	0.016	104.2	104.2	4.34	24.59	106.76	34.75	0.27	0.017
C-8	Cuneta drenaje proyectado	1946	0.0019	0.040	613.7	611.3	2.410	0.060	1.000	0.139	1.006	10.0	97.9	97.9	4.08	28.33	115.57	35.63	0.24	0.015	104.2	104.2	4.34	28.33	123.00	38.50	0.23	0.016
C-9	Tubería drenaje proyectado	474	0.0005	0.040	618.6	615.9	2.700	0.068	1.000	0.136	1.006	10.0	97.9	97.9	4.08	28.65	116.89	35.63	0.24	0.004	104.2	104.2	4.34	28.65	124.41	38.50	0.23	0.004
C-10	Cuneta borde calzada 24	753	0.0008	0.040	604.0	601.0	3.000	0.075	1.000	0.133	1.006	10.0	97.9	97.9	4.08	28.96	118.12	35.63	0.24	0.006	104.2	104.2	4.34	28.96	125.72	38.50	0.23	0.006
C-11	Cuneta borde calzada 27	1113	0.0011	0.022	601.2	599.0	2.200	0.100	1.000	0.098	1.004	10.0	97.9	97.9	4.08	33.39	136.21	35.63	0.24	0.010	104.2	104.2	4.34	33.39	144.98	38.50	0.23	0.011
C-12	Cuneta de guarda 11+ bajante	1944	0.0019	0.058	602.8	596.0	6.800	0.117	1.000	0.141	1.006	10.0	97.9	97.9	4.08	28.16	114.88	35.63	0.24	0.015	104.2	104.2	4.34	28.16	122.27	38.50	0.23	0.016
C-13	Cuneta de guarda 12+ bajante	607	0.0006	0.026	601.3	596.0	5.300	0.204	1.000	0.091	1.004	10.0	97.9	97.9	4.08	34.65	141.36	35.63	0.24	0.006	104.2	104.2	4.34	34.65	150.46	38.50	0.23	0.006
C-14	Cuneta borde calzada 12	1496	0.0015	0.035	615.9	611.3	4.640	0.133	1.000	0.112	1.005	10.0	97.9	97.9	4.08	31.43	128.20	35.63	0.24	0.013	104.2	104.2	4.34	31.43	136.45	38.50	0.23	0.013
C-15	Cuneta pie de terraplén 02	2791	0.0028	0.080	588.5	586.0	2.500	0.031	1.000	0.212	1.010	10.0	97.9	97.9	4.08	23.08	94.14	35.63	0.24	0.018	104.2	104.2	4.34	23.08	100.20	38.50	0.23	0.018
C-16	ODT-0.38	749885	0.7499	1.265	618.0	610.6	7.400	0.006	1.000	0.667	1.041	10.0	97.9	97.9	4.08	12.60	51.41	1.00	0.99	11.015	104.2	104.2	4.34	12.60	54.72	1.00	0.99	11.739

3.5. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

3.5.1. Planeamiento

El trazado de la autovía del Nordeste (A-2), en el tramo objeto del presente Proyecto de Trazado y Construcción, discurre por el Término Municipal de Madrid. En este apartado de Planeamiento Urbanístico se procede al análisis de la información relativa al planeamiento urbanístico de la zona afectada por la actuación y a su confrontación con el trazado diseñado para la misma.

En el Anejo nº6 se describe el instrumento de planeamiento urbanístico vigente para el municipio de Madrid (Plan General de Ordenación Urbana de Madrid-1997) así como la clasificación y categorización del suelo que se contempla en el mismo, y se tiene en consideración aquellas previstas en las figura de planeamiento futura (Documento de Avance de la Revisión del Plan General-noviembre de 2013), que se están tramitando en la actualidad. Se explicita igualmente el estado de tramitación en que se encuentra la Revisión del Plan General.

Dicha información, junto con el trazado proyectado, se representa en planos a escala 1:1.000 que se pueden consultar en el Apéndice 1 del anejo. Asimismo, en dichos planos se refleja la incidencia e interrelación del trazado de la solución adoptada en el proyecto sobre el planeamiento existente y propuesto por el Ayuntamiento de Madrid.

Para la recopilación de la información urbanística necesaria de los municipios afectados se ha procedido a efectuar consultas al Ayuntamiento de Madrid, como queda reflejado en el anejo de Coordinación con otros Organismos del presente documento.

La actuación proyectada discurre principalmente por áreas de terreno clasificadas como sistemas generales (vianos y otros), a excepción de los siguientes viales que se describen a continuación:

Norte de la A-2 (calzada izquierda, sentido Madrid):

Entre los pp.kk. 0+160 y 0+675 del eje 1 se produce una afección tangencial muy somera sobre suelo clasificado como urbano.

Asimismo, los ramales correspondientes a los ejes 30 a 37 se ubican sobre suelo clasificado como urbano y calificado como zonas verdes según el planeamiento vigente.

Sur de la A-2 (calzada derecha, sentido Barcelona):

El eje 21, al este del Nudo Eisenhower, presenta una afección tangencial de 120 metros sobre suelo urbanizable, con usos de zona verde. Asimismo, el eje 26, que da continuidad al eje 21 en dirección este, afecta a suelo clasificado como urbano en todo su recorrido, de modo tangencial en la segunda mitad del mismo.

En el Apéndice 1 "Planos de Planeamiento Urbanístico" del Anejo se refleja la incidencia del trazado proyectado sobre la clasificación del suelo vigente en el Planeamiento.

3.5.2. Tráfico

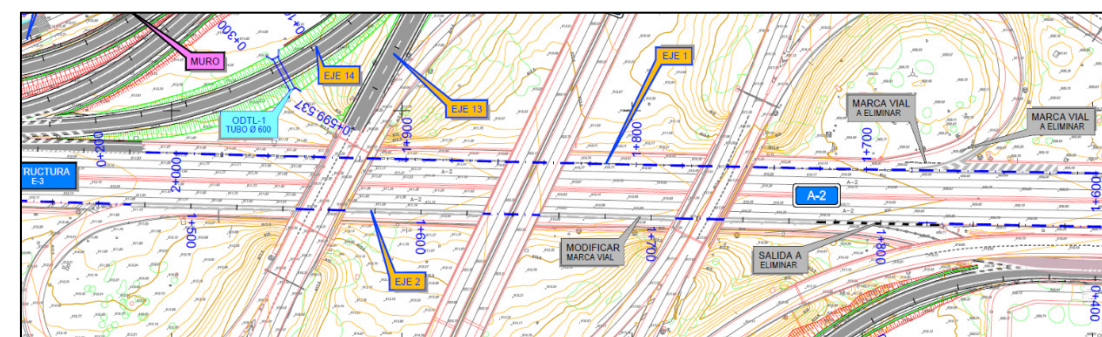
En el Anejo nº 6 se presentan los resultados de las simulaciones de tráfico realizadas en el Nudo Eisenhower que conecta la Autovía del Nordeste A-2 con la carretera M-14, analizando el funcionamiento de la situación actual así como la evaluación de la alternativa de mejora propuesta para los años horizonte.

Este enlace presenta actualmente problemas de congestión, en concreto en las salidas desde la autovía A-2 hacia la carretera M-14, que provocan circulación lenta en alguno de los carriles de la autovía, lo que se evidencia en los resultados obtenidos de los niveles de tráfico y niveles de servicio de la autovía.

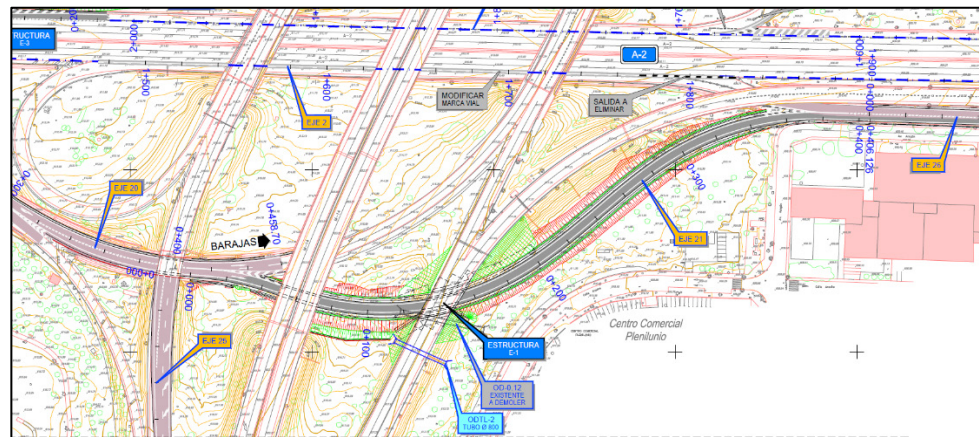
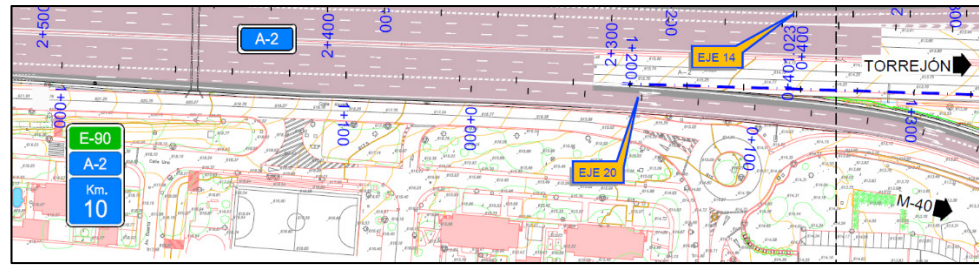
Para solucionar los problemas de tráfico que se presentan la Orden de Estudio propone diferentes actuaciones:

Actuaciones en dirección Barcelona (calzada derecha):

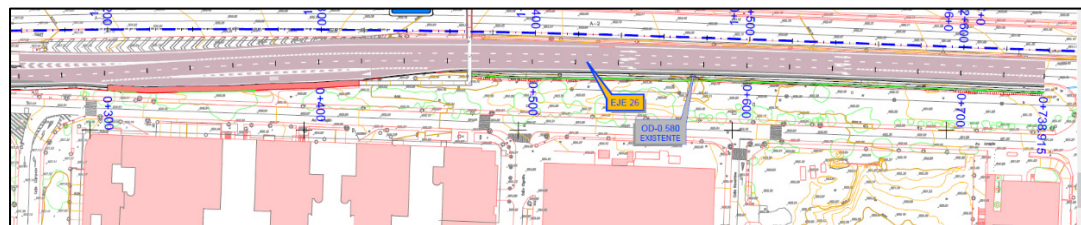
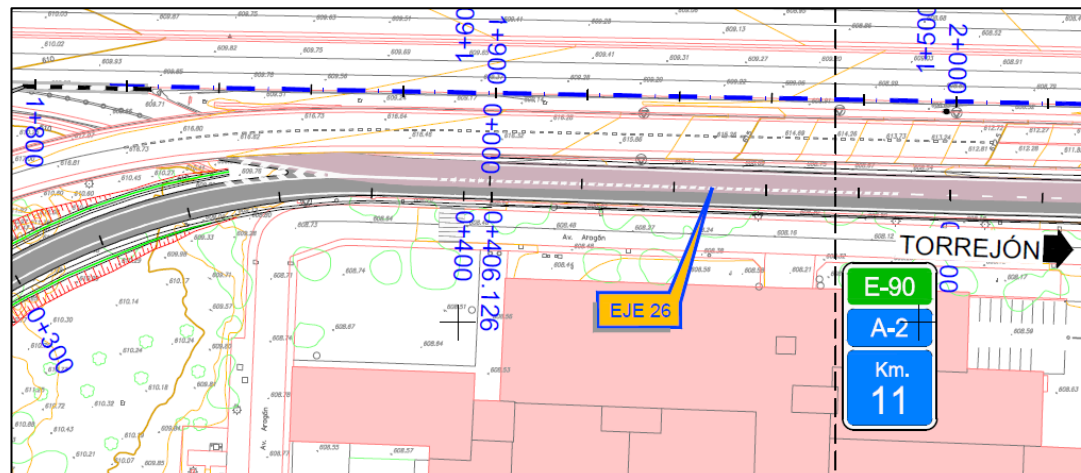
- Ampliación de tres a cuatro carriles del tronco de la A-2 en la incorporación del ramal procedente de la glorieta elevada en el P.K. 8+900, creando un carril de trenzado con la salida siguiente hacia Aeropuerto y M-14 sur, que se propone ampliar a dos carriles.
- Se suprime la separación física con bolardos que existe actualmente entre el tronco de la A-2 y la incorporación del ramal procedente de la carretera M-14, reemplazando con una línea continua-discontinua, para así permitir el movimiento de acceso hacia el tronco del flujo procedente desde la M-14, y evitar el trenzado al impedir los movimientos desde el tronco a la vía de servicio. El ramal actual en este punto sigue existiendo pero solo para los vehículos que desde la M-14 quieren seguir por la vía de servicio.



- Como compensación del cierre de la incorporación actual desde el tronco hacia la vía de servicio, se amplía a dos carriles el ramal que sale del tronco de la A-2 antes del nudo dirección Barcelona, para continuar con un nuevo ramal de un carril que conecta directamente con la vía de servicio.

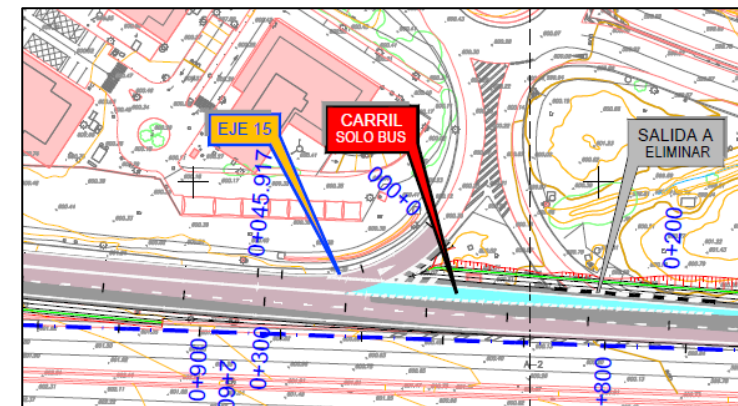


- Como consecuencia de este nuevo ramal la vía de servicio se amplía a dos carriles y cuando se incorpora el carril que viene desde la M-14 se amplía a tres carriles hasta la primera salida, hacia el Polígono de las Mercedes.

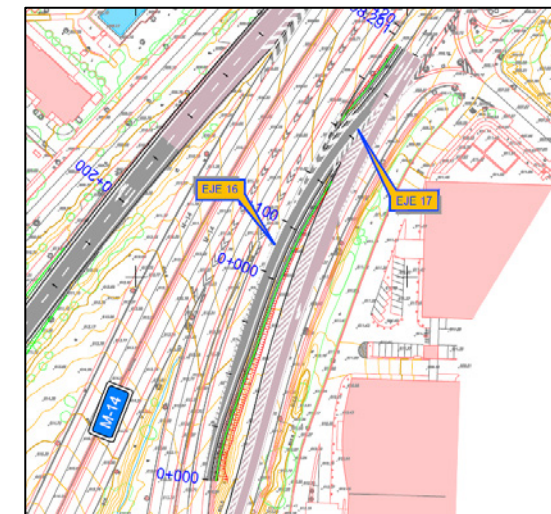


Actuaciones en dirección Madrid (calzada izquierda):

- En la vía de servicio se suprime el acceso directo a la glorieta en la M-22 (a la altura del P.K. 12 del tronco de la A-2). Además se suprime la incorporación existente desde la vía de servicio al tronco de la A-2.

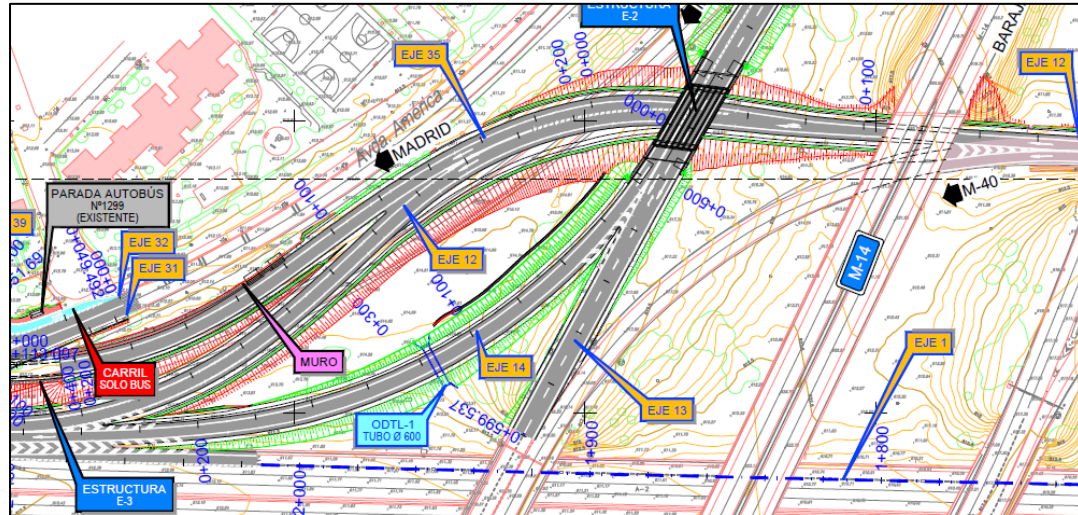


- Como compensación se añade una nueva bifurcación desde el ramal de acceso a la M-14 en dirección norte que permite conectar con la M-22 y la zona de carga del aeropuerto desde la A-2.

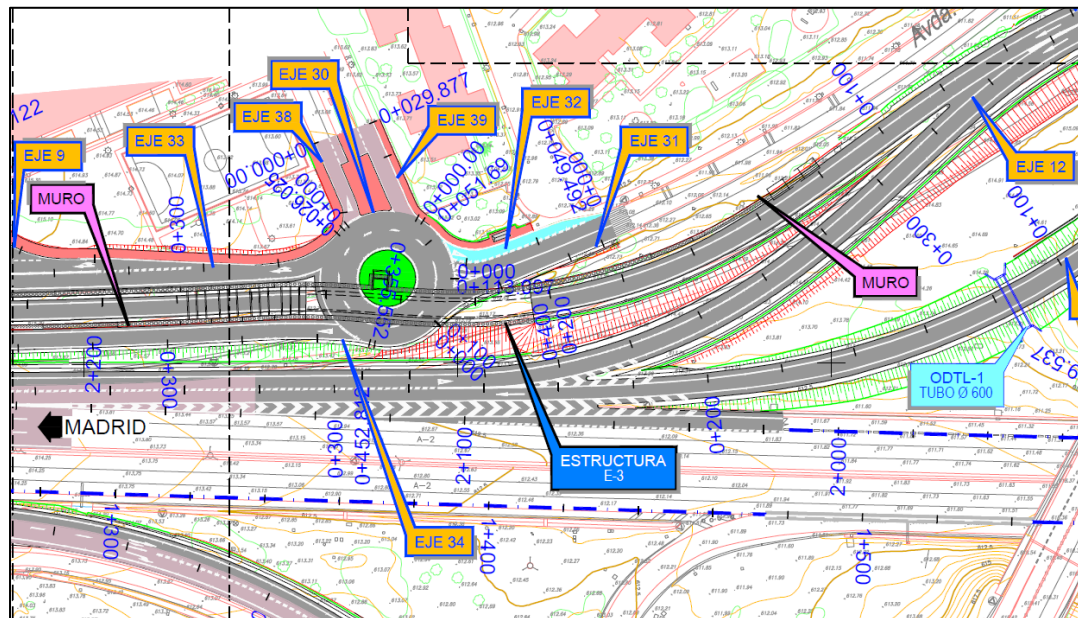


- Adicionalmente, para acceder a la zona de carga desde la A-2 en dirección Madrid, existe actualmente la salida 15 que confluye en la Avenida Sur del Aeropuerto de Barajas y posteriormente en la M-22.
- Se elimina la incorporación al tronco de la A-2 a la altura del P.K. 11. Dicha entrada se sustituye por un nuevo ramal desde la conexión de calzada izquierda de A-2 con M-14 en dirección hacia M-40 que conecta con el tronco.

- Como actuación adicional, para permitir además la incorporación a la vía de servicio éste nuevo ramal se bifurca conectando tanto con el tronco de la A-2 dirección Madrid a la altura del P.K. 10+300 como con la vía de servicio.



- Como consecuencia de este nuevo movimiento se sustituye la intersección actual de la vía de servicio con la calle Obenque por una glorieta en la intersección con la calle Pinos de Osuna. Para facilitar la incorporación del nuevo ramal a la vía de servicio se propone la ejecución de un falso túnel bajo esta nueva intersección.



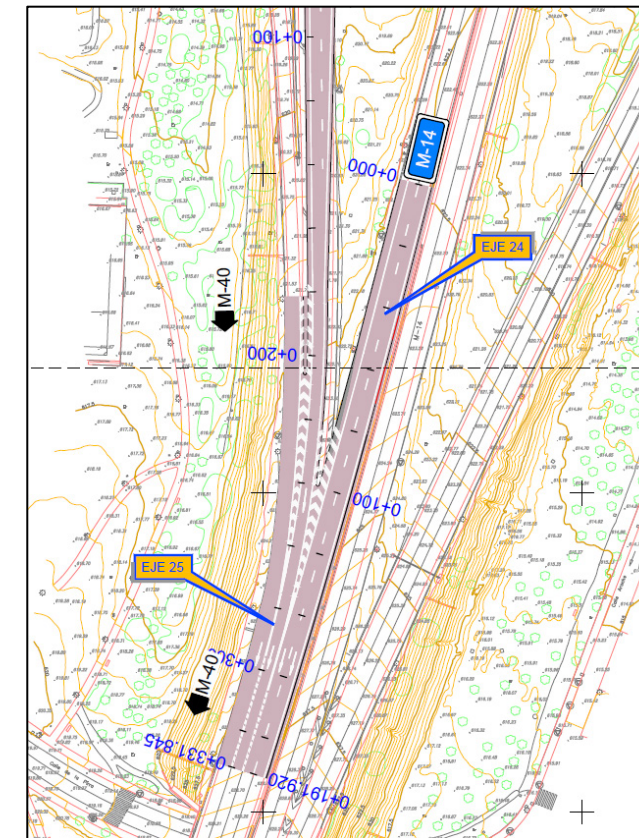
Con la nueva configuración de trazado evaluada y considerando la demanda estimada para el año 2019 (año de puesta en servicio de las mejoras en la infraestructura), se solucionan la mayoría de los problemas de congestión observados en la situación actual. Los niveles de servicio mejoran excepto con la ampliación de tres a cuatro carriles del tronco de la A-2 en la incorporación del

ramal procedente de la glorieta elevada en el P.K. 8+900 (carril de trenzado con la salida siguiente hacia Aeropuerto y M-14 sur).

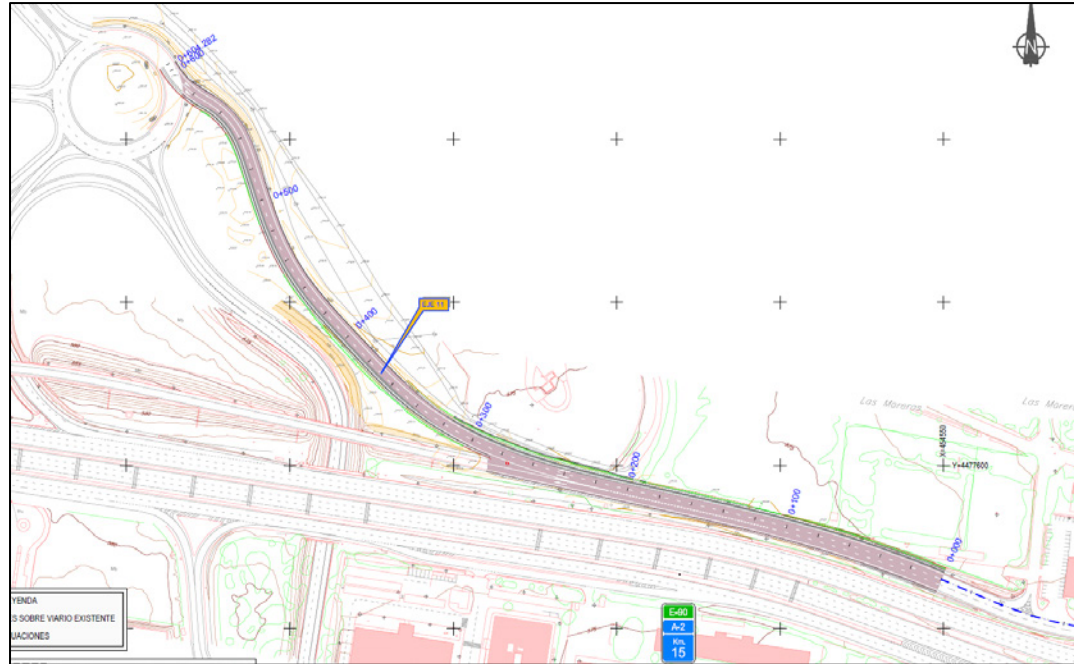
Para dar solución a esta actuación **se propone no ejecutar el carril de trenzado propuesto en la Orden de Estudio.**

Adicionalmente se han evaluado otras actuaciones adicionales para la mejora del funcionamiento global del enlace:

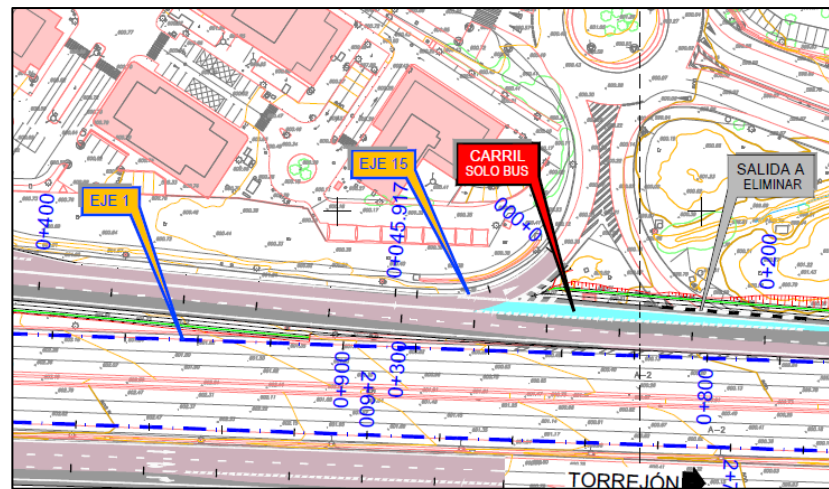
- Eliminar el estrangulamiento en la calzada principal de la carretera M-14 en sentido descendente (dirección sur) pasando el estrangulamiento a la vía de servicio. Se ha concluido que mediante esta sencilla actuación el funcionamiento del tronco de la M-14 en sentido sur mejora.



- Ampliación del ramal de entrada a la glorieta situada en la salida 15 de la A-2 proveniente de San Fernando y M-21 de uno a dos carriles con el objetivo de aumentar su capacidad. Como consecuencia de la eliminación del ramal de salida hacia la vía de servicio a la altura del P.K. 12 del tronco se incrementará el volumen de vehículos que salen por el enlace de Rejas, produciéndose congestión en el ramal indicado.



- Ampliación a tres carriles de la vía de servicio que sale en el P.K. 12 del tronco de la A-2 en dirección Madrid, dejando un tramo del carril derecho exclusivamente para autobuses. Se comprueba que esta actuación el movimiento de los autobuses es más fluido que con la inicialmente propuesta.



Según los resultados obtenidos, se comprueba que la alternativa propuesta y las adicionales que se plantean para solucionar las congestiones actuales en el enlace son efectivas tanto para el año de puesta en servicio como para los 20 años posteriores (año horizonte 2039).

3.6. GEOTECNIA DEL CORREDOR

3.6.1. Campaña geotécnica realizada

La investigación geotécnica realizada consiste en los siguientes reconocimientos:

- Seis (6) sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo, de longitudes comprendidas entre 8 y 20 m, con toma de muestras inalteradas y realización de SPT en su interior.
- Once (11) calicatas mecánicas, de las 13 propuestas inicialmente.
- Once (11) penetraciones dinámicas continuas tipo DPSH, de las 12 propuestas inicialmente.
- Ocho (8) ensayos presiométricos en el interior de los sondeos.

3.6.1.1. Ensayos de laboratorio

En la siguiente tabla se resumen los ensayos de laboratorio que han sido realizados sobre muestras tomadas de sondeos y calicatas, los cuales han sido solicitados en función de la finalidad de dichas investigaciones, así como de las características de los materiales perforados y excavados en ellas:

TIPO DE ENSAYO	Nº ENSAYOS
Humedad natural	2
Densidad aparente	2
Granulometría	42
Límites de Atterberg	42
Sulfatos	10
Contenido de yeso	7
Contenido de sales solubles	7
Contenido de materia orgánica	7
Acidez Baumann-Gully	9
Compresión simple	11
Corte Directo CD	8
Triaxial CU con medida de presiones intersticiales	2
Proctor Normal	6
CBR	6
Hinchamiento libre sobre muestra remoldeada	4
Colapso sobre muestra remoldeada	4
Agresividad del agua freática	3

Ensayos de laboratorio realizados

3.6.2. Campaña geotécnica recopilada de otros proyectos

En la zona en la que transcurre el trazado proyectado existen reconocimientos geotécnicos de otros proyectos anteriores realizados en la zona, que han podido ser consultados.

En el Anejo 7 se incluyen tablas resumen con los datos de los principales reconocimientos geotécnicos recopilados, indicándose el proyecto al que pertenecen.

3.6.3. Campaña complementaria propuesta para fase 4

Se propone la perforación de dos sondeos para la fase 4 del preente proyecto que permitan la realización de ensayos de permeabilidad en el terreno, a diferentes profundidades. Su localización se sugiere respectivamente en las proximidades de los antiguos sondeos SE-45 y S-9 (Proyecto de Construcción, Prointec, 2008), a fin de que sus testificaciones sirvan de guía para la proposición de las profundidades a ensayar. Asimismo, se ha procurado emplazarlos ligeramente fuera del recinto de la excavación para permitir el seguimiento de los niveles freáticos durante las obras, y/o a continuación de ellas, en caso necesario.

3.6.3.1. Trabajos de campo

La investigación geotécnica prevista, representada en el plano 2. Planta geológico-geotécnica y situación de investigaciones del Anejo 7, consiste en los siguientes reconocimientos:

- Dos (2) sondeos de longitudes 10 y 15 m.

Se denominarán SO-7 y SO-8 respectivamente (continuando así con la numeración de la campaña realizada para el presente proyecto).

Ensayos de Permeabilidad

Se realizarán ensayos de permeabilidad de tipo Lefranc a carga constante (preferiblemente) en ambos sondeos.

En el Anejo 7 se detallan las condiciones que deben cumplir dichos ensayos.

3.6.3.2. Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras del terreno obtenidas en los reconocimientos a ejecutar para la campaña complementaria en fase de obra (SO-7 y SO-8), se realizarán al menos los siguientes ensayos de laboratorio, si bien el número y tipo definitivos dependerán de las características de los materiales finalmente perforados y excavados en los sondeos:

- Granulometría por sedimentación
- Granulometría por tamizado
- Límites de Atterberg
- Compresión simple en suelo

3.6.4. Estudio geotécnico

3.6.4.1. Caracterización geotécnica de las unidades

En el anejo 7 se exponen las características geotécnicas de los distintos materiales diferenciados a lo largo de la traza.

Desde el punto de vista geotécnico, a partir de la geología de la zona y los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados y recopilados, se han diferenciado las siguientes unidades geotécnicas:

3.6.4.1.1. *Terciario (Mioceno)*

3.6.4.1.1.1. *Arena tosquiza (T_{AT})*

Litológicamente se trata fundamentalmente de arenas arcósicas de grano fino a medio con un mayor contenido de finos entre 25 y 40 %. Puntualmente aparecen intercalaciones arenosas con un contenido menor en arcilla. Las principales morfologías en las que se presentan estas arenas son de tipo lenticular o tabular.

3.6.4.1.1.2. *Tosco arenoso (T_{TA})*

Se trata de arenas arcillosas y arcillas arenosas de color pardo y rojizo. Esta unidad presenta un contenido de arcilla entre el 40 y 60 %. Esta unidad suele aparecer tanto en morfologías de tipo tabular como en intercalaciones en las unidades de la facies Madrid. Se compone fundamentalmente de arenas arcósicas de grano fino a medio con un mayor contenido de arcillas, en las que puntualmente aparecen intercalaciones arenosas con un menor contenido de arcillas. Las principales morfologías en las que se presentan estas arenas son de tipo lenticular o tabular.

3.6.4.1.1.3. *Tosco (T_T)*

Bajo esta terminología se agrupa a un conjunto de materiales formados por sedimentos de color ocre o marrón con predominio arcilloso, siendo frecuente la aparición de arcosas, sepiolita y sílex. Se caracterizan por tener un porcentaje de finos superior al 60 %.

3.6.4.1.1.4. *Arcillas verdosas y marrones (T_P)*

Los materiales de esta unidad están formados por un conjunto litológico de lutitas y arcillas en parte litificadas por sobreconsolidación, de coloraciones gris verdosas, en tramos marrones. Son frecuentes las intercalaciones carbonatadas blanquecinas y de niveles de nódulos de sílex. En términos generales a esta unidad se le ha denominado peñuelas en los anejos de geología y geotecnia.

Se trata de la unidad predominante en la zona de estudio y, por tanto, sobre la que más ensayos se han realizado, tanto en la presente campaña como en el proyecto de construcción: "Acceso a Madrid. Plataformas Reservadas para el Transporte Público, vías de servicio y Actuaciones Complementarias. P.K. 5,3 al 24,5. Tramo: Arturo Soria –Alcalá de Henares" (Prointec, 2008),

Fases 3 y 4 y en el "Proyecto de Construcción de la Plataforma reservada para transporte público. Tramo Torrejón-Barajas".

3.6.4.1.2. Cuaternario

3.6.4.1.2.1. Depósitos aluviales (Q_{AL})

En la zona de estudio, se corresponden con aquellos materiales depositados por el arroyo de Rejas. Este arroyo presenta una gran extensión longitudinal (la mayoría cubiertos por rellenos antrópicos) y se localiza en la zona Norte de la A-2 afectando a la traza en varios puntos concretos:

- Norte del Nudo Eisenhower.
- Al este del trazado.

Litológicamente estos depósitos son de naturaleza del tipo arenas y gravas con alguna intercalación de limos arenosos (granular grosero).

3.6.4.1.2.2. Depósitos de terraza (Q_TJ1)

Están relacionados con los materiales depositados durante el encajamiento del río Jarama. Corresponden a la terraza media – alta. En la zona de estudio se localizan al inicio del Eje 1, donde no hay prevista ninguna actuación, y al este del Nudo de Eisenhower, donde se localiza el Eje 11.

Litológicamente estas terrazas se componen de cantos y gravas en su mayoría de composición cuarcítica de tamaño medio 6-8 cm con matriz arenosa de alta compacidad, en algunas zonas, próximo al contacto con el Sustrato Mioceno se encuentran cementadas.

Se dispone de ensayos realizados en esta unidad en sondeos realizados en el entorno del eje 11, a partir de los cuales se ha realizado la siguiente caracterización.

3.6.4.1.3. Rellenos antrópicos

3.6.4.1.3.1. Rellenos antrópicos compactados (R_c)

La unidad de rellenos antrópicos compactados está formada por unos rellenos controlados que han sido puestos en obra en unas determinadas condiciones de compactación.

Litológicamente se trata de un material de naturaleza principalmente granular.

3.6.4.1.3.2. Rellenos antrópicos sin compactar (R_A)

La unidad de rellenos antrópicos sin compactar está formada por tierras de tipo arenas heterométricas, de color marrón, con matriz limo-arcillosa sin compactar, además de fragmentos de ladrillo, maderas, plásticos, cascotes...

3.6.4.2. Parámetros geotécnicos

Se incluye a continuación un cuadro resumen, en el que se recogen los parámetros geotécnicos que se propone adoptar en general para las unidades geotécnicas diferenciadas en la zona de estudio. En cualquier caso, a la hora de adoptar los parámetros geotécnicos para el cálculo geotécnico de las cimentaciones de las estructuras, se han considerado además los resultados locales obtenidos en los sondeos próximos a la estructura analizada, fijando a partir de los datos disponibles los valores más representativos del terreno de apoyo de la cimentación.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	TIPO DE SUELO	Golpeo SPT (N_{30} ; $N_{MI/2}$)	CONTENIDO DE FINOS (% 0,08 mm)	Cu (kPa)	γ_{ap} (KN/m ³)	C' (kPa)	ϕ' (°)	E (MPa)	Ep (MPa)
Arena tosquiza (TAT)	Granular	54	31,30	-	19 - 20	10 - 15	33	80 - 100	36 - 45
Tosco arenosos (TTA)	Cohesivo	> 60	51,52	190	18 - 20	20 - 25	32,5	130	115
Tosco (TT)	Cohesivo	70	81,87	250	18 - 21	30 - 40	30	150 - 180	135 - 160
Peñuelas muy alteradas (Tp)	Cohesivo	12-23	67,93	150	16 - 17	20	23	30	27
Peñuelas algo alteradas (Tp)	Cohesivo	23-60		400	17 - 19	20 - 55	26 - 34	40 - 100	37,5 - 90
Peñuelas sin alteración (Tp)	Cohesivo	> 60		800	17,50 - 20	75	31	≥ 120	180
Aluvial (Qal)	Cohesivo	11	50,31	120	18,7	20	29	25	24
Rellenos compactados terraplenes actuales (Rc)	Granular	23	26,90	-	20	10	33	35	16
Rellenos antrópicos (RA)	-	9	59,43	40	17,6	0	25 - 28	05-ago	4,5

Cuadro resumen de parámetros geotécnicos preliminares

N_{30} : Índice SPT

N_{MI} : Golpeo obtenido en la toma de muestras inalteradas ($N_{30} = N_{MI} / 2$)

Cu: Resistencia al corte sin drenaje

γ_{ap} : Densidad aparente

C': Cohesión efectiva

ϕ' : Ángulo de rozamiento interno efectivo

E: Módulo de deformación

Ep: Módulo presiométrico

3.6.4.3. Niveles de agua

En la siguiente tabla se resumen las medidas de los niveles de agua detectados en los sondeos, indicando las estructuras a las que corresponden:

Estructura	Sondeo realizado	Profundidad del Sondeo	Cota de boca, Z	Medida N-F. (m)		Medida N-F. (m)	
				JULIO 2015 (campaña)		27-oct-15	
				Cotas relativas	Cotas absolutas (Z)	Cotas relativas	Cotas absolutas (Z)
Pasarela peatonal	S-1	8,35	621,4	8,1	613,3	Seco	Seco
E-3	S-2	18,1	614,1	7,65	606,45	8,08	606,02
	S-3	20,4	612,8	7,9	604,9	8,13	604,67
	S-4	11,8	613,8	8,2	605,6	8,6	605,2
E-2	S-5	10,55	615,5	-	-	-	-
E-1	S-6	15	614	8,25	605,75	-	-

Profundidad de los niveles de agua detectados en los sondeos

En cualquier caso, hay que tener en cuenta que más que un nivel freático estable a una cota, lo que probablemente existen son niveles colgados de agua, característicos de las facies de Madrid.

3.6.4.4. Agresividad del subsuelo al hormigón

Únicamente en una muestra tomada en el sondeo S-6 se obtuvo una agresividad débil, correspondiente a un tipo de exposición Qa según EHE, resultando en el resto de los casos una agresividad despreciable del terreno.

3.6.4.5. Agresividad del agua

En función de los resultados obtenidos en la investigación geotécnica realizada, únicamente se ha detectado una agresividad débil (tipo de exposición Qa) en una muestra de suelo tomada del sondeo S-6, realizado para el estudio de la cimentación de la estructura E-1.

En este mismo sondeo, se analizó la agresividad al hormigón de una muestra de agua, que resulto ser no agresiva.

Por tanto, únicamente el terreno de apoyo de la cimentación de la estructura E-1 ha resultado ser agresivo al hormigón, aunque está se ha clasificado como débil, por lo que deberá considerarse al menos un tipo de exposición Qa, adoptando las medidas contempladas al respecto en la Instrucción de hormigón estructural (EHE).

En el resto de estructuras, en función de los resultados obtenidos en los ensayos realizados, el tipo de exposición a considerar sería IIa.

3.6.4.6. Geotecnia de las obras de tierra

3.6.4.6.1. Rellenos antrópicos y Tierra vegetal

A partir de las investigaciones realizadas para el presente proyecto y las consultadas de proyectos previos realizados en la zona, se ha reconocido un horizonte de suelo que puede definirse como tierra vegetal, con un contenido de materia orgánica suficientemente significativo para considerarlo como tal. Otro depósito destacable, que se clasifica como inadecuado según el PG-3, es el correspondiente a los rellenos antrópicos sin compactar (R_A), bastante extendido en la zona de estudio.

En base a los datos obtenidos de las calicatas y sondeos disponibles, se ha realizado una tramificación aproximada, incluyéndose a continuación unas tablas-resumen de los espesores de tierra vegetal y rellenos antrópicos que se encontrarán en la base de los rellenos, así como en los desmontes de los principales ejes del proyecto.

EJE	P.K. INICIO/FINAL	MARGEN	TIERRA VEGETAL (m)	ESPESOR TV+RA	OBSERVACIONES	
1	0+270 / 0+380	MD			-	
	0+590 / 0+620	MD	-	3	Desmante de 3 m	
10	0+000 / 0+220	MD	-	5	Desmante de 3 m + 2 m de saneo en el fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable	
12	0+095 / 0+135	Ambos	0.5	3	Desmante de 4 m	
	0+135 / 0+200	Ambos	0.3	-	-	
	0+200 / 0+310	MI	0.3	-	-	
	0+310 / 0+385	MD	0.3	-	-	
		MI	0.8	-	-	
0+385 / 0+406	MD	0.3	5	Desmante de 2.5 m + 2.5 m de saneo en el fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable		
13	0+240 / 0+460	Ambos	0.15	-	-	
14	0+000 / 0+220	0+000 / 0+100	Ambos	0.15	-	-
		0+100 / 0+120	MD	-	3	Saneos 3 m
			MI	-	3	Saneos 3 m
		0+120 / 0+190	MD	0.8	-	-
			MI	-	3	Saneos 3 m
	0+190 / 0+220	MI	-	5	Saneos 5 m	
0+220 / 0+300	MD	0.8	5	Saneos 5 m		
16	0+000 / 0+100	MD	0.2	-	-	
21	0+000 / 0+020	MD	0.4	4	Desmante de 3 m + 1 m de saneo en el fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable	
	0+050 / 0+130	Ambos	-	3	Desmante de 7 m	
	0+165 / 0+180	MD	0.3	2	Desmante de 4 m	
	0+180 / 0+210	MI	0.3	2	Desmante de 8 m	
		MD	0.3	2	Desmante de 2 m	
0+210 / 0+340	Ambos	-	1.5	Saneos 1.5 m		
30	0+040 / 0+060	Ambos	0.6	1.5	Saneos 1.5 m	
	0+080 / 0+100		0.3	-	-	
33	0+000 / 0+080	MD	0.6	1.5	Desmante < 1 m + 0.5 m saneo fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable	
	0+115 / 0+264,9	MD	0.6	-	-	
35	0+000 / 0+200	MI	0.3	-	-	

Espesores de tierra vegetal y rellenos antrópicos vertidos en rellenos y desmontes

3.6.4.6.2. Rellenos

En la siguiente tabla se resumen las características preliminares de los rellenos con altura superior a 2,0 m, proyectados a lo largo de la traza.

TABLA RESUMEN DE RELLENOS PRINCIPALES CON RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS PRELIMINARES A CONFIRMAR CON ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA											
EJE	P.K. INICIO/FINAL	MARGEN	ALTURA MÁXIMA (m)	INVESTIGACIONES REALIZADAS Y RECOPIADAS	TALUD	LITOLÓGIA CIMIENTO	TIERRA VEGETAL (m)	RELLENO ANTRÓPICO VERTIDO (m)	TRATAMIENTO	SECCIÓN DE MAYOR ALTURA	
1	0+270 / 0+380	MD	1	Realizada: P-11	3H:2V	Peñuela (TP)	-	-	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)	0+320	
13	0+240 / 0+460	0+240 / 0+360	Ambos	4	Realizadas: P-8, C-11, C-10, P-6, C-9, S-5, P-5, P-4	3H:2V	Relleno antrópico compactado (Rc)	0.15	-	0+380	
		0+360 / 0+390	MI	8					MI: Escalonado al tratarse de una pendiente > 10%		
			MD	4					-		
	0+390 / 0+490	Ambos	4	-							
	0+490 / 0+540	MD	3	Campaña consultada: SE-01			-	-	0+440-0+460 MD: Escalonado al tratarse de una pendiente > 10%		
14	0+000 / 0+220	0+000 / 0+100	Ambos	3	Realizadas: S-5, P-4	3H:2V	Relleno antrópico compactado (RC)	0.15	-	0+000-0+080: Escalonado al tratarse de una pendiente > 10%	0+125
		0+100 / 0+120	MD	3	Campaña consultada: SE-1, P-13		Relleno antrópico sin compactar (RA), arena tosquiza (TAT)	-	3	Saneamiento	
			MI	4			Relleno antrópico sin compactar (RA)	-	3	Saneamiento	
		0+120 / 0+190	MD	3	Campaña consultada: SE-46		Arena tosquiza (TAT)	0.8	-	-	
			MI	4	Campaña consultada: SE-1, P-13		Relleno antrópico sin compactar (RA)	-	3	Saneamiento 0+150-0+200: Escalonado al tratarse de una pendiente > 10%	
0+190 / 0+220	MI	3	Campaña consultada: P-11	Relleno antrópico sin compactar (RA)	-	5	Saneamiento				
21	0+070 / 0+110	MD	4	Campaña actual: S-6 Otras campañas: S-0+650 (H)	3H:2V	Rellenos antrópicos sin compactar (RA)	-	3	Saneamiento	0+080	

Resumen de recomendaciones geotécnicas para los principales rellenos proyectados

3.6.4.6.3. Desmontes

En la siguiente tabla se resumen las características de los desmontes más importantes proyectados a lo largo de la traza.

TABLA RESUMEN DE DESMONTES PRINCIPALES CON RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS																
EJE	P.K. INICIO/FINAL		ALTURA MÁXIMA APROX. (m)	MARGEN	INVESTIGACIONES RECOPIADAS	LITOLOGÍA	TIERRA VEGETAL (m)	RELLENO ANTRÓPICO SIN COMPACTAR	TALUD RECOMENDADO	EXCAVABILIDAD	CLASIFIC. PG-3 DEL MATERIAL EXCAVADO	APROVECHAMIENTO EN RELLENOS	CLASIFICACIÓN PG-3 FONDO DESMONTE	OBSERVACIONES		
1	0+530 / 0+620	0+530 / 0+590	3	MD	Campaña actual: P-10	Peñuela (TP)	-	-	1H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% marginal	0%	Marginal	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)		
		0+590 / 0+620			-	0,00-3,00 m: Relleno antrópico sin compactar (RA) A partir de 3,00 m: Peñuela (TP)	-	3	2H:1V				Marginal	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)		
10	0+000 / 0+260	0+000 / 0+220	< 2	Ambos	Otras campañas: P-18, SE-81, SE-81B	Relleno antrópico sin compactar (RA)	-	5	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% marginal	0%	Tolerable*	Se propone la retirada del RA (3 m por debajo del fondo de excavación) y su sustitución por suelo tolerable		
		0+220 / 0+260			Otras campañas: S38P-18(O), C-16(G)	Relleno antrópico compactado (RC)	-	-	3H:2V				100% tolerable	100% núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	
12	0+040 / 0+452	0+040 / 0+095	5	MD	Otras campañas: SE-9, S-0+940 (H)	Relleno antrópico compactado (RC)	-	-	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable			
		0+095 / 0+135	4	Ambos	Otras campañas: S-0+940 (H)	0,00-3,00 m: Relleno antrópico sin compactar (RA) 3,00-4,00 m: Tosco arenoso (TTA)	0.5	3	0,00-3,00 m 2H:1V 3,00-4,00 m 1H:1V				100% marginal	0%	Marginal	El suelo existente en el fondo de desmonte es la unidad TTA
		0+135 / 0+200	6	Ambos	Campaña actual: C-9, P-5, S-5	Relleno antrópico compactado (RC)	0.15	-	2H:1V				100% tolerable	100% núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	
		0+200 / 0+310	5	MI	Campaña actual: C-7, S-4	Relleno antrópico compactado (RC)	0.3	-					100% tolerable	100% núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	
		0+310 / 0+385	2.5	MD	Campaña actual: S-4	Relleno antrópico compactado (RC)	0.3	-	3H:2V				100% tolerable	100% núcleo y cimiento de terraplén	Tolerable	
				MI	Otras campañas: SE-46	Arena Tosquiza (TAT)	0.8	-	1H:1V				100% marginal	0%	Marginal	La unidad se clasifica como tolerable, pero no se dispone de ensayos de compacidad en la zona de estudio, por lo que se recomienda su retirada a vertedero

TABLA RESUMEN DE DESMONTES PRINCIPALES CON RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS														
EJE	P.K. INICIO/FINAL		ALTURA MÁXIMA APROX. (m)	MARGEN	INVESTIGACIONES RECOPIADAS	LITOLÓGIA	TIERRA VEGETAL (m)	RELLENO ANTRÓPICO SIN COMPACTAR	TALUD RECOMENDADO	EXCAVABILIDAD	CLASIFIC. PG-3 DEL MATERIAL EXCAVADO	APROVECHAMIENTO EN RELLENOS	CLASIFICACIÓN PG-3 FONDO DESMONTE	OBSERVACIONES
		0+385 / 0+406	2.5	MD	Campaña actual: S-3 Otras campañas: P-11, SE-46	Relleno antrópico sin compactar (RA)	0.3	5	2H:1V		100% marginal	0%	Tolerable*	Se propone la retirada del RA (2,5 m por debajo del fondo de excavación) y su sustitución por suelo tolerable
14	0+220 / 0+340	0+220 / 0+300	< 2	MD	Otras campañas: SE-46, P-11	Relleno antrópico sin compactar (RA)	0.8	5	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% marginal	0%	Tolerable*	Se propone la retirada del RA (3 m por debajo del fondo de excavación) y su sustitución por suelo tolerable
		0+300 / 0+340				Relleno antrópico compactado (RC)	-	-	3H:2V		100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	Tolerable	
16	0+000 / 0+100		4	MD	Campaña actual: P-8	Tosco (TT)	0.2	-	1H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% marginal	0%	Marginal	
21	0+000 / 0+020		3	MD	Otras campañas: SE-8, S-0+650 (H)	Relleno antrópico sin compactar (RA)	0.4	4	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% marginal	0%	Tolerable*	Se propone la retirada del RA (1 m por debajo del fondo de excavación) y su sustitución por suelo tolerable
	0+050 / 0+340	0+050 / 0+130	7	Ambos	Campaña actual: S-6	0,00-3,00 m: Relleno antrópico sin compactar (RA) 3,00-7,00 m: Peñuela (TP)	-	3	0,00-3,00 m 2H:1V 3,00-7,00 m 1H:1V		100% marginal	0%	Marginal	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)
		0+130 / 0+165	8	Ambos	Campaña actual: S-6, C-13 y P-3	Relleno antrópico compactado (RC)	-	-	2H:1V		100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	Tolerable	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)
		0+165 / 0+180	8	MI	Campaña actual: C-13, P-3	Relleno antrópico compactado (RC)	-	-	2H:1V		100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	Tolerable	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)
			4	MD		0,00-2,00 m: Relleno antrópico sin compactar (RA) 2,00-4,00 m: Tosco (TT)	0.3	2	0,00-2,00 m 2H:1V 2,00-4,00 m 1H:1V		100% marginal	0%	Marginal	El suelo existente en el fondo de desmonte es la unidad TT
		0+180 / 0+210	8	MI	Relleno antrópico compactado (RC) y Relleno antrópico sin compactar (RA)	0.3	2	2H:1V	70% Tolerable 30% Marginal		70% núcleo y cemento de terraplén	Marginal		

TABLA RESUMEN DE DESMONTES PRINCIPALES CON RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS														
EJE	P.K. INICIO/FINAL	ALTURA MÁXIMA APROX. (m)	MARGEN	INVESTIGACIONES RECOPIADAS	LITOLÓGÍA	TIERRA VEGETAL (m)	RELLENO ANTRÓPICO SIN COMPACTAR	TALUD RECOMENDADO	EXCAVABILIDAD	CLASIFIC. PG-3 DEL MATERIAL EXCAVADO	APROVECHAMIENTO EN RELLENOS	CLASIFICACIÓN PG-3 FONDO DESMONTE	OBSERVACIONES	
		2	MD		Relleno antrópico sin compactar (RA)	0.3	2	2H:1V		100% marginal	0%	Marginal	El suelo existente en el fondo de desmonte es la unidad TT	
		0+210 / 0+300	3	Ambos	Campaña actual: C-4 Otras campañas: S-1(D)	0,00-1,6 m: Relleno antrópico sin compactar (RA)	-	1.6		0,00-1,5 m 2H:1V	100% marginal	0%	Marginal	El suelo existente en el fondo de desmonte es la unidad TT
		0+300 / 0+340	2	Ambos		1,6-3,00 m: Tosco (TT)	-	2		1,5-3,00 m 1H:1V	100% marginal	0%	Tolerable*	Se propone la retirada del RA (2 m por debajo del fondo de excavación) y su sustitución por suelo tolerable
33	0+000 / 0+080	< 1	MD	Campaña actual: S-2 Otras campañas: SE-45	Relleno antrópico sin compactar (RA)	0.6	1.5	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% marginal	0%	Tolerable*	Se propone la retirada del RA (1 m por debajo del fondo de excavación) y su sustitución por suelo tolerable	
35	0+000 / 0+130	3	MI	Campaña actual: S-4, S-5, C-7	Relleno antrópico compactado (RC)	0.3	-	3H:2V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	Tolerable		
	0+130 / 0+150	5	MI	Campaña actual: S-4	0,00-2,60 m: Relleno antrópico compactado (RC)	0.3	-	3H:2V	Medios mecánicos convencionales	60% Tolerable	70% núcleo y cemento de terraplén	Marginal	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)	
					2,60-4 m: Aluvial (QAL)					40% Marginal				
0+150 / 0+360	7	MI		0,00-2,50 m: Relleno antrópico compactado (RC)	0.3	-	3H:2V	30% Tolerable	70% núcleo y cemento de terraplén	Marginal	Se propone la estabilización in situ con cal por expansividad (TP)			
					2,50-7 m: Peñuela (TP)					70% Marginal				

Resumen de recomendaciones geotécnicas para los principales desmontes proyectados

3.6.4.7. EXPLANADA

3.6.4.7.1. *Desmontes y ampliaciones de calzada*

En la tabla anterior puede observarse la clasificación previsible del material existente en el fondo de los desmontes, que en muchos de los casos sería marginal.

Por tanto, dado que según se indica en el Anejo 10 de Firmes y pavimentos deben tramificarse las secciones de firme en tramos de 500 m, se decide unificar la clasificación del terreno existente en el fondo de las excavaciones, tanto en los desmontes como en los tramos en los que se realiza una ampliación de la calzada, a un suelo clasificado como marginal o inadecuado según el PG-3.

La sección finalmente adoptada para formar la explanada de proyecto (E3), según se justifica en el Anejo 10, es la formada por 50 cm de suelo seleccionado tipo 2, sobre la que se colocarían 30 cm de suelo estabilizado con cemento, S-EST3.

3.6.4.7.2. *Rellenos*

Para el caso de los rellenos, su núcleo se formará con material al menos clasificado como tolerable según el PG-3, el cual puede ser extraído de algunos de los desmontes proyectados. La compactación de la explanada será la de coronación del PG-3.

Sin embargo, debido a la necesidad de tramificar las secciones de firme en tramos de 500 m, se decide adoptar para todos los ejes de proyecto la sección anteriormente indicada para el caso de desmontes y ampliaciones de calzada, suponiendo que el terreno sobre el que se formaría la explanada es marginal o inadecuado, que en cualquier caso queda del lado de la seguridad.

Los materiales para la formación de la explanada, tanto en el caso de desmontes como de rellenos, deberán ser traídos de préstamos o canteras, ya que los suelos necesarios para su formación, que deben ser clasificados como seleccionados o adecuados según el PG-3, no se encuentran en los desmontes proyectados.

Tampoco se encontrarían materiales que cumplan con las especificaciones del PG-3 para su estabilización con cemento (S-EST3), necesario en cualquiera de las secciones de explanada posibles, por lo que también deberán ser materiales de aportación.

Siguiendo las indicaciones de la Instrucción de firmes, se colocará una capa de separación, consistente en un geotextil, entre los suelos inadecuados o marginales con finos plásticos y las capas de suelo adecuado o seleccionado para la formación de la explanada de proyecto (E3).

3.7. TRAZADO

Las características según la Orden de Estudio son las siguientes:

- Velocidad específica: 100 km/h.
- Tipo de carretera: Autovía.

- Nº calzadas: 2
- Nº de carriles: 3 + adicionales
- Ancho de calzada: 10,50 m
- Ancho arcén interior: 1,00 m
- Ancho arcén exterior: 2,50 m

Los parámetros mínimos de diseño, según la Norma 3.1-IC (diciembre de 1999) son:

- Velocidad de proyecto.....	100 km/h
- Radio mínimo en planta.....	450 m
- Peralte máximo.....	8,00 %
- Rampa máxima.....	4,00 %
- Pendiente máxima.....	5,00 %
- Parámetro mínimo en acuerdo convexo.....	7.125 m
- Parámetro mínimo en acuerdo cóncavo.....	4.348 m
- Longitud mínima de acuerdo vertical.....	100 m

Según la Norma 3.1-IC de marzo de 2015 dichos parámetros son:

- Velocidad de proyecto.....	100 km/h
- Radio mínimo en planta.....	450 m
- Peralte máximo.....	8,00 %
- Rampa máxima.....	4,00 %
- Pendiente máxima.....	4,00 %
- Parámetro mínimo en acuerdo convexo (parada).....	5.200 m
- Parámetro mínimo en acuerdo cóncavo (parada).....	4.800 m
- Longitud mínima de acuerdo vertical.....	Se calculará en cada caso

Estos serían los parámetros de diseño del tronco de la A-2. Sin embargo, las actuaciones proyectadas son ramales y vías de servicio, exteriores al tronco.

En el Anejo nº8 se realiza un análisis del trazado en planta y alzado de los ejes proyectados, que son los siguientes:

=====
 * * * RESUMEN DE EJES DEL PROYECTO * * *
 =====

GRUPO	EJE	PK inicial	PK final	LONGITUD	NOMBRE	VP(Km/h)
0					TRONCO	
1		0.000	3492.695	3492.695	A2_MARGEN IZQUIERDA	100
2		0.000	3492.969	3492.969	A2_MARGEN DERECHA	100
1					VIALES MARGEN IZQUIERDA A2	
9		0.000	55.122	55.122	TRANSFER 2	<40
10		0.000	795.739	795.739	VIA SERVICIO AV ARAGON	60

11	-100.000	604.282	704.282	DUPLIC. RAMAL V.SERVICIO LAS MORERAS	60-40
12	0.000	452.812	452.812	RAMAL 1	60
13	0.000	645.433	645.433	PASO SUPERIOR REPOSICIÓN	80
14	0.000	401.023	401.023	RAMAL 2	60
15	0.000	45.917	45.917	ACCESO_GLORIETA - AV ARAGÓN	40
16	0.000	183.420	183.420	CARRIL DECELERACIÓN TRANSFER	60
17	0.000	98.291	98.291	TRANSFER	40
30	0.000	113.097	113.097	GLORIETA ALAMEDA OSUNA	<40
31	0.000	49.492	49.492	DEFLECTORA 1	<40
32	0.000	46.597	46.597	DEFLECTORA 2	<40
33	0.000	315.529	315.529	RAMAL DERECHA ALAMEDA OSUNA	40
34	0.000	355.552	355.552	RAMAL IZQUIERDA ALAMEDA OSUNA	40
35	0.000	695.104	695.104	PASO INFERIOR ALAMEDA OSUNA	40
36	0.000	127.221	127.221	TRANSFER ALAMEDA OSUNA	<40
37	0.000	35.945	35.945	CONEXION RAMAL DERECHA ALAMEDA OSUNA	<40
38	0.000	26.025	26.025	DEFLECTORA ENTRADA	<40
39	0.000	29.877	29.877	DEFLECTORA SALIDA	<40

2 VIALES MARGEN DERECHA A2

20	0.000	449.621	449.621	RAMAL 3	50
21	0.000	406.126	406.126	RAMAL 4	40
24	0.000	191.920	191.920	REPOSICIÓN M14	100
25	0.000	331.845	331.845	COLECTORA M14	80
26	0.000	738.915	738.915	VIA SERVICIO PLENILUNIO	60

3 DESVIOS PROVISIONALES

40	0.000	347.120	347.120	DESVIO PROVISIONAL 1	40
41	0.000	139.922	139.922	DESVIO PROVISIONAL 2	40
42	0.000	483.276	483.276	DESVIO PROVISIONAL 3	40
43	0.000	376.127	376.127	DESVIO PROVISIONAL 4	40
45	0.000	435.097	435.097	DESVIO PROVISIONAL 5	40

3.8. MOVIMIENTO DE TIERRAS

En el Anejo nº9 se realiza un estudio del movimiento de tierras originado por la realización de las obras del presente proyecto con el objetivo de establecer el balance entre el volumen de material extraído y el utilizado en la obra en forma de terraplén y rellenos, determinando así la necesidad de buscar material para préstamos, y/o bien tener que enviar los excedentes a vertedero.

Para la obtención de las mediciones se han utilizado los perfiles transversales obtenidos mediante la restitución de la cartografía.

En base a los datos obtenidos de las calicatas y sondeos disponibles, se ha realizado una tramificación aproximada, incluyéndose a continuación unas tablas-resumen de los espesores de tierra vegetal y rellenos antrópicos que se encontrarán en la base de los rellenos, así como en los desmontes de los principales ejes del proyecto.

EJE	P.K. INICIO/FINAL	MARGEN	TIERRA VEGETAL (m)	ESPESOR TV+RA	OBSERVACIONES
1	0+270 / 0+380	MD			-
	0+590 / 0+620	MD	-	3	Desmante de 3 m

EJE	P.K. INICIO/FINAL	MARGEN	TIERRA VEGETAL (m)	ESPESOR TV+RA	OBSERVACIONES	
10	0+000 / 0+220	MD	-	5	Desmante de 3 m + 2 m de saneo en el fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable	
12	0+095 / 0+135	Ambos	0.5	3	Desmante de 4 m	
	0+135 / 0+200	Ambos	0.3	-	-	
	0+200 / 0+310	MI	0.3	-	-	
	0+310 / 0+385	MD	0.3	-	-	
		MI	0.8	-	-	
0+385 / 0+406	MD	0.3	5	Desmante de 2.5 m + 2.5 m de saneo en el fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable		
13	0+240 / 0+460	Ambos	0.15	-	-	
14	0+000 / 0+220	0+000 / 0+100	Ambos	0.15	-	-
		0+100 / 0+120	MD	-	3	Saneos 3 m
			MI	-	3	Saneos 3 m
		0+120 / 0+190	MD	0.8	-	-
			MI	-	3	Saneos 3 m
		0+190 / 0+220	MI	-	5	Saneos 5 m
	0+220 / 0+300	MD	0.8	5	Saneos 5 m	
16	0+000 / 0+100	MD	0.2	-	-	
21	0+000 / 0+020	MD	0.4	4	Desmante de 3 m + 1 m de saneo en el fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable	
	0+050 / 0+130	Ambos	-	3	Desmante de 7 m	
	0+165 / 0+180	MD	0.3	2	Desmante de 4 m	
	0+180 / 0+210	MI	0.3	2	Desmante de 8 m	
		MD	0.3	2	Desmante de 2 m	
0+210 / 0+340	Ambos	-	1.5	Saneos 1.5 m		
30	0+040 / 0+060	Ambos	0.6	1.5	Saneos 1.5 m	
	0+080 / 0+100		0.3	-	-	
33	0+000 / 0+080	MD	0.6	1.5	Desmante < 1 m + 0.5 m saneo fondo de desmante y sustitución por suelo tolerable	
	0+115 / 0+264,9	MD	0.6	-	-	
35	0+000 / 0+200	MI	0.3	-	-	

Los coeficientes de paso a terraplén y a vertedero de los materiales en la zona de proyecto. Se han incluido sólo aquellos materiales que se prevé excavar:

Coeficientes de paso				
UNIDAD	Densidad seca (Kg/cm ³)	Densidad máx. PN	Coef. paso Vertedero (78% comp.)	Coef. paso Terraplén (98% comp)
TV			1.45	1.14
T _P	1.3	1.29	1.29	-
T _T	1.47	1.7	1.11	-
T _{TA}	1.37	1.65	1.06	-
T _{AT}	1.95	1.92	1.3	1.03
Q _{AL}	1.48	1.66	1.14	-
R _C	1.91	1.96	1.25	0.99
R _A	1.35	1.74	1	-

Coeficientes de paso

En cuanto a la excavabilidad, dadas las características de los materiales afectados por los desmontes de la traza, se podrán excavar todos con medios mecánicos convencionales.

Para la cubicación de tierras no se han descontado los volúmenes correspondientes a la obras de drenaje transversal, ni se han considerado las excavaciones localizadas.

A continuación se incluye una tabla resumen en la que se indican para todos los ejes incluidos en el cálculo del movimiento de tierras, los volúmenes de desmonte, terraplén, explanada, y tierra vegetal.

3.9. FIRMES Y PAVIMENTOS

En el Anejo nº10 se estudia, en base a los datos de tráfico y a la explanada existente, la sección de firme más idónea a disponer en todos los viales definidos en el presente proyecto conforme a la Norma 6.1-IC "Secciones de Firme", de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre.

3.9.1. Secciones de firme proyectadas

- **SECCIÓN DE FIRME T0**

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

CAPAS	SECCIÓN 031 (30 cms de MBC + 25 cms de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 - Betún PMB 45/80-65 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ²	
Intermedia	8 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ²	
Base	12 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - >50% de filler de aportación. - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Coeficiente de Los Ángeles <30 - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla de 2,42 t/m ³
Riego	- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40

CAPAS	SECCIÓN 031 (30 cms de MBC + 25 cms de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
		- Coeficientes de Los Ángeles < 30.

ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA		
CAPAS	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 - Betún PMB 45/80-65 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ²	
Intermedia	8 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación 100%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	37 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

• **SECCIÓN DE FIRME T1**

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T1 (carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura).

CAPAS	SECCIÓN 131 (25 cms de MBC + 25 cms de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 - Betún PMB 45/80-60 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ²	
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 50/70 G (antigua G-25) - Betún BC 50/70 - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Coeficiente de Los Ángeles <30 - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla de 2,42 t/m ³
Riego	- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA		
CAPAS	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 - Betún PMB 45/80-60 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación 50%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	35 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

• **SECCIÓN DE FIRME T2**

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T2 (carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura).

CAPAS	SECCIÓN 231 (20 cms de MBC + 25 cms de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 - Betún PMB 45/80-60 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 50/70 D (Antigua D-20) - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,5 kg/m ²	
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 50/70 G (antigua G-25) - Betún BC 50/70 - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Coeficiente de Los Ángeles <30 - ≥ 50% de filler de aportación - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla de 2,42 t/m ³
Riego	- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA		
CAPAS	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 - Betún PMB 45/80-60 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 50/70 D (Antigua D-20) - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	35 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

• **SECCIÓN DE FIRME T31**

Se ha seleccionado la siguiente sección de firme para los ejes con categoría de tráfico pesado T31 (carriles y arcenes menores de 1,25 metros de anchura).

CAPAS	SECCIÓN 3131 (16 cms de MBC + 25 cms de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	6 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 16 surf BC 50/70 S - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación $\geq 50\%$, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 4,5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 50/70 G (antigua G-25) - Betún BC 50/70 - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - Coeficiente de Los Ángeles <30
Riego		- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial
		- No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA		
CAPAS	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	6 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 16 surf BC 50/70 S - Betún BC 50/70 - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación de ligante 5% en masa respecto al total del árido seco - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³
Riego		- Imprimación: Emulsión C60BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	35 cm	- Zahorra artificial
		- No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

3.9.2. Firme en estructuras

En las estructuras la solución de firme consiste en una capa de rodadura y una capa de intermedia, si procede previa impermeabilización del tablero mediante solución bicapa. Se dispondrán las siguientes capas de firmes:

- Estructura E-1: sección 031 → 3 cm de M.B.C. tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 y 7 cm de M.B.C. tipo AC 22 bin BC 35/50 D, en capa intermedia.
- Estructura E-2: sección 131 → 3 cm de M.B.C. tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 y 5 cm de M.B.C. tipo AC 22 bin BC 35/50 D, en capa intermedia.
- Estructura E-3: sección 3131 → 6 cm de M.B.C. tipo AC 16 surf BC 50/70 S.

3.9.3. Aprovechamiento del firme existente

El presente proyecto incorpora como aspecto importante, el análisis del posible aprovechamiento del pavimento de las calzadas existentes, en los tramos dónde se discurre sobre ellas. La definición exhaustiva de dichos aspectos constructivos se analizara con detalle en la Fase 4 del proyecto.

En efecto, la definición del trazado en planta y alzado, está íntimamente ligado a un estudio de este tipo, pues en función del área por dónde se discurra en planta, de la altura de la rasante sobre la calzada existente y del nuevo peralte proyectado en comparación con el existente, se podrá hacer efectivo un determinado grado de aprovechamiento, o de lo contrario la demolición del pavimento existente.

En el presente proyecto, encontramos las siguientes situaciones:

- 1- Ampliación de plataforma para la construcción de nuevos carriles, ya sea por una ampliación de capacidad de un vial o por la ejecución de carriles de cambio de velocidad.

En estos casos se realizará la demolición de los arcenes para la ampliación progresiva de la calzada por la derecha, por la izquierda o por ambos márgenes, con un fresado total del vial con el fin de dar continuidad a la capa de rodadura.
- 2- Aprovechamiento estricto de vial existente, en aquellos donde se discurre estrictamente en planta y alzado sobre la calzada existente, y por tanto, la actuación consiste en un fresado y nuevo extendido de la capa de rodadura.
- 3- Aprovechamiento de la plataforma existente como parte de la explanada o como apoyo de capas bituminosas.
- 4- Resto de casos, donde resulta necesaria la demolición del firme existente, ante la imposibilidad de aprovecharlo en ningún caso, o bien ante la aparición de tramos alternos

que no resultan constructivos, de aprovechamiento y demolición, cuya longitud, no sea suficientemente extensa.

En la correspondiente planta de aprovechamiento y demolición de firmes, se reflejan los distintos tramos reseñados anteriormente.

Por último, todos los firmes existentes y alcanzados por la ocupación de las tierras en planta, son demolidos y medidos a tal efecto.

3.10. DRENAJE

3.10.1. Drenaje transversal

El proyecto de remodelación del Nudo Eisenhower se desarrolla en un área urbana donde no existen cauces fluviales a los que haya que dar continuidad; por tanto no es un proyecto al uso en el que se delimitan las áreas vertientes a la carretera proyectada. Al tratarse de una remodelación de un nudo ya existente, las cuencas vertientes están muy acotadas a las superficies adyacentes a los ramales del nudo y a la propia ampliación de calzadas. Por tanto no existe drenaje transversal.

Las superficies drenadas a estudiar en este apartado son cuencas secundarias de acuerdo con la clasificación de cuencas incluida en la Instrucción de drenaje 5-2-IC, donde se indica que se trata de cuencas generadas por la construcción de la carretera cuyo drenaje se realiza, o bien mediante obras transversales de drenaje longitudinal (OTDL) o por elementos del drenaje de la plataforma. La obtención de los caudales de diseño se realiza siguiendo la metodología que marca en la Instrucción.

Se incluye a continuación un cuadro resumen de la ubicación de las mismas con referencia de PP.KK. a los nuevos ramales proyectados:

ODT DENOMINACIÓN	REF. EJE	PK	DIMENSIONES	OBSERVACIONES	ACTUACIÓN
OD-2.4	1	2+422	Semicircular 2,35 x 0,88	En la actualidad no tiene funcionalidad	Sin actuación
OD-0.12	21	0+120	Tubo de 600 mm de diámetro.	Ramal de enlace M-14 con A2 sentido Alcalá de Henares. No se localiza emboquille de salida.	Demolición
OD-0.38/M-14	13	0+380	1 tubo de 1800 mm de diámetro. Pendiente 1,73%.	Obra de drenaje bajo la M-14. Referida a eje 13. Obra de drenaje que presenta grandes aterramientos.	Sin actuación
OD-0.38/E13	13	0+380	2 tubos de 3000 mm de diámetro.	Obra de drenaje bajo ramal de enlace M-14 con A2 sentido Madrid. No se localiza emboquille en lado Oeste.	Sustitución por un marco de 4,00 x 2,00 m (por razones estructurales)
OD- 0.58	26	0+580	1 marco 0,75 x 0,75	No se localiza emboquille de entrada	Sin actuación

De las obras de drenaje anteriormente señaladas se deben modificar las siguientes :

1. La obra situada en el PK 0+120 del eje 21 (denominada OD-0.12), consistente en un tubo de 600 mm de diámetro, deberá ser demolida al ser incompatible con el nuevo trazado.

Para evitar que el caudal de escorrentía de la cuenca de drenaje longitudinal C-3 vierta sobre el vial del eje 21, se ha proyectado la construcción de un nuevo terraplén. El agua de la cuenca se desaguará mediante una nueva obra de drenaje de 800 mm de diámetro, denominada ODTL-2.

2. La obra de fábrica existente situada en el PK 0+380 del eje 13 bajo el ramal de enlace de la M-14 con A2 sentido Madrid, será sustituida por un marco de 4,00 m (anchura) x 2,00 m (altura). La reposición de la obra responde a una medida estructural, dado que, en ese punto la rasante proyectada aumenta en cota incrementando la altura de tierras sobre la obra existente en más de tres metros. El dimensionamiento del nuevo marco se ha realizado considerando una sección hidráulica similar a la existente.

3.10.2. Drenaje longitudinal

3.10.2.1. Cálculo de caudales

Para el cálculo de los caudales de escorrentía de la plataforma, se seguirá el método racional.

El método racional modificado parte básicamente de las mismas hipótesis que el clásico método racional, pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero, cuya duración total se considera equivalente al tiempo de concentración, tal como establece también la fórmula racional clásica.

La hipótesis de lluvia neta constante que ésta establece, no es real y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta. Esto complica el problema de obtener una fórmula simple para análisis de los caudales punta.

Sin embargo, en este método, dentro de la duración de tiempo de concentración, la variación de la lluvia neta se refleja globalmente, refiriendo los caudales punta determinados considerando esa variación, a los caudales homólogos calculados con lluvia neta constante.

Así, si se denomina K al cociente entre ambos, resulta la ley:

$$Q = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

siendo:

Q (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.

$I (T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca.

C (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad de la distribución temporal de la precipitación.

Procurando optimizar, desde los puntos de vista técnico y económico, las obras proyectadas, la Instrucción 5.2-IC, en el apartado 1.3.2., establece unos valores mínimos para el periodo de retorno que deben tenerse en cuenta para fijar el caudal de dimensionamiento de las obras de drenaje.

TIPO DE ELEMENTO DE DRENAJE	PERIODO DE RETORNO
- Elementos del drenaje superficial de plataforma y márgenes	25 años
- Elementos del drenaje superficial de plataforma y márgenes excepcionales de desagüe por bombeo	50 años
- Obras de drenaje transversal	≥100 años

Como valores de P_d se adoptan los valores obtenidos en el apartado 3.3 "Cálculo de precipitaciones máximas" del Anejo nº5 Climatología e Hidrología. Tal y como se indicó en ese apartado se han adoptado como las precipitaciones de cálculo las referidas a la estación 3129 Madrid Barajas al ser la que da valores más altos y es la más cercana a la zona de proyecto.

Estación Pluviométrica		Precipitaciones 24 h (mm)		
		T = 5	T = 25	T = 50
Código	P_d	años	años	años
3129	67.0	46.0	67.0	75.7

3.10.2.2. Elementos del drenaje longitudinal

Los elementos de drenaje longitudinal empleados son los siguientes:

- Cunetas

Las características de las cunetas vienen condicionadas por los demás elementos de la sección tipo. Su trazado en planta, pendientes, dimensiones, taludes, etc, deberá adecuarse a la carretera.

Las dimensiones de las cunetas se han tenido que adaptar al espacio libre disponible, para evitar interferir con los ramales viarios adyacentes. De esta manera, se han proyectado cunetas triangulares, revestidas de hormigón, de anchura libre de 1,00 m, profundidad de 0,30 m y taludes

laterales 5H/3V. Esta tipología se ha aplicado tanto a cunetas de borde de calzada como de guarda de desmonte, y se ha denominado **cuneta Tipo 1**.

En el caso de la cuneta CBC-29 situada en el eje 2, entre los PK 0+706 y el PK 0+960, se ha situado una cuneta de borde de calzada rebasable triangular, revestida de hormigón de talud interior 6H/1V y talud exterior 1H/2V, con una profundidad interior de 0,30 m. Esta cuneta se ha denominado **cuneta Tipo 2**.

Las cunetas de pie de terraplén se han proyectado de sección trapecial, revestidas de hormigón, de base 0,50 m, altura interior 0,30 m y taludes laterales 1H/2V.

- Bordillos

Para evitar que las aguas precipitadas sobre la calzada escurran incontroladamente por el terraplén produciendo socavaciones, se proyecta un bordillo montable que canaliza el agua hasta unas bajantes formadas por piezas prefabricadas de hormigón.

- Bordillo-Rigola

Se dispondrá la solución de bordillo-rigola en los bordes de calzada para conducir el agua de escorrentía desde la calzada hasta otros elementos de drenaje de recogida.

- Bordillo-Caz

Se dispondrá la solución de bordillo-caz en los bordes de calzada para conducir el agua de escorrentía desde la calzada hasta otros elementos de drenaje de recogida. Esta solución se ha incluido en el eje 12 para evitar que este eje vierta escorrentía de calzada sobre el eje 35 que discurre bajo la glorieta, efecto que se considera importante evitar. La solución de bordillo – rigola resulta insuficiente para captar las aguas que confluyen en esta zona.

- Bajantes

Se sitúan en los taludes de terraplén o de desmonte en hormigón para soportar la erosión del agua a velocidades elevadas.

- Arquetas

Van situadas en los puntos de encuentro de colectores, en puntos bajos y en cambio de dirección de la tubería en planta y alzado. Se construirán de hormigón armado, de forma cuadrada o rectangular.

- Pozos de registro

Son los elementos que sirven para la conexión los colectores de hormigón que transportan el agua recogida por los sumideros donde no hay espacio para la ubicación de una cuneta. Los sumideros descargan al colector principal median tubos de PVC de 250 mm de diámetro.

- Sumideros

Además, se dispondrá de imbornales en los casos en los cuales no exista espacio suficiente para proyectar una cuneta. Se opta por esta opción frente a la utilización de caces bajo el pavimento, por resultar más sencillos de limpiar y mantener.

- Colectores

Los colectores se diseñan cuando se agota la capacidad hidráulica de la cuneta y resulta imposible la evacuación del caudal que discurre por la misma. Se recogerá el agua mediante arquetas dispuestas en la cuneta y será conducida mediante el colector por debajo de la misma hasta encontrar un punto de desagüe.

- Tuberías pasacunetas

Estas tuberías se diseñan para los casos en que es necesario que un colector discurra bajo una calzada.

- Obras transversales de drenaje longitudinal

Se han proyectado las siguientes obras de drenaje transversales para el drenaje longitudinal: la OTDL-1, que recoge los caudales de la subcuenca C-6, la OTDL-2, que recoge los caudales procedentes de la subcuenca C-3.

- Conexión con drenaje existente.

En algunos casos, los elementos de drenaje longitudinal proyectados conectan directamente con la red de drenaje existente en la actualidad. Estas conexiones se sitúan en los puntos de desagüe de los siguientes elementos.

- Colectores Col-7, Col-9, Col-11 y Col-12.
- Cunetas C_{bc}-12, C_{bc}-13, C_{bc}-14, C_{bc}-15, C_{bc}-22, C_{bc}-23, C_{bc}-24, C_{bc}-25, C_{bc}-27, C_{bc}-30, C_{bc}-31 y C_g-3, C_g-11, C_g-12.
- Tuberías bajo calzada Tub-01 y Tub-06.

- Conexión con saneamiento existente.

En tres casos, los elementos de drenaje longitudinal proyectados, se conectan con la Red de saneamiento existente gestionada por el Canal de Isabel II (CY-II). A continuación se describen las conexiones proyectadas, indicando los caudales para un periodo de retorno de 5 años (ya que las Normas de para Redes de Saneamiento del CY-II indican que las redes de saneamiento se diseñarán para un periodo de retorno de 5 años).

- Conexión 1. La cuneta C_{bc}-2 (Tub-01) conecta con la red de saneamiento existente.

- Conexión 2. El colector Col-11, desagua los caudales de salida procedentes del tanque de tormentas 2, conectando en un pozo de la red de saneamiento existente.
- Conexión 3. La cuneta C_{bc}-27 y el colector proyectado Col-7, del mismo modo, conectarán con un pozo de la red de saneamiento existente.

En la siguiente tabla se resume los elementos que acometen a cada conexión y los caudales aportantes a la red de saneamiento existente.

Número de Conexión	Ubicación	Elementos de drenaje			Q total	Q total
		Nombre	Q 5 años (l/s)	Q 25 años (l/s)	T= 5 años (l/s)	T=25 años (l/s)
Conexión 1	Eje 21	Cuneta C _{bc} -2 (Tub-01)	21,4	33,2	21,4	33,2
Conexión 2	Tanque de tormentas 2	Colector Col-11	104,6	175,9	104,6	175,9
Conexión 3	Eje 10	Cuneta C _{bc} -27	51,5	80,5	91,1	140,1
		Colector Col-7	39,6	59,6		

- Pozo de bombeo

Se proyecta un pozo de bombeo en el paso inferior de Alameda de Osuna (el eje 35). El grupo de bombeo estará formado por dos bombas más una de reserva (sistema 2+1), sumergibles y dispuestas en paralelo, de forma que en caso de eventual fallo de alguna de ellas el sistema disponga de otra bomba auxiliar.

Las tuberías de impulsión se proyectan en fundición dúctil. La unión de las tuberías de las tres bombas se realiza mediante una pieza pantalón de 250 mm de diámetro.

- Tanque de tormentas

Se ha proyectado la construcción de dos tanques de tormentas. Su función es laminar los caudales resultantes del drenaje longitudinal antes de su vertido en la red de drenaje o en la red de saneamiento, gestionada por el Canal de Isabel II (diseñada para un periodo de retorno de 5 años).

Los tanques proyectados son los siguientes:

- Tanque 1: situado en el margen derecho del eje 12 a la altura del P.K. 0+200.
- Tanque 2: situado en el margen izquierdo del Eje 21 a la altura del P.K. 0+320.

El tanque 1 está diseñado con planta rectangular de 18x12 metros para una altura de lámina de agua de 1.05 m, con una capacidad de almacenamiento de 227 m³. La altura interior del depósito es de 4,50 metros.

El tanque 2 está diseñado para almacenar un volumen de agua de 160 m³ de aguas con una planta rectangular de 16x10 metros y 1 metro de lámina de agua. La altura interior del depósito es de 4,50 metros.

3.11. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Se dan en el Anejo nº12 las recomendaciones de cimentación de las principales estructuras proyectadas, calculándose los valores de la tensión admisible frente al hundimiento del terreno, comprobando que los asentamientos que se producirían son admisibles por la estructura (tensión admisible de trabajo o servicio). Dichas recomendaciones se resumen en la tabla incluida a continuación.

Se estiman, así mismo, otros parámetros geotécnicos necesarios para el dimensionamiento de las cimentaciones y otros elementos estructurales, como el coeficiente de balasto vertical y horizontal.

Los valores propuestos deben considerarse como valores máximos que no deben sobrepasarse al dimensionar las cimentaciones.

DENOMINACIÓN Y TIPOLOGÍA	SITUACIÓN (EJE y P.K.)	INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	CIMENTACIÓN PROYECTADA	LITOLÓGÍA DEL TERRENO DE APOYO	PROFUNDIDAD DE APOYO RECOMENDADA (m)	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (m)	AGRESIVIDAD SUBSUELO AL HORMIGÓN (EHE) ^(*) ^(*) Tipo de exposición considerando sólo agresividad del agua y el terreno
E-1 PÓRTICO CON ESTRIBOS CERRADOS	Eje 21 P.K. 0+140	Campaña geotécnica recopilada: S 0+650 (H) Campaña geotécnica realizada: S-6 (14,60 m), P-3 (4,16 m) y C-13 (3,0 m)	Cimentación directa $\sigma_{adm} = 0,50 \text{ MPa}$ ($B \leq 8,0 \text{ m}$)	Terciario (Tp)	Mínimo 4, 0 m de profundidad (cota 610), comprobando que se supera la rasante de la carretera en 2,5 m para superar la capa activa del terreno tras las obras y evitar problemas de expansividad	8,3 m de profundidad en el sondeo S-6 (605,75)	Terreno: agresividad débil por sulfatos Agua freática: agresividad despreciable Tipo de exposición resultante: Qa
E-2 ESTRUCTURA DE VANO ÚNICO CON ESTRIBOS CERRADOS	Eje 13 P.K. 0+480	Campaña geotécnica recopilada: S 0+940 (H) Campaña geotécnica realizada: S-5 (10,55 m), P-5 (9,70 m) y C-9 (3,20 m)	Cimentación directa ESTRIBOS $\sigma_{adm} = 0,225 \text{ kPa}$ ($B \leq 7,50 \text{ m}$) ALETAS $\sigma_{adm} = 0,25 \text{ kPa}$ ($B \leq 5,0 \text{ m}$)	Estribos: Terciario (Tp) Aletas: Relleno estructural según art. 332 PG-3	Estribos: 5,60 m de profundidad respecto a la superficie del terreno (cota 609,9) Aletas: cota 614,75	No detectado en la profundidad investigada (10,55 m)	Terreno: agresividad despreciable Agua freática: No detectada Tipo de exposición resultante: Ila
E-3. FALSO TÚNEL CON MURO PANTALL DE PILOTES	Eje 35 P.K. 0+205 - 0+425	Campaña geotécnica recopilada: S-9 y SE-45 Campaña geotécnica realizada: S-2 (18,10 m), S-3 (20,40 m) y S-4 (11,80 m)	Muros pantalla de pilotes Directa en aletas y muro con sección en "U" ALETAS $\sigma_{adm} = 0,50 \text{ MPa}$ ($B \leq 8,0 \text{ m}$)	Pantalla: Terciario (Tp) Aletas y cajón con sección en "U": Relleno estructural según art. 332 PG-3	· Aletas: cota 609, realizando por debajo una sustitución de terreno de 2,5 m bajo la rasante, para evitar problemas de expansividad. · Cajón sección en "U": sustitución de rellenos antrópicos hasta cota 611, comprobando que se superan 2,5 m bajo rasante, para evitar problemas de expansividad. · Fondo de excavación al abrigo de muros pantalla: estabilización in situ con cal como en el resto de desmontes excavados en Tp.	Entre los 11,8 y 20,4 m de profundidad. Entre las cotas: 612,8 y 614,1	Terreno: agresividad despreciable Agua freática: agresividad despreciable Tipo de exposición resultante: Ila
PASARELA PEATONAL SOBRE A-2	Eje 35 P.K. 0+650	Campaña geotécnica realizada: S-1 (8,35 m) y P-1 (5,99 m)	Cimentación directa $\sigma_{adm} = 0,35 \text{ MPa}$ ($B \leq 4,0 \text{ m}$)	Terciario (T _r)	Lado Norte (pilas 3, 4 y próximas): 1,5 m de profundidad (cota 619,9) Lado Sur (pilas 1,2 y próximas): 2,6 m de profundidad (619,1)	8,1 de profundidad en el sondeo S-1 (613,3)	Terreno: agresividad despreciable Agua freática: No detectada Tipo de exposición resultante: Ila

3.12. ESTRUCTURAS

El objeto del Anejo nº13 Estructuras consiste en definir y justificar el dimensionamiento de las estructuras que forman parte del presente Proyecto. Las estructuras previstas, fruto de la remodelación del Nudo Eisenhower de la Autovía A-2, se resumen en la tabla siguiente y se describen en los apartados a continuación:

Estructura	P.K.	TIPOLOGÍA	LONGITUD	ANCHURA
E-1	0+129,90 – 0+150,80 (Eje 21)	Pórtico de hormigón armado ejecutado in situ con cimentación directa. Aletas tipo muro en ménsula	Var. 19,95 m – 23,17 m	Var. 13,97 m - 17,28 m
E-2	0+473,49 (Eje 13) 0+156,44 (Eje 12)	Tablero isostático de vigas prefabricadas y estribos cerrados	22,40 m	13,75 m
E-3	0+205,00 – 0+265,45 (Eje 35)	Losa maciza armada sobre pantalla de pilotes y rampas de entrada y salida con pantallas de pilotes	60,36 m	9,90 m
Pasarela Peatonal	2+523,00 (Eje 1) 0 +969,78 (Eje 2)	Dintel metálico continuo y pilas de hormigón armado	65,71 m	2,50 m

3.12.1. Estructura E-1

Esta estructura resuelve la intersección entre el ramal sur de la A-2 dirección Alcalá de Henares (eje 21) y el ramal existente de la carretera M-14 conexión A-2. Está situada entre los pp.kk. 0+129,90 y 0+150,80 del eje 21 y habilita el cruce del primer ramal bajo el segundo. El esviaje medio del cruce es de 53,33^g.

Para la ejecución de la estructura se realiza un desvío provisional del tráfico al oeste del paso inferior. Esto permite excavar la plataforma de construcción y la ejecución in situ de la estructura sin afección al tráfico. La tipología del paso inferior, así como el diseño y la disposición de las aletas, está condicionada por este hecho y por la presencia de un colector de saneamiento existente que discurre a unos 10,00 m del estribo norte. Se ha conseguido evitar cualquier afección al mismo.

La tipología estructural propuesta corresponde a un esquema tipo pórtico, de gálibo horizontal 11,47 m que permite alojar un vial inferior compuesto por un carril de 4,27 m, un arcén interior de 1,00, un arcén exterior de 1,50 m, dos bermas de 1,10 m (interior) y 1,30 m (exterior) y sendas cunetas de 1,00 m. Por otro lado el gálibo vertical tiene un valor mínimo de 5,80 m.

La longitud también es variable, de 19,95 m a 23,17 m, ya que se sitúa al inicio de la bifurcación del vial superior, que consta de 3 carriles y dos arcenes de anchura variable. En ambos lados de la losa superior se disponen pretiles para un nivel de contención H3; los bordes del tablero se han definido considerando que la deflexión dinámica de los pretiles proyectados es 0,70 m.

La losa superior tiene un canto de 0,90 m y su geometría se ha definido con un plano inclinado que reproduce, sensiblemente, la rasante del vial existente; de este modo el espesor mínimo de pavimento sobre la losa es de 100 mm. En los bordes laterales se ha diseñado un chaflán de canto variable que mejora el aspecto visual de la losa desde el vial inferior. A continuación de la losa superior se dispone una losa de transición de 0,30 m de espesor y 5,00 m de longitud mínima.

La losa se empotra en sendos hastiales de hormigón armado de 0,80 m de espesor, con alturas variables de 7,19 m a 7,54 m para el estribo E1 (situado al norte) y 6,98 m a 7,29 para el estribo E2 (estribo sur). Cuenta con cimentación directa, proyectada para una tensión admisible de 0,50 MPa. Las zapatas son corridas longitudinalmente y tienen una anchura total de 3,80 m, con puntera y talón de 1,50 m, siendo el canto de 1,00 m.

La contención del terraplén del vial superior obliga a colocar aletas a ambos lados del paso inferior. Se diseñan cuatro aletas formadas por muros tipo ménsula. El encaje de las aletas 1 y 4, en el estribo 1, está condicionado por la proximidad del colector de saneamiento existente. Para minimizar la afección al mismo, se proyectan ambas aletas paralelas al vial inferior, consiguiendo que la cimentación se mantenga siempre a una distancia superior a los 3,05 m del eje de la sección, correspondiendo esta distancia mínima a las alturas menores de muros.

Se definen dos secciones tipo en función de la altura. La primera tiene un espesor constante de 0,80 m y cimentación de 1,00 m de canto. La segunda sección tipo se dimensiona con 0,50 m de espesor y cimentación de 0,50 m de canto. A continuación se resumen las dimensiones de aletas:

- Aleta 1: tiene una longitud total de 17,00 m. Se divide en un primer módulo de 8,50 m de longitud, de sección tipo 1, con altura variable de 5,21 m a 8,44 m. La puntera de la zapata es constante de 1,30 m y el talón varía de 4,60 m a 2,50 m. El segundo módulo es de sección tipo 2, de 8,50 m de longitud, con altura variable de 1,75 m a 5,21 m. La puntera de la zapata es constante de 0,80 m y el talón varía de 2,80 m a 0,70 m.
- Aleta 2: tiene una longitud total de 14,55 m. Es de sección constante tipo 1, con altura variable de 4,31 m a 8,21 m. La puntera de la zapata es constante de 1,30 m y el talón también constante de 4,60 m.
- Aleta 3: tiene una longitud total de 9,80 m. Se divide en un primer módulo de 4,90 m de longitud, de sección tipo 1, con altura variable de 6,05 m a 7,87 m. La puntera de la zapata es constante de 1,30 m y el talón varía de 4,20 m a 3,10 m. El segundo módulo es de sección tipo 2, de 4,90 m de longitud, con altura variable de 6,05 m a 3,87 m. La puntera de la zapata es constante de 0,80 m y el talón varía de 3,40 m a 2,30 m.
- Aleta 4: tiene una longitud total de 40,00 m. Se divide en un primer módulo de 20,00 m de longitud, de sección tipo 1, con altura variable de 4,67 m a 8,07 m. La puntera de la

zapata es constante de 1,30 m y el talón varía de 3,30 m a 4,40 m. El segundo módulo es de sección tipo 2, de 20,00 m de largo, con altura variable de 4,67 m a 1,00 m. La puntera de la zapata es constante de 1,00 m y el talón varía de 3,60 m a 2,75 m.

Desde el punto de vista estructural se considera el funcionamiento en conjunto de hastiales y losa superior a modo de pórtico, transmitiendo cargas verticales, horizontales y momentos. El comportamiento bidireccional de la losa maciza proyectada proporciona una luz efectiva de cálculo de 12,30 m, siendo esta adecuada para la tipología elegida. La esbeltez de 1/13,70 resulta también adecuada.

El sistema constructivo propuesto se puede resumir brevemente en las siguientes fases:

- i. Ejecución del desvío provisional del vial actual (al lado oeste de la estructura E-1).
- ii. Movimiento de tierras del vial inferior (eje 21) y excavaciones de los estribos.
- iii. Montaje de la armadura, encofrado y hormigonado de las cimentaciones de estribos y aletas.
- iv. Ejecución de alzado de estribos y muros de aletas.
- v. Montaje de la cimbra cuajada para la ejecución de la losa superior.
- vi. Colocación de la armadura de la losa superior.
- vii. Hormigonado de la losa superior.
- viii. Descimbrado de la losa y relleno del trasdós de los estribos y aletas.
- ix. Acabados (pavimento y pretilas).

3.12.2. Estructura E-2

Esta estructura resuelve la intersección del nuevo ramal de la autovía A-2 en dirección Madrid (eje 12) bajo el ramal de carretera M-14 conexión A-2 dirección Madrid (eje 13). Los pp.kk. de la intersección, que presenta un esviaje de 71,80°, son 0+156,44 (eje 12) y 0+473,49 (eje 13). El eje 13 corresponde a un vial existente cuya rasante se modifica para habilitar este cruce.

El tablero consta de un vano único de 22,40 m de luz entre ejes de apoyos en estribos y está constituido por ocho vigas prefabricadas de sección doble T y 1,00 m de canto, que se completa con una losa de compresión de 0,25 m de espesor mínimo vertida sobre placas de encofrado perdido. El canto total del tablero, 1,25 m, proporciona una esbeltez de valor 1/18. La separación transversal de las vigas es 1,87 m; teniendo en cuenta que las vigas extremas se han dispuesto en los bordes del tablero (sin ningún voladizo) y que el ala inferior de la viga es 0,66 m, la anchura total del tablero tiene un valor de 13,75 m. La sección transversal cuenta con:

- tres carriles de 3,50 m,

- dos arceles laterales de 0,80 m,
- sendos pretilas de nivel de contención nivel H3 en cada lado, con una anchura de 0,80 m

Teniendo en cuenta que la estructura E-2 está situada en una curva de radio 1.500 m, que el origen del eje 14 se ubica dentro del tablero proyectado y que éste es de ancho constante, la sección transversal cuenta con pequeños sobre-anchos en ambos lados. El peralte transversal es del 4,78% y en el perfil longitudinal del eje 13 la estructura se sitúa en un acuerdo convexo de parámetro $K_v=3.050$.

Los dos estribos se proyectan paralelos y proporcionan un gálibo horizontal de 19,00 m, que permite alojar la sección transversal del eje 12 (ramal de 4,00 m de anchura y arceles de 1,50 y 2,00 m) y el ramal de salida (eje 35) que tiene su origen al este de la estructura E-2. Además el estribo 2 (sur) proporciona una visibilidad adecuada y el estribo 1 (norte) habilita una futura ampliación del vial inferior. Por otro lado el gálibo vertical tiene un valor mínimo de 5,44 m.

Ambos estribos son cerrados, de hormigón armado y cuenta con cimentación directa, proyectada para una tensión admisible de 0,225 MPa. Las zapatas tienen una puntera de 1,80 m, un talón de 5,00 m y una anchura total de 7,80 m, siendo el canto de 1,20 m. El muro frontal tiene un espesor de 1,00 m y la altura de los estribos es variable entre 8,08 y 10,12 m. Ambos estribos se completan con muros en vuelta de 0,80 m de espesor.

Debido al esviaje que presenta la intersección y al talud de desmonte del vial inferior (eje 12), las aletas se completan con cuatro muros de contención cimentados en el relleno de trasdós de los estribos, con longitudes variables entre 4,58 y 10,23 m. La altura de las aletas es variable entre 3,53 y 5,55 m, habiéndose proyectado con un espesor de 0,50 m. La cimentación de la aleta de 5,55 m de altura tiene 4,25 m de anchura y un canto de 0,70 m. Las tres aletas restantes tienen una cimentación de 3,60 m x 0,60 m.

La transmisión de las cargas verticales y horizontales del tablero a los estribos se realiza mediante los aparatos de apoyo de neopreno zunchado dispuestos bajo las vigas.

El proceso constructivo propuesto para la estructura E-2 tiene en cuenta que el vial actual (eje 13) se desvía para la rectificación de su rasante y que por tanto no hay ninguna interferencia con el tráfico durante la construcción. El proceso consta de las siguientes etapas:

- i. Desvío provisional del vial existente (eje 13).
- ii. Movimiento de tierras del vial inferior (eje 12) y excavaciones de los estribos.
- iii. Montaje de la armadura, encofrado y hormigonado de las cimentaciones de estribos.
- iv. Ejecución de alzado de estribos y muros en vuelta.
- v. Relleno parcial del trasdós de los estribos y construcción de las cimentaciones de las aletas.

- vi. Ejecución del alzado de las aletas y del relleno restante de trasdós.
- vii. Colocación y nivelación de los apartados de apoyo.
- viii. Montaje de las vigas prefabricadas mediante grúa automóvil.
- ix. Colocación de las placas de encofrado perdido y montaje de la armadura de la losa superior.
- x. Hormigonado de la losa superior.
- xi. Acabados (pavimento, pretilos y pantalla acústica).

3.12.3. Estructura E-3

La estructura E-3 resuelve el cruce de la vía de servicio norte de la A-2 (eje 35) bajo la glorieta diseñada en la intersección de las calles Pinos de Osuna y Avenida de América (eje 30). La estructura consta de un paso inferior bajo la glorieta y sendas rampas de entrada y salida, con muros que salvan las diferencias de cotas del vial inferior (eje 35) con los ejes 31 (muro de entrada derecha), 33 (muro de salida derecha) y 34 (muro de salida izquierda).

El paso inferior tiene 60,36 m de longitud y está situado entre los pp.kk. 0+205,00 y 265,45 del eje 35. La tipología estructural propuesta corresponde a un falso túnel y está condicionada por la necesidad de minimizar el espacio ocupado, debido a las limitaciones impuestas por los viales existentes y los desvíos de tráfico propuestos. El falso túnel consta de una losa superior de hormigón armado y 0,70 m de canto y dos pantallas de pilotes $\varnothing 0,80$ m dispuestos con una separación transversal de 1,20 m y con una longitud de 14,00 m.

La distancia entre los ejes de pilotes es de 8,70 m, siendo 9,90 m la anchura total de la losa superior y 7,50 m el gálibo horizontal del paso inferior. La sección transversal del vial inferior consta de un ramal de 4,00 m, un arcén interior de 1,00 m, un arcén exterior de 0,50 m y sendas aceras de 1,00 m. Este vial cuenta con un peralte variable adaptado al trazado en planta del eje 35. La conexión de la losa superior con los pilotes se realiza a través de una viga de coronación de 1,20 m de anchura y 1,20 m de altura. La rasante de la losa se ha adaptado a las rasantes de los ejes superiores y se compone de un tramo inicial de 24,90 m, dispuesto con una pendiente longitudinal del 3,00% entre las cotas +613,08 y +612,19, y un tramo final horizontal ubicado a la cota +612,19; el gálibo vertical mínimo en el paso inferior es de 5,50 m.

Como acabados del paso inferior se proyecta un gunitado de las pantallas de pilotes, con un espesor mínimo de 0,10 m y un revestimiento mediante paneles fonoabsorbentes. Como se ha señalado el gálibo interior entre acabados es de 7,50 m.

El perfil longitudinal del vial inferior (eje 35) tiene el punto bajo en el P.K. 0+246,00 por lo que es necesario disponer un pozo de bombeo, que se proyectado en la pantalla de pilotes norte, dentro de la glorieta del eje 30. La pantalla de pilotes se ha retranqueado para habilitar un pozo rectangular de 6,70 x 4,40 m.

La rampa de entrada cuenta con un muro en el margen derecho de 85,50 m de longitud, entre los pp.kk. 0+119,50 y 0+205,00 del eje 35. En el margen izquierdo hay espacio suficiente para proyectar un desmonte de talud 3H:2V. Por otro lado, la rampa de salida tiene 159,21 m de longitud y está situada entre los pp.kk. 0+265,45 y 0+424,66 del eje 35. La proximidad de los ejes 33 y 34 requiere de muros de contención en los dos lados de la rampa de salida.

El gálibo horizontal de las dos rampas coincide con el valor definido en el paso inferior, igual a 7,50 m, ya que la sección transversal del eje 35 se mantiene constante en toda la estructura.

La tipología de los muros de contención proyectados en las rampas se ha adaptado en función del desnivel salvado en cada tramo:

- Muro de contención encofrado a dos caras en el tramo inicial de la rampa de entrada. Tiene una altura máxima de 3,35 m y el espesor de su alzado es 0,50 m. La cimentación tiene un canto de 0,50 m, una puntera de 1,00 m y un talón de 2,00 m, siendo su anchura total de 3,50 m.

Se han proyectado tres módulos de 5,00 m, con una longitud total de 15,00 m; la cara del intradós se sitúa alineada con el revestimiento de las pantallas de pilotes que completan la rampa de entrada. En la coronación del muro se dispone una pantalla acústica.

- Sección tipo "U" en el tramo final de la rampa de salida. Consta de dos muros de 0,50 m de espesor, que tienen una altura máxima de 2,80 m. La cimentación tiene un ancho de 8,50 m y un canto de 0,50 m. Se han proyectado cuatro módulos de 8,00 m que completan una longitud total de 32,00 m. El extremo superior del muro izquierdo se recrece hasta un ancho de 1,20 m para habilitar el anclaje de un pretil de nivel de contención H2 y mantener la alineación del revestimiento fonoabsorbente y de los sistemas de contención.

- Pantalla de pilotes tipo 1. A continuación de los muros encofrados a dos caras se proyecta esta contención constituida por pilotes $\varnothing 0,60$ m dispuestos con una separación de 0,80 m y con una longitud de 12,00 m.

Estos pilotes se proyectan en voladizo y se han dimensionado para una excavación máxima de 5,50 m.

- Pantalla de pilotes tipo 2. Para una excavación máxima de 6,50 m se diseña esta pantalla de pilotes $\varnothing 0,80$ m con una separación transversal de 1,00 m y con una longitud de 14,00 m. Como en el caso anterior los pilotes se proyectan en voladizo.

- Pantalla de pilotes tipo 3. En el siguiente tramo el incremento de profundidad de excavación (hasta 7,50 m) y la necesidad de mantener el esquema en voladizo conduce a una pantalla de pilotes $\varnothing 1,00$ m dispuestos con una separación de 1,20 m; la longitud de estos pilotes es de 18,00 m.

- Pantalla de pilotes tipo 4. En el tramo inicial de la rampa de salida la rasante del eje 35 posibilita la disposición de estampidores en la viga de coronación, por lo que se proyectan

pilotes Ø0,80 con una separación de 1,20 m. Al igual que en el paso inferior, la longitud de estos pilotes es 14,00 m.

Los estampidores proyectados son de hormigón armado con una sección rectangular de 0,50 x 0,30 m y tienen una separación de 2,50 m.

La viga de coronación de las pantallas de pilotes tiene sección cuadrada de 1,20 x 1,20 m y permite alojar los elementos anclados en la misma:

- En las vigas de la rampa de salida se dispone un pretil de nivel de contención H2 y deflexión dinámica inferior a 0,90 m, inferior a la anchura de la viga de coronación.
- En la rampa de entrada se dispone una pantalla acústica anclada en la viga de coronación.

Al igual que en el paso inferior, los acabados de las pantallas de pilotes consisten en una capa de hormigón proyectado, de 0,10 m de espesor mínimo, y un revestimiento de paneles fonoabsorbentes.

El proceso constructivo que se propone para el conjunto de la estructura E-3 (paso inferior y rampas) consta de las siguientes etapas:

- i. Trabajos previos (nivelación del terreno).
- ii. Perforación de los pilotes, montaje de las jaulas de armadura y hormigonado.
- iii. Ejecución de las vigas de coronación y de los estampidores de la pantalla tipo 4. En el paso inferior, hormigonado de la losa superior.
- iv. Vaciado de las rampas y del paso inferior.
- v. Excavaciones de las cimentaciones del muro ménsula de la rampa de entrada y de la sección en U de la rampa de salida.
- vi. Ejecución de los alzados de los muros encofrados a dos caras.
- vii. Relleno de trasdós de los muros anteriores.
- viii. Acabados.

3.12.4. Pasarela peatonal

Las actuaciones previstas exigen la demolición de la pasarela peatonal existente en el P.K. 2+523 del eje 1, ya que las pilas y escaleras del tramo central no son compatibles con el trazado en planta diseñado. Esta pasarela permite la comunicación peatonal entre Ciudad Pegaso y el barrio de Alameda Osuna cruzando sobre la autovía A-2 y las vías de servicio. Además posibilita el acceso a las paradas de autobús ubicadas en las citadas vías de servicio.

La pasarela proyectada se sitúa unos 3 m al oeste de la pasarela actual, de modo que los pp.kk. de intersección con los ejes 1 y 2 son, respectivamente, 2+523,00 y 0+969,78. Tanto la ubicación de la pasarela como el encaje de las rampas y escaleras han tenido en cuenta la necesidad de mantener el servicio de la pasarela existente durante la ejecución de todos los trabajos proyectados.

El tramo principal de la pasarela tiene 65,71 m de longitud distribuidos en tres vanos con la siguiente distribución de luces: 11,55 – 36,38 – 15,28 m; en las dos pilas extremas presenta dos voladizos de 1,25 m de luz. Este tramo principal tiene 2,50 m de anchura y una rasante horizontal situada a la cota +629,45 m. Las dos pilas central se han localizado en las tercianas que separan el tronco de la autovía A-2 de la calle Alcalá (pila 2) y de la vía de servicio norte (pila 3). Por otro lado la pila 1 se ha dispuesto junto a la acera de la calle Alcalá, alineada con la posición actual de la pila existente; la pila 4 se ha situado salvando la acera peatonal de la nueva parada norte.

Desde el punto de vista estructural la pasarela consiste en un dintel recto continuo resuelto con un cajón metálico de 0,90 m de altura y una losa de compresión de 0,10 m de espesor. El canto total de 1,00 m proporciona una esbeltez (relación canto/luz) de valor 1/36. Debido a que la dimensión de los vanos laterales está definida por los condicionantes geométricos que fijan la posición de las pilas 1 y 4, la relación de luces entre los vanos laterales y el vano central es de 0,30 en el primer tramo y de 0,42 en el tercero. De esta forma los aparatos de apoyo dispuestos en las pilas 1 y 4 absorben las tracciones debidas a la falta de compensación de luces.

Las cuatro pilas principales son de hormigón armado, cuentan con una sección rectangular de 2,00 x 0,50 m y están rematadas por bordes semicirculares. La cimentación de las cuatro pilas es directa y se ha dimensionado para una tensión admisible del terreno de 0,35 MPa. Para garantizar este valor las cimentaciones de las pilas 1 y 2 se proyectan con un pozo de hormigón no estructural que transmite las cargas al estrato de peñuelas alteradas (la profundidad máxima de estos pozos es de 1,50 m).

El encaje de las rampas y escaleras está muy condicionado por las limitaciones de espacio presentes en este Proyecto. En estas condiciones se han dispuesto dos escaleras en las pilas 2 y 3 que facilitan el acceso peatonal a las paradas situadas en las tercianas:

- Pila 2 (Escalera Sur): la escalera se han diseñado con un único tiro que alcanza la parada de la calle de Alcalá en sentido Madrid. La presencia de la pasarela existente y la necesidad de mantener el servicio de la misma durante los trabajos condiciona la posición de la escalera proyectada, situada en el lado oeste.
- Pila 3 (Escalera Central): del mismo modo la escalera cuenta con un único tiro que da acceso a la parada de la vía de servicio norte en sentido Alcalá.

La estructura de ambas escaleras consiste en dos vigas metálicas dispuestas en los bordes, de sección tipo UPN, y un forjado colaborante (6+4). Se ha proyectado un apoyo intermedio mediante un pilar también metálico bajo cada viga lateral, que da lugar a dos vanos de 6,175 m de luz. El extremo superior de la escalera se apoya en el cajón metálico de la pasarela y el extremo

inferior en un pequeño muro de contención proyectado a modo de estribo. La anchura de las escaleras es de 2,00 m.

Las rampas se han situado en las pilas 1, 3 y 4 y se han diseñado con los criterios de accesibilidad definidos en la normativa vigente, con rampas del 8% con longitudes máximas de 10,00 m y con mesetas intermedias de 1,50 m. Las rampas Norte (Pila 4) y Sur (Pila 1) se han diseñado con el mismo esquema, que consiste en dos tiros que requieren la disposición del tramo final bajo el tramo inicial para evitar que, en el lado sur, la ocupación de las rampas alcance la escalera existente que comunica la calle Alcalá con la calle Uno de Ciudad Pegaso. En el mismo sentido en el lado norte la ocupación de la rampa no afecta a un vial peatonal paralelo al Anillo Verde Ciclista. Las dos rampas tienen 2,00 m de anchura y salvan un desnivel similar, ya que la cota inferior es aproximadamente la misma en ambas rampas (+623,50).

Por otro lado la rampa Central (Pila 3) se proyecta mediante un único tiro paralelo al tronco con una longitud de 67,50 m. Esta disposición es compatible con la escalera Central y con la acera peatonal dispuesta en la vía de servicio norte sentido Alcalá.

Estructuralmente las rampas se han proyectado con el mismo esquema que la pasarela, con un dintel continuo constituido por un cajón metálico de 0,50 m de altura y una losa de compresión de 0,10 m. La luz media de este dintel es de 11,50 m puesto que las pilas se han dispuesto en las mesetas intermedias. No obstante en la rampa Central la luz tipo se incrementa a 13,50 m, para evitar cualquier afección (incremento de cargas) al paso inferior existente bajo la autovía (situado en el PK 0+910 del eje 1).

Las pilas consisten en fustes circulares de hormigón armado y de 0,50 m de diámetro. Su cimentación es directa mediante zapatas combinadas para cada pareja de pilas. El tramo inferior de las rampas, que discurre bajo el tramo superior que nace de la pasarela, se ha proyectado como un muro de contención, de sección tipo U y una solera de hormigón apoyada en el relleno de trasdós de este muro.

Con relación al proceso constructivo planteado se señala que, al igual que el encaje del conjunto de la pasarela, está condicionado por la necesidad de mantener en servicio la comunicación peatonal entre los dos márgenes de la autovía A-2 (Ciudad Pegaso y barrio de la Alameda de Osuna):

- i. Montaje de escaleras provisionales en el lado este de la pasarela existente; se disponen en el extremo sur para sustituir la rampa actual, en la terciaria norte y en el tramo final de la rampa norte.
- ii. Demolición de la rampa existente sur, de la escalera actual de la terciaria norte y del tramo final de la rampa norte.
- iii. Ejecución de las cimentaciones de la pasarela proyectada, incluyendo las cimentaciones de rampas y escaleras.
- iv. Construcción de las pilas y de los alzados de muros.

- v. Montaje del cajón metálico de la pasarela. Esta operación requiere el corte durante una noche del tráfico de la autovía A-2. El cajón se montará en tres tramos, uno principal de unos 45 m de longitud y dos tramos laterales. La conexión de los tramos se realizará mediante soldaduras ejecutadas in situ, y estará ubicada sobre las vías de servicio norte y sur.
- vi. Montaje de la estructura metálica de las rampas y de las escaleras.
- vii. Hormigonado de las capas de compresión de pasarela, escaleras y rampas.
- viii. Acabados de la nueva pasarela.
- ix. Demolición de la pasarela existente. Estas operaciones requieren también un corte nocturno del tráfico.

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

Dada la gran importancia que tiene la seguridad durante la ejecución de toda obra, en el Anejo nº16 se incluye el estudio realizado sobre las posibles interferencias que la construcción de las obras proyectadas producirá sobre el tráfico de vehículos en las calzadas existentes.

El estudio efectuado tiene en cuenta lo estipulado en la Norma de Carreteras 8.3.-IC "Señalización, balizamiento y defensa de obras" y en el Manual de ejemplos de señalización de obras fijas del Ministerio de Fomento.

El objetivo del estudio consiste en que las obras ejecutadas se realicen sin afección al tráfico o con la mínima afección posible, de forma que se mantenga en todo momento la capacidad y la seguridad de la vía.

Los resultados del análisis realizado se traducen en un conjunto de soluciones que se resumen a continuación, describiéndose detalladamente en el Anejo nº16, donde se incluye una colección de planos para cada una de las fases propuestas.

Fase 0

En esta fase inicial se comenzarán los trabajos para construir cuatro desvíos provisionales, los formados por los ejes 40, 41, 42 y 43 que se construyen en esta primera fase para poder ejecutar sin tráfico las estructuras E-1 y E-2 en fases posteriores. Además de poder ejecutar las estructuras se trazan con el objetivo de poder realizar los grandes movimientos de tierra que se llevarán a cabo en los ejes 13 y 14, vinculados a la estructura E-2, y el eje 21, vinculado a la estructura E-1.

En esta fase además se comenzarán los trabajos para poder remodelar la intersección que da acceso a la Alameda de Osuna por la Calle Obenque.

Fase 1

Una vez construidos los desvíos provisionales descritos en la fase anterior, se abrirán al tráfico en esta fase. Asimismo los viales que anteriormente tenían estos tráfico, se cerrarán.

Se comenzarán en esta fase los trabajos para ejecutar las estructuras E-1 y E-2, y parte de la E-3.

Se mantendrá en todo momento el tráfico por la vía de servicio de la Alameda de Osuna, de la misma forma que funciona actualmente.

Se comenzarán los trabajos de ampliación de los ramales 20, 24, 25 y 26, para lo cual se mantendrá el tráfico rodado por los actuales ramales y se protegerá mediante sistemas de contención temporales. Se comenzará también a desmontar el eje 21, que da acceso a la estructura E-1.

También se comenzarán los trabajos en los ejes 10, 16 y 17, actuaciones de ampliación sobre viales existentes o pequeñas cuñas.

Se construirá de la misma forma el eje 11, separando con barreras de hormigón la zona de tráfico de la futura ampliación para que en todo momento se puedan hacer los trabajos de forma segura para los usuarios del ramal y de los propios trabajadores.

En esta fase se ha remodelado la intersección que da acceso a la Alameda de Osuna por la Calle Obenque.

En esta fase 1 se mantiene en todo momento el tráfico por la vía de servicio y funcionarán todos los movimientos de entrada y salida a la Alameda de Osuna.

Fase 2

En esta fase se seguirá con parte de los trabajos que comenzaron en la fase anterior y se comenzará con otros, como por ejemplo con la ejecución de los ramales formados por los ejes 13, 14, la estructura E-2, eje 21 y la vía de servicio de la M-14 en la zona de actuación de la estructura E-1.

Fase 3

En esta fase entrarán en funcionamiento los ramales formados por los ejes 13 y 14, por lo tanto los desvíos provisionales que se empezaron a ejecutar en la fase 0 quedarán desmantelados.

El fin de abrir estos dos viales será el de liberar el actual carril de incorporación desde la M-14 a la A-2 sentido de entrada a Madrid. Liberando este ramal se podrá terminar de ejecutar la estructura E-3 que comenzó a construirse en la fase 1. También se comenzarán los trabajos en los ejes 11, 12 y 35.

Se llevará a cabo un transfer de la vía de servicio al completo, eje 45, para dejar libre la zona de la intersección que da acceso a la Alameda de Osuna en la que aún no se haya trabajado hasta ahora por estar abierta a la circulación y se ejecutarán los trabajos pendientes en esta zona.

El acceso a la calle Obenque desde la vía de servicio, sentido este-oeste, se hará a través el ramal formado por el eje 36 que se abrirá al tráfico en esta fase.

El acceso a la calle Obenque desde la vía de servicio, sentido oeste-este se cortará en esta fase para poder terminar los trabajos en esta intersección. Se podrá acceder a la Alameda de Osuna desde la Plaza Mar, situada a unos 600 metros de la intersección situada en la calle Obenque.

Asimismo se anulará también el movimiento incorporación desde la calle Obenque hasta la vía de servicio, dirección oeste-este, y se podrá acceder también a través de la Plaza Mar.

Una vez finalizados los trabajos en la estructura E-1 se terminarán los trabajos de desmonte del eje 21, hasta conectar con el ramal formado por el eje 20, que actualmente está en servicio y sobre el cual se harán algunas adecuaciones. La continuación de este carril permanecerá cerrado hasta que no se terminen con los trabajos anteriores.

Del mismo modo ocurrirá con los ejes 12, 34 y 35, que se ejecutarán en esta fase una vez terminados los trabajos en la estructura E-2 que entrará en servicio en esta fase y se llevará el tráfico por los ejes 13 y 14, liberando así el antiguo ramal de acceso a la A-2.

Fase 4

En esta fase se darán por finalizados todos los trabajos, se regularizarán los ramales con el extendido de una capa de rodadura y el pintado de las marcas viales definitivas.

En ambos casos se protegerá debidamente el carril por el que circula el tráfico con barreras de seguridad rígidas, colocándolas en el borde del arcén más cercano a la zona de obras. Así se mantiene la capacidad de las vías de forma segura durante la ejecución de las obras.

El Contratista debe validar expresamente cada uno de los procedimientos, o bien proponer y justificar debidamente un diseño alternativo, en función de sus medios y propuesta de planificación de las obras, incluyéndolo en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, y sometiendo el diseño de cada desvío a la aprobación previa expresa de la Dirección Facultativa y administraciones titulares de las vías afectadas. En especial, el formato, situación y contenido de los carteles croquis y carteles informativos de desvío para marcar los itinerarios provisionales deberá ser aprobado expresamente antes de su fabricación y colocación.

Fase 4b

Esta subfase de obra se empleará para poder ejecutar determinados trabajos en los que será necesario el corte parcial de alguno de los ramales, mediante interrupción de la circulación durante horario nocturno.

Principalmente se utilizará esta fase para poder ejecutar la pasarela peatonal situada en el 9+980 de la A-2. Será necesario hacer cortes puntuales de la A-2, ya que será necesario el empleo de dos grúas para el izado de la estructura y su colocación en los cuatro apoyos diseñados de la futura pasarela.

Una vez ejecutada la nueva pasarela se llevará a cabo el desmontaje de la pasarela actual para su retirada.

Se han planteado un total de cuatro itinerarios alternativos para evitar el acceso a la zona del tronco de la A-2 dónde se ubicará la pasarela peatonal. Serán dos para la A-2 y dos para la M-14.

La alternativa 1 permite el acceso a la A-2 sentido Madrid desde la M-14, sentido sur, a través de la M-40 evitando así utilizar la A-2 en la zona dónde se va a ubicar la nueva pasarela peatonal.

La alternativa 2 permite el acceso a la A-2 sentido Barcelona desde la M-14, sentido sur, a través de un cambio de sentido hecho en la M-14 y por la vía de servicio de la A-2, evitando así utilizar la zona del tronco de la A-2 dónde se ubicará la nueva pasarela peatonal.

La alternativa 3 permite la salida desde Madrid hacia la A-2 sentido Barcelona a través de la vía de servicio que discurre paralela a la A-2 y también utilizando parte de los nuevos ramales ejecutados para la situación futura del presente proyecto.

La alternativa 4 permite la entrada a Madrid desde la A-2 a través de la vía de servicio que discurre paralela a la A-2 y también utilizando parte de los nuevos ramales ejecutados en el presente proyecto.

Estos itinerarios se encuentran representados en los planos de esta subfase de obra. Se reforzará la señalización de obra y el balizamiento en las zonas del corte de la A-2 y se indicará la ruta alternativa mediante carteles flecha y con carteles de preaviso para informar debidamente a los usuarios de la vía.

3.14. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

En cumplimiento de la Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos de mayo de 2014, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, se incluye en el Anejo nº17 un análisis de los márgenes de la plataforma y, en su caso, la justificación, descripción, clase, tipo, nivel de contención, índice de severidad, ancho de trabajo, deflexión dinámica, ubicación y modo de disposición de todos los sistemas de contención de vehículos que se han considerado necesarios.

Además se ha seguido la Nota de Servicio 5/2012 Recomendaciones para la redacción del apartado “Barreras de Seguridad” del anejo “Señalización, balizamiento y defensas” de los proyectos de la Dirección General de Carreteras.

En el plano nº 8.1 “Señalización, balizamiento y defensas” del documento nº 2 se ha representado la localización y denominación de cada uno de los sistemas de contención propuestos. En el siguiente cuadro se recogen las características de dichos sistemas de contención proyectados:

SISTEMAS DE CONTENCIÓN					
Denominación en los planos	Ubicación	Nivel de contención	Clase de severidad	Anchura de trabajo (clase)	Deflexión dinámica (m)
PRETIL H3, $W \leq W2$, $D \leq 0,6$ m, B	En la estructura E-2	H3	B	W2	0,6
PRETIL H2, $W \leq W5$, $D \leq 0,9$ m, B	En la estructura E-1 y E-3	H2	B	W5	0,9
BARRERA SIMPLE H2, $W \leq W4$, $D \leq 1,2$ m, A	Para riesgos de accidente grave	H2	A	W4	1,2
BARRERA SIMPLE H2, $W \leq W1$, $D \leq 0,1$ m, B		H2	B	W1	0,1
BARRERA SIMPLE H1, $W \leq W4$, $D \leq 1,0$ m, A	Para riesgos de accidente grave y normal	H1	A	W4	1,0
BARRERA SIMPLE H1, $W \leq W3$, $D \leq 0,9$ m, A		H1	A	W3	0,9
BARRERA SIMPLE N2, $W \leq W3$, $D \leq 1,0$ m, A	Para riesgos de accidente normal	N2	A	W3	1,0
BARRERA SIMPLE (SPM) H2, $W \leq W5$, $D \leq 1,7$ m, B	Para riesgos de accidente grave	H2	B	W5	1,7
BARRERA SIMPLE (SPM) H1, $W \leq W5$, $D \leq 1,0$ m, A	Para riesgos de accidente grave y normal	H1	A	W5	1,0
BARRERA SIMPLE (SPM) N2, $W \leq W4$, $D \leq 1,2$ m, A	Para riesgos de accidente normal	N2	A	W4	1,2
BARRERA DOBLE H2, $W \leq W3$, $D \leq 0,3$ m, B	Para riesgos de accidente grave	H2	B	W3	0,3

Se ha corroborado que toda esta relación de sistemas de contención existe actualmente en el mercado a excepción de la barrera simple con SPM H2, $W \leq W5$, $D \leq 1,7$ m, B. En el caso de que, durante la ejecución de las obras, ésta siga sin estar disponible en el mercado deberá ser sustituida por una barrera simple con SPM H1, $W \leq W5$, $D \leq 1,0$ m, A, o bien por una barrera simple de hormigón H2, $W \leq W1$, $D \leq 0,1$ m, B.

Lo relativo a señalización vertical, horizontal y balizamiento se desarrollará en el Proyecto de Construcción.

3.15. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

En el Anejo nº 18 Integración Ambiental del presente Proyecto de Trazado se define, describe, ubica y valora el conjunto de medidas preventivas y correctoras que, correctamente aplicadas, conseguirán minimizar y/o corregir el impacto de las actuaciones previstas sobre el medio.

Se ha realizado un análisis de los antecedentes del presente proyecto y de la legislación vigente en materia de medio ambiente.

Entre los antecedentes aplicables se encuentra el Proyecto "Autovía del Nordeste A-2. Acceso a Madrid. Plataformas reservadas para el transporte público, vías de servicio y actuaciones complementarias. P.K. 5,3 al 24,5. Tramo: Calle Arturo Soria – Alcalá de Henares" que cuenta con Declaración de Impacto Ambiental (Orden ARM/1628/2008 de 9 de mayo de 2008 (BOE nº 141 de 11 de julio de 2008)). Sin embargo, las actuaciones incluidas en dicho proyecto no se han llegado a ejecutar, por lo que la Declaración de Impacto de referencia está, por tanto, caducada.

A pesar de que esta declaración de impacto se encuentre caducada y no sea de aplicación al proyecto por este motivo, sí se considera un antecedente importante a tener en cuenta como base de partida por buenas prácticas ambientales ya que en ella se establecían condiciones a un proyecto que se desarrollaba en un ámbito similar al del presente y sirve de referencia para proponer las medidas protectoras y correctoras.

Teniendo en cuenta tanto esto como lo prescrito en la Orden de Estudio (consultar al MAGRAMA sobre el trámite ambiental), se ha realizado un análisis de la Ley 21/2013 (incluido en el Anejo nº 18), concretamente del Artículo 7 "Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental" y de los respectivos Anexos de la Ley, comprobándose que el único apartado en el que el proyecto podría estar incluido es el siguiente:

Artículo 7:

(...)

2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

(...)

c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:

1º. Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.

2º. Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.

3º. Incremento significativo de la generación de residuos.

4º. Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.

5º. Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

6º. Una afección significativa al patrimonio cultural.

De todos ellos, el efecto adverso que podría suponer que el proyecto estuviera enmarcado en este apartado de la Ley 21/2013 serían las emisiones a la atmósfera (por ruido).

Por ello, se ha realizado el Estudio de Ruido (incluido como Apéndice 1 en el Anejo nº18 del presente Proyecto) comprobándose que, con las medidas propuestas, no existe incremento significativo en el ruido producido por las actuaciones planteadas respecto a la situación existente actualmente, que ya supera los límites legales establecidos.

Por tanto, y tal y como se incluye en el apartado 18.2.2. del Anejo 18, el presente proyecto no está enmarcado en el artículo 7.2.c. porque aunque el proyecto constituye una modificación de la Autovía A-2 y Nudo Eisenhower ya existentes, se descartan incrementos significativos en la generación de emisiones a la atmósfera (ruido) con respecto a la situación existente actualmente, vertidos y residuos, empleo de recursos naturales y afección al patrimonio cultural y Red Natura 2000, de acuerdo con las características del proyecto, y de acuerdo con lo expuesto en el mencionado anejo.

Se ha incluido un análisis ambiental en el que se caracterizan los factores del medio susceptibles de verse afectados por las actuaciones previstas.

En virtud de este análisis se propone una clasificación del territorio que identifica las zonas de su entorno con distinto grado de vulnerabilidad ante los posibles impactos producidos por las actuaciones el Proyecto.

Posteriormente, y conocidas las características del medio receptor, así como los detalles del proyecto, se definen las medidas preventivas y correctoras. Estas medidas se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Localización de zonas auxiliares.
- Protección y conservación del suelo y de la vegetación.
- Protección de la calidad de las aguas y el sistema hidrológico.
- Gestión de residuos.
- Protección atmosférica.
- Prevención de ruido y vibraciones en áreas habitadas.
- Protección del patrimonio cultural.
- Mantenimiento de la permeabilidad territorial y continuidad de los servicios existentes.

- Medidas de recuperación ambiental e integración paisajística.

Durante las obras se prevé la realización de una serie de controles con objeto de verificar el cumplimiento y la eficacia de las medidas previstas, recogidos en el programa de vigilancia ambiental. El control se llevará a cabo mediante el seguimiento de indicadores que proporcionan la forma de comprobar, en la medida de lo posible, de manera cuantificada y simple, la realización de las medidas previstas y sus resultados.

Se han incorporado al Anejo los Planos correspondientes tanto a los condicionantes ambientales, a la clasificación del territorio como a las actuaciones preventivas y correctoras (planta y detalles).

3.16. OBRAS COMPLEMENTARIAS

Se clasifican como obras complementarias aquellas que, no siendo indispensables para la explotación de la obra proyectada, se consideran convenientes por favorecer la misma.

En el presente Proyecto se ha considerado el cerramiento, la iluminación de los nuevos viales y la "limpieza y terminación de las obras" como obras complementarias.

La iluminación existente afectada por las obras se repone en el anejo nº24 Reposición de servicios. En la presente fase se considera el retranqueo de la iluminación existente que resulta afectada por las obras proyectadas, tanto del Ayuntamiento de Madrid como del Ministerio de Fomento.

En la fase siguiente se hará un estudio completo de la iluminación de todo el enlace con los viales nuevos proyectados, teniendo en cuenta la iluminación existente. Se tendrán en cuenta también las diferentes fases de obra de manera que en ningún momento queden zonas sin iluminar.

3.17. REPLANTEO

En el Anejo nº21 se expone el método utilizado para el replanteo de los ejes que define la plataforma y se incluyen los listados para el replanteo de los ejes del proyecto. No se facilita el replanteo por bisección, por la imposibilidad de la materialización de las bases de replanteo, por tanto se opta por facilitar los datos de las coordenadas de los vértices de Red Básica y los listados de entrada de los ejes de trazado, para cargarlos en el registrador de un equipo GPS, y así hacer el replanteo cada 20 metros de cada uno de los ejes, a partir de la opción replanteo de dicho equipo.

3.18. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

Para detectar los servicios existentes, se ha solicitado información de las instalaciones que los diferentes organismos y compañías tienen en la zona de actuación y que podrían verse afectadas por la ejecución de las obras.

Se ha realizado una consulta por carta a los distintos organismos y compañías de servicios que podrían verse afectados por la ejecución de las obras del presente proyecto. A continuación, se adjunta listado de las administraciones y compañías consultadas:

- Comunidad Autónoma de Madrid.
- Excelentísimo Ayuntamiento de Madrid.
- AENA.
- Ministerio de Fomento.
- Dirección General de Carreteras (Comunidad Autónoma de Madrid).
- Dirección General de Tráfico.
- METRO Madrid.
- ADIF.
- Consorcio de Transportes de Madrid.
- Entidad Pública Empresarial del Suelo (SEPES).
- Confederación Hidrográfica del Tajo.
- Unión Fenosa.
- Red Eléctrica Española (REE).
- Iberdrola.
- Enagas.
- Gas Natural.
- Compañía Logística de Hidrocarburos (CLH).
- Repsol.
- Madrileña Red de Gas, S.A.
- Canal de Isabel II.
- Aguas de Alcalá.
- Aguas de la Cuenca del Tajo, S.A.
- Correos y Telégrafos.
- Telefónica.

- Vodafone.
- Orange.
- Ono.
- Jazztel.
- Colt Telecom España, S.A.
- British Telecom.
- Alcatel España.
- Zener Redes, S.A.
- Desarrollo del Cable.
- Unión Fenosa Redes de Telecomunicación, S. L. (UNIFET).
- Iberdrola Fibra Óptica.

Además, se realizó una consulta a la plataforma web INKOLAN para obtener qué empresas tienen las referencias de sus infraestructuras gestionadas por ellos. A continuación, se adjunta listado de las compañías que han facilitado sus datos mediante esta plataforma:

- Unión Fenosa Distribución.
- Telefónica.
- Gas Natural Madrid SDG.
- Gestión Canal Isabel II.
- Iberdrola.

En el Anejo nº22 se adjunta cuadro resumen de todos los contactos mantenidos con los organismos y compañías de la zona de actuación durante la redacción del proyecto, así como las direcciones de contacto.

3.19. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

Los terrenos afectados por el presente proyecto se refieren a las obras denominadas “Proyecto de Trazado. Autovía del Nordeste A-2. Remodelación del Nudo Eisenhower.”. Dichos terrenos pertenecen administrativamente al municipio de Madrid, Comunidad Autónoma de Madrid.

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

Expropiación

Se expropia el pleno dominio de las superficies que requiera la actuación conforme a la vigente Ley de Carreteras, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el Proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él, y en todo caso las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de obras.

La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros de la citada Ley afecta a una superficie de 138.509 m², de los cuales 746 m², el 0.54 %, corresponden a terrenos catalogados como suelo rural y 3.106 m², el 2.24 %, corresponden a terrenos catalogados como suelo urbanizado, resaltar que 684 m² de los 3.106 m², el 22.02 % se corresponde con edificaciones. De los restantes, 134.657 m², el 97.22 %, corresponden a afecciones a viario.

El desglose de las superficies objeto de expropiación en el proyecto, se detalla en el siguiente cuadro:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m ²	SUELO URBANIZADO m ²		OTROS m ²	TOTAL m ²
		No edificado	Edificado o en curso		
MADRID	746	2.422	684	134.657	138.509

Imposición servidumbre

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

Dicha imposición de servidumbres afecta a una superficie de 9.175 m², con el siguiente desglose por municipios y clase de suelo:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m ²		SUELO URBANIZADO m ²		OTROS m ²	TOTAL m ²
	Aérea	De paso	Aérea	De paso		
MADRID	0	0	0	342	8.833	9.175

Ocupación temporal

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

Se ocupan 2.796 m² de Ocupación Temporal con el siguiente desglose por municipios y clase de suelo:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL m ²	SUELO URBANIZADO m ²		OTROS m ²	TOTAL m ²
		No edificado	Edificado o en curso		
MADRID	0	184	43	2.569	2.796

Planos parcelarios

El Anejo de Expropiaciones incluye una colección de planos parcelarios en los que se definen todas y cada una de las parcelas catastrales afectadas por la ejecución de las obras contenidas en el proyecto, cualesquiera que sea su forma de afección.

Criterios de valoración

Para la valoración de los bienes y derechos afectados se aplicará la normativa legal vigente, en especial la contenida en el RD legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo y el RD 1492/2011, de 24 de octubre, así como lo contenido en la Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954 y su Reglamento, R.D. 26 de abril de 1957.

Valoración de los bienes y derechos afectados

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 **UN MILLÓN DOSCIENTOS CUARENTA Y UN MIL TRESCIENTOS ONCE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS (1.241.311,15€)**.

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.

3.20. REPOSICIONES DE SERVICIOS

El objeto del Anejo nº24 es el describir las afecciones producidas a las redes de servicio privadas y públicas afectadas por la remodelación del Nudo Eisenhower, situado en la Autovía del Nordeste A-2, en la provincia de Madrid.

La localización e identificación de los servicios afectados se ha efectuado a partir de información procedente de las compañías titulares de dichos servicios y del reconocimiento de campo.

Como resultado de la investigación realizada, se ha elaborado un detallado inventario de servicios existentes y sus respectivas reposiciones en apartados independientes.

Del estudio realizado se localizan las afecciones con reposiciones relacionadas en el siguiente cuadro:

CODIGO DE AFECCIÓN	EJE AFECCIÓN	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
AYUNTAMIENTO DE MADRID. SANEAMIENTO			
SA.SA.01	Eje 21	Colector visitable	En la coincidencia entre el colector existente y los nuevos viales, se protege con losa pilotada L= 70 m.
SA.SA.02	Eje 21	Colector visitable	Ídem afección anterior, L= 90 m.
SA.SA.03	Eje 12	Colector visitable	En la coincidencia entre el colector existente y los nuevos viales, se protege el citado colector con losa envolvente de hormigón HA-25, A=4,50 m; esp=30 cm; L=20 m.
SA.SA.04	Eje 14	Colector visitable	En la coincidencia entre el colector existente y los nuevos viales, se protege el citado colector con losa envolvente de hormigón HA-25, A=4,50 m; esp=30 cm; L=20 m.
SA.SA.05	Eje 36	Pozos de pluviales	En la zona donde se conecta el Eje 36 con la calle Valero, existen tres pozos de pluviales que están en la acera existente. En dicho punto se ejecuta el nuevo acceso Eje 36, se adecuan las tapas de los pozos a la nueva cota de firme.
SA.SA.06	Eje 10	Colector visitable	En la zona del pk 0+060 del Eje 10 existe un acceso peatonal a las galerías de saneamiento. Se plantea la ejecución de un nuevo acceso retranquedo fuera del vial y el sellado del pozo existente.
CANAL DE ISABEL II. ABASTECIMIENTO			
SA.AB.01	varios	Aductora FDØ500	Desvío en una longitud de 1526 m, con tres hincas (50; 40 y 30 m) y una protección en zanja con vaina de 41 m.
SA.AB.02	Eje 21	Aducciones AHØ1000 y FDØ400	Reposición con tuberías de iguales características, longitud 254 y 770 m respectivamente. Conexiones de tubería FD Ø 400 mm., con red de distribución existente.
SA.AB.03	Eje 10	Aductora FDØ400	Reposición en una longitud de 536 m, dos cámaras en inicio y final, y dos conexiones con red de distribución existente.
GAS NATURAL			
SA.GA.01	Eje 21	Gasoducto AØ10"	Se repone con 350 m. de nuevo gasoducto AØ 10", hincado bajo vial existente con vaina AØ 16" (35m.)
SA.GA.02	Eje 26	Gasoducto AØ8"	Prolongación de vaina existente y traslado de ventilación de vainas de protección
UNION FENOSA			
SA.UF.01	Estructura E-3	Canalización eléctrica media tensión en galería	Se bordea el paso inferior con 300 m. de 12c. PEAD Ø 160 mm. para albergar 6 circuitos de media tensión
SA.UF.02	Eje 21 y estructura E-1	Canalización eléctrica y línea aérea media tensión	Se proyectan 330m. de nueva canalización MT 4c. PEAD Ø 160 mm., con 35m. de hincas con vaina AØØ600 y 130m. de línea aérea
SA.UF.03	Eje13	Canalización eléctrica media tensión	Losa de protección Hm-20, e=30cm, A=1,5m, L=90m.

CODIGO DE AFECCIÓN	EJE AFECCIÓN	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
SA.UF.04	Eje 33	Canalización eléctrica media tensión	Se bordea por la acera la nueva parada de bus planteada con 265 m. de 6c. PEAD Ø 160 mm. para albergar 3 circuitos de media tensión
TELEFONICA			
SA.TF.01	Estructura E-3	Canalización Telecomunicaciones	Se proyectan 160m. de prisma 18c. PVC Ø 110 mm, 165m de 12c. PVC Ø 110 mm. y 220m. de 6c. PVC Ø 110 mm. y cuatro cámaras de registro.
SA.TF.02	Eje 21	Canalización Telecomunicaciones	Se proyectan nuevas canalizaciones: - 150m. de 6c. PVC Ø 110 mm. - 150m. de 12c. PVC Ø 110 mm. - 45m. de 4c. PVC Ø 110 mm. - Conexión con cruce existente 12c. PVC Ø 110 mm.
SA.TF.03	Eje 10	Canalización Telecomunicaciones	Losa de protección Hm-20, e=30 cm, A=1,5 m, L=90 m.
SA.TF.04	Eje 33	Línea aérea Telecomunicaciones	Se proyectan 130 metros de prisma con 4c PVC Ø 110 mm.
DIRECCION GENERAL DE TRAFICO			
SA.DGT.01	Ejes 14, 12 y 35	Canalización DGT	780 m de nueva canalización 2c. PVC Ø 110 mm. + 3 tritubos PEAD Ø 50 mm. para albergar 6 FO y 16 FO
SA.DGT.02	Eje 20	Canalización DGT	420 m de nueva canalización 2c. PVC Ø 110 mm. + 3 tritubos PEAD Ø 50 mm. para albergar (2) 6 FO, (2) 12 FO, (2) 16 FO, 20 FO, 36 FO
SA.DGT.03	Eje 26	Canalización DGT	460 m. de nueva canalización 2c. PVC Ø 110 mm. + 3 tritubos PEAD Ø 50 mm. para albergar 12 FO, 20 FO y 36 FO
SA.DGT.04	Eje 1	Canalización DGT	865 m. de nueva canalización 2c. PVC Ø 110 mm. + 3 tritubos PEAD Ø 50 mm. para albergar 4 FO y 2x16 FO
MESA DE OPERADORES			
SA.ME.01	Ejes 33,34 y35	Canalización de telecomunicaciones multioperador	600 m. canalización 16c. PVC Ø 110 mm. COLT, VODAFONE, BT, ORANGE , ONO
SA.ME.02	Ejes 12, 14 y 21	Canalización de telecomunicaciones multioperador	340 m. canalización 20c. PVC Ø 110 mm. VODAFONE, COLT, BT, ORANGE , ONO
SA.ME.03	Ejes 12, 13 y 35	Canalización de telecomunicaciones Ono	225 m. canalización 4c. PVC Ø 110 mm. ONO
SA.ME.04	Eje 26	Canalización de telecomunicaciones multioperador	Losa de protección HM-20, e=30 cm, A=1,5 m, L=20 m. canalización multioperador COLT, GNFTC, JAZZTEL, ORANGE, ONO
CORREOS			
SA.CO.01	Ejes 33,34 y35	Canalización de telecomunicaciones	780 m. canalización 4c. PVC Ø 110 mm.
SA.CO.02	EJE 21 Y 26	Canalización de telecomunicaciones	720 m. canalización 4c. PVC Ø 110 mm y tramo hincado de 35 m. con vaina A0 Ø 500 mm.
MINISTERIO DE FOMENTO ALUMBRADO			
SA.AL.01	Ejes 1 y 2	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 15 luminarias y 770 m de canalización
SA.AL.02	Estructura E-1	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 2 luminarias y 115 m de canalización
SA.AL.03	Ejes 13 y 14	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 2 torres de iluminación y 150 m de canalización
SA.AL.04	Ejes 13 y 16	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 10 luminarias y 400 m de canalización

CODIGO DE AFECCIÓN	EJE AFECCIÓN	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
SA.AL.05	Eje-26	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 9 luminarias y 450 m de canalización
SA.AL.06	Ejes 10 y 15	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 13 luminarias y 600 m de canalización
SA.AL.07	Eje 11	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 8 luminarias y 360 m de canalización
AYUNTAMIENTO DE MADRID ALUMBRADO			
SA.MA.01	Ejes 33, 37 ,35 ,36 ,34 y 33	Luminarias y canalización	Desmontaje de 21 luminarias, reubicación de 9 luminarias y 515 m. de nueva canalización
SA.MA.02	Eje 26	Luminarias y canalización	Desmontaje y reubicación de 3 luminarias y 100 m de canalización
AYUNTAMIENTO DE MADRID TRAFICO			
SA.TR.01	Eje 21	Canalización Tráfico	60 m. de retranqueo de canalización 3c. PVC Ø 110 mm.

A continuación se adjunta un cuadro resumen con las valoraciones de las reposiciones propuestas para cada uno de los servicios.

PRESUPUESTO TOTAL	
Total Reposiciones Saneamiento	185.036,67 €
Total Reposiciones Abastecimiento	1.758.878,72 €
Total Reposiciones Gas	156.267,25 €
Total Reposiciones Líneas eléctricas	219.291,71 €
Total Reposiciones Telecomunicaciones (TELEFÓNICA)	577.850,85 €
Total Reposiciones Telecomunicaciones (MESA DE OPERADORES)	536.914,90 €
Total Reposiciones Telecomunicaciones (CORREOS)	171.204,43 €
Total Reposiciones Dirección General de Tráfico	338.199,68 €
Total Reposiciones Alumbrado Ministerio de Fomento	173.132,43 €
Total Reposiciones Alumbrado Ayto. de Madrid	35.316,24 €
Total Reposiciones Tráfico Ayto. de Madrid	3.958,35 €
TOTAL REPOSICIONES	4.156.051,23 €

3.21. ESTIMACIÓN DE PRECIOS

En el Anejo nº27 se incluye una relación específica de todas las unidades de obra utilizadas para la valoración del presupuesto en esta Fase.

Los precios empleados se han obtenido de forma general a partir de los precios fijados en la Base de Precios de Referencia de la Dirección General de Carreteras de enero de 2016 publicado en la Orden Circular 37/2016.

En el caso de unidades que no se encontraran contempladas en la citada base, los precios se han obtenido mediante el cómputo de los proyectos redactados por INECO en los últimos tiempos, con la actualización de los mismos al año actual y de actuaciones de características similares a la proyectada en la zona.

Así mismo y dada la fase actual de diseño, algunas unidades no se han desglosado a nivel de detalle, agrupándose en un conjunto de unidades tipo macroprecio que se han formado a partir del conjunto de unidades simples y precios del citado cuadro.

3.22. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de **DIECISEIS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTISIETE MIL NOVECIENTOS SETENTA EUROS CON SEIS CÉNTIMOS. (16.427.970,06 €)** con el siguiente desglose por capítulos:

Capítulo	Descripción	Subtotal (€)	Importe (€)
1	EXPLANACIÓN		1.607.375,00
2	DRENAJE		636.374,69
3	FIRMES		1.371.052,69
4	ESTRUCTURAS		3.886.094,49
5	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS		1.009.271,85
6	INTEGRACIÓN AMBIENTAL		1.165.613,87
7	OBRAS COMPLEMENTARIAS		260.692,28
8	REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES Y SERVICIOS		4.156.051,23
9	DESVIOS PROVISIONALES Y SEÑALIZACIÓN DE OBRA		1.298.035,59
10	GESTIÓN DE RESIDUOS		960.910,74
11	SEGURIDAD Y SALUD		76.497,63
Total Presupuesto de Ejecución Material			16.427.970,06

Según la legislación vigente, aplicando al Presupuesto de Ejecución Material el coeficiente de Gastos Generales (13%) más el Beneficio industrial (6%) se obtiene el Presupuesto de Licitación sin IVA que asciende a **DIECINUEVE MILLONES QUINIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS (19.549.284,37 €)**

Presupuesto de Ejecución Material	16.427.970,06
13 % Gastos Generales	2.135.636,11
6 % Beneficio Industrial	985.678,20
Suma de Gastos Generales y Beneficio Industrial	3.121.314,31
Total Presupuesto de Licitación	19.549.284,37

Para obtener el Presupuesto de Licitación con IVA se aplica el tipo vigente de IVA (21%) sobre el anterior importe, obteniéndose la cifra de **VEINTITRES MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS (23.654.634,09 €)**

Total Presupuesto de Licitación	19.549.284,37
21 % I.V.A.	4.105.349,72
Total Presupuesto de Licitación (Con I.V.A.)	23.654.634,09

El Presupuesto de Inversión se obtiene mediante la suma de las siguientes partidas:

- Presupuesto de Licitación con IVA
- Presupuesto de Expropiaciones e Indemnizaciones.
- Valoración de Ensayos de contraste siempre que superen el 1% del valor de la obra (que no se prevee en el presente proyecto).
- Plan de Vigilancia Ambiental.
- Partida de Trabajos de Conservación del Patrimonio Histórico Español.

De acuerdo con la Orden FOM/604/2014, de 11 de abril, esta última cantidad es el uno con cinco por ciento (1,5%) del Presupuesto de Ejecución Material. Al ser el Presupuesto de Ejecución Material de 16.427.970,06 €, la Partida para Trabajos de Conservación del Patrimonio Histórico Español asciende a 246.419,55 € €.

PRESUPUESTO DE LICITACIÓN CON IVA	23.654.634,09 €
Presupuesto de Expropiaciones e Indemnizaciones	1.241.311,15 €
Plan de Vigilancia Ambiental	168.000,00 €
Partida de Trabajos de Conservación del Patrimonio Histórico Español	246.419,55 €
TOTAL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	25.310.364,79 €

Asciende el Presupuesto de Inversión a la cantidad de **VEINTICINCO MILLONES TRESCIENTOS DIEZ MIL TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS. (25.310.364,79 €).**

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En el presente Proyecto de Trazado se realiza un análisis de las actuaciones propuestas por la Orden de Estudio, así como de otras posibles soluciones. Dichas actuaciones consisten, básicamente, en la remodelación de las salidas desde las calzadas de la A-2 hacia la M-14, en el denominado Nudo Eisenhower, así como una serie de actuaciones locales encaminadas a la mejora de la explotación y los niveles de servicio en la Autovía A-2.

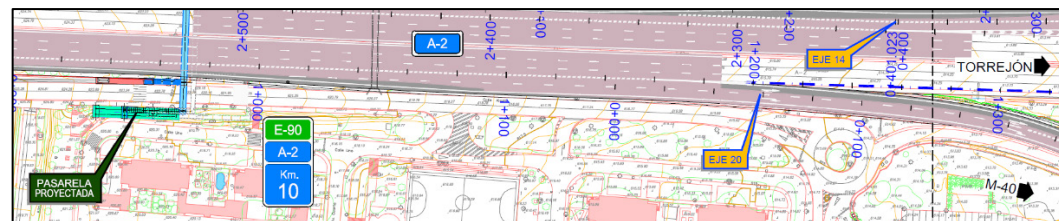
A continuación se exponen las alternativas estudiadas partiendo de las propuestas en la Orden de Estudio.

Calzada derecha

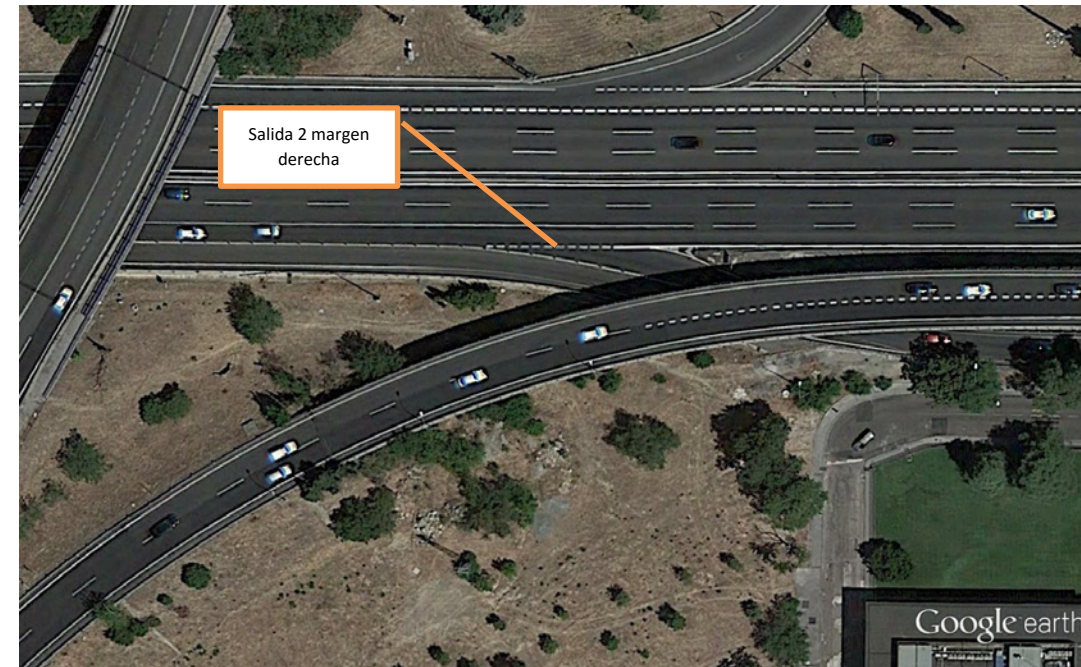
- La Orden de Estudio propone la disposición de un cuarto carril de trenzado entre la actual entrada desde la glorieta elevada sobre la A-2 en el p.k. 8+900 (en la conexión entre la calle Alcalá y la Avenida de Logroño) con la salida hacia Aeropuerto y M-14 Sur.

Como ya se ha expuesto anteriormente y se justifica en el anejo nº6, tras la realización del estudio de tráfico se concluye que la ampliación del cuarto carril en la autovía A-2, presenta peores resultados al facilitar la entrada de los vehículos procedentes de la vía de servicio, por lo que el trenzado producido antes del Nudo Eisenhower es con un mayor volumen de vehículos. Por este motivo **se desestima esta actuación** dejando la incorporación desde la vía de servicio igual que en la situación actual, en la que la acumulación de vehículos se produce en el ramal de entrada.

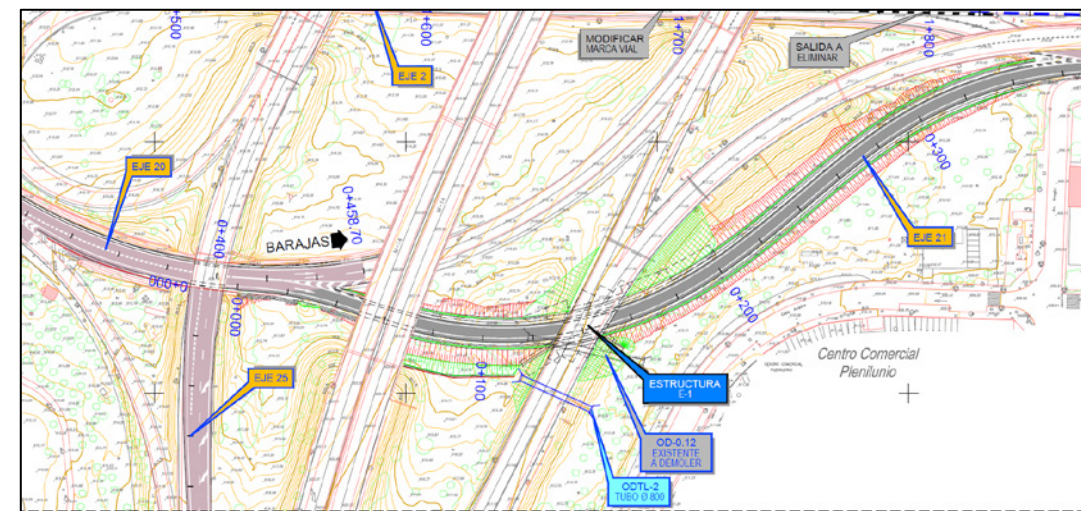
- Como se indica en la Orden de Estudio, se mejora el ramal de salida hacia Aeropuerto y M-14 Sur, ampliándolo a dos carriles (eje 20). Como consecuencia se debe sustituir la pasarela existente en el p.k. 9+980.



- Se suprime la salida desde la calzada de la A-2 en el p.k. 10+800 hacia la vía de servicio derecha.

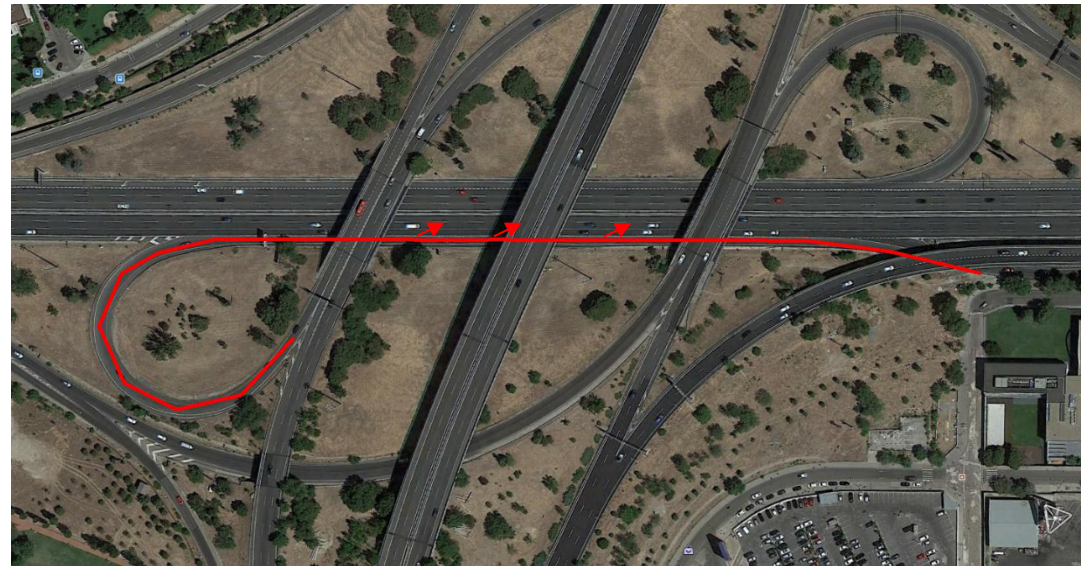


Dicha salida se sustituye por un nuevo ramal (eje 21) desde la conexión de la calzada derecha de la A-2 con el acceso al Aeropuerto (M-14). Exige la ejecución de un nuevo paso inferior bajo la vía colectora derecha de la M-14 (estructura E-1).



Debido a la falta de gálibo horizontal bajo la estructura de la vía colectora izquierda de la M-14 (PK 0+400 del eje 20) se considera que la mejor solución para realizar la salida de este nuevo vial (salida desde el eje 20) es respetar la configuración actual con dos carriles bajo la estructura, de los cuales el derecho se segrega (eje 21), recuperándose de nuevo los dos carriles hacia la M-14 norte. De esta manera, con una señalización adecuada, la salida se realiza de una forma clara y segura. Se ha comprobado que con esta configuración el funcionamiento del ramal hacia el aeropuerto es correcto.

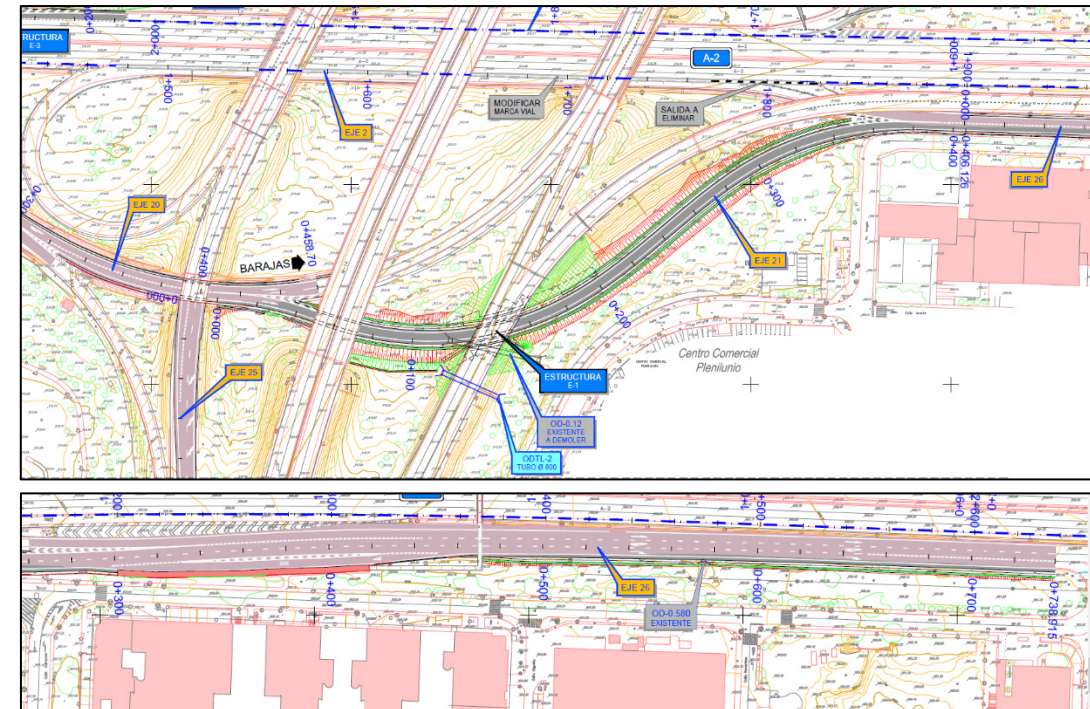
La conexión desde la vía colectora izquierda de M-14 con la vía de servicio de la autopista A-2 se mantiene, prohibiendo la salida desde el tronco a la vía de servicio mediante marca vial continua. Se permite, sin embargo, la incorporación al tronco de los vehículos que provienen de la M-14.



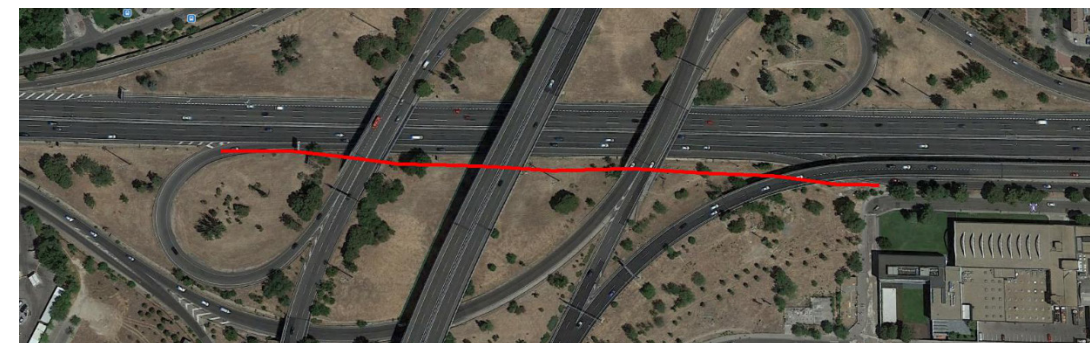
Este nuevo ramal conecta con la vía de servicio (eje 26), manteniéndose con dos carriles hasta el p.k. 11+250 aproximadamente. A partir de ese punto, dada la gran superficie inutilizada actualmente (con un ancho equivalente al de un carril), se decide aprovechar toda la plataforma existente uniendo los dos carriles de la vía de servicio con el carril que proviene de la M-14 sur, formándose una plataforma de tres carriles hasta la salida hacia el Polígono de las Mercedes.



Situación actual



En la Orden de Estudio se proponía, para evitar trenzado por efectuar maniobra prohibida de salida, la ejecución de un segundo paso inferior bajo vía colectora derecha, confluyendo con el nuevo ramal descrito anteriormente (eje 21).



Tras varios tanteos se ha desestimado esta actuación, ya que el reducido gálibo vertical de la estructura existente en la vía colectora izquierda de la M-14 impide la ampliación de la plataforma para realizar la nueva salida del vial propuesto, como se puede ver en la siguiente imagen.



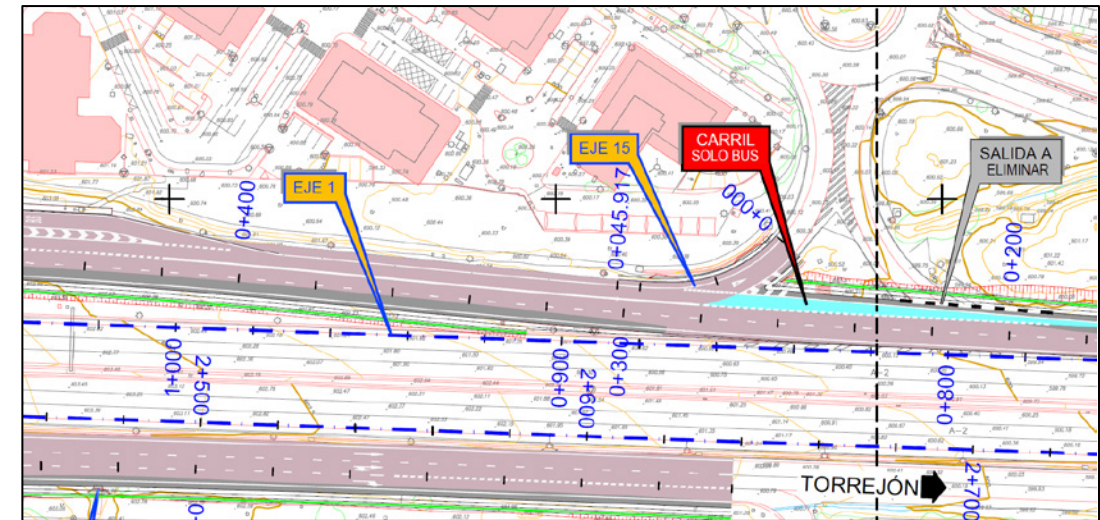
Calzada izquierda

- De acuerdo con la Orden de Estudio se mejora la salida desde la calzada izquierda hacia la M-14 y la vía de servicio izquierda de manera que tenga dos carriles pasantes antes de la actual conexión con la vía de servicio. Para ello se adelanta la salida prolongando la longitud del ramal.

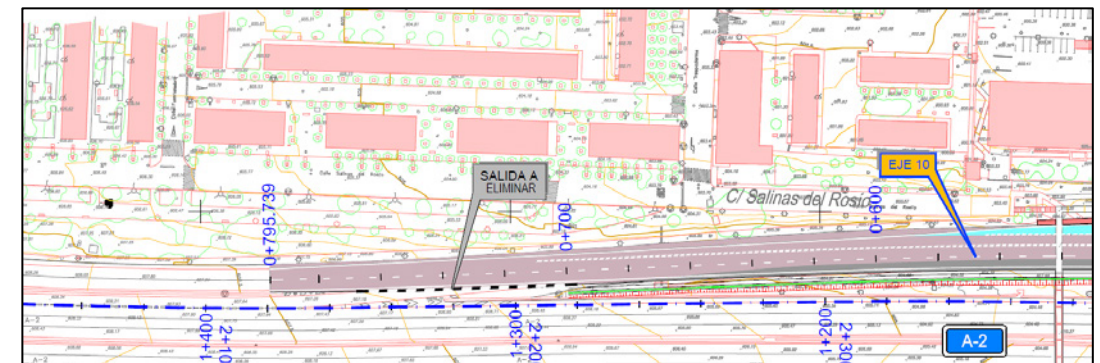
Dado el elevado volumen de tráfico de dicha salida se ha analizado su funcionamiento ampliando la vía de servicio a tres carriles. Según se puede ver en el anejo de tráfico el funcionamiento, tanto de la vía de servicio como del tronco de la A-2, mejora sustancialmente.

Se analiza la propuesta de la Orden de Estudio de eliminar la salida hacia la glorieta de la vía de servicio. El funcionamiento de la salida del tronco es mejor, pero la eliminación de la salida hacia la glorieta conlleva la afección a una serie de líneas de autobús que entran en dicha glorieta. Algunas de las líneas recorren la glorieta y vuelven a salir a la vía de servicio, donde disponen de una parada.

En el anejo de tráfico se analizan una serie de alternativas, obteniéndose el tiempo de recorrido de los autobuses en cada una de ellas. Como resultado de este análisis se propone la disposición de tres carriles, siendo el de la margen derecha de uso exclusivo para el autobús entrelazando con los vehículos que acceden desde el ramal de salida de la glorieta que le dan prioridad al autobús. Los otros dos carriles son para los vehículos privados que salen de la A-2 sin interaccionar con los vehículos que salen de la glorieta.

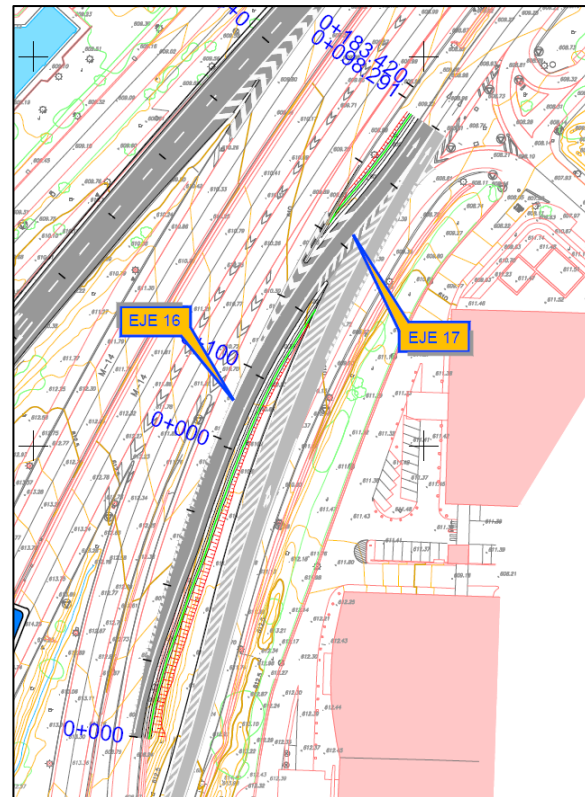


Se ha analizado también la posibilidad de prolongar el tercer carril de la vía de servicio (eje 10) hasta conectar con el ramal de salida hacia la M-14 sentido aeropuerto.



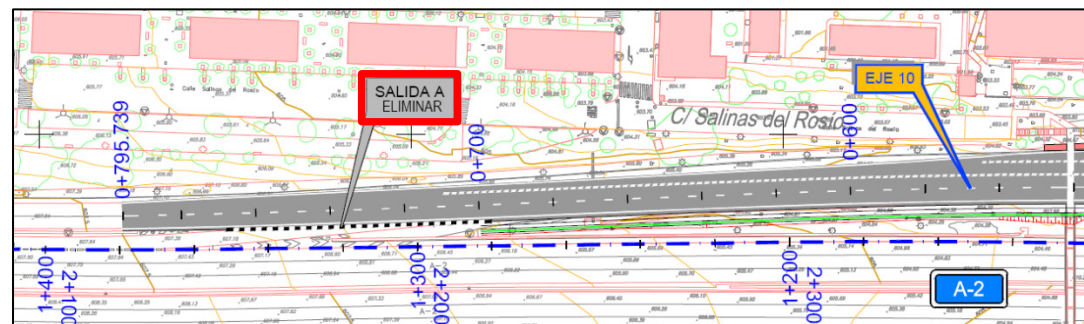
Dado que no se obtiene una mejora en los niveles de servicio que justifique la afección a los servicios existentes en la zona se desestima esta ampliación.

La conexión con la vía de servicio izquierda desde la A-2 hacia Madrid se hará a través del enlace de Rejas, en el p.k. 14+700, y mediante un nuevo movimiento desde el ramal que conecta la calzada izquierda de la A-2 con la M-14 en dirección al aeropuerto (eje 17).



En ambos movimientos se señalarán los destinos que actualmente están indicados en el movimiento que se suprime.

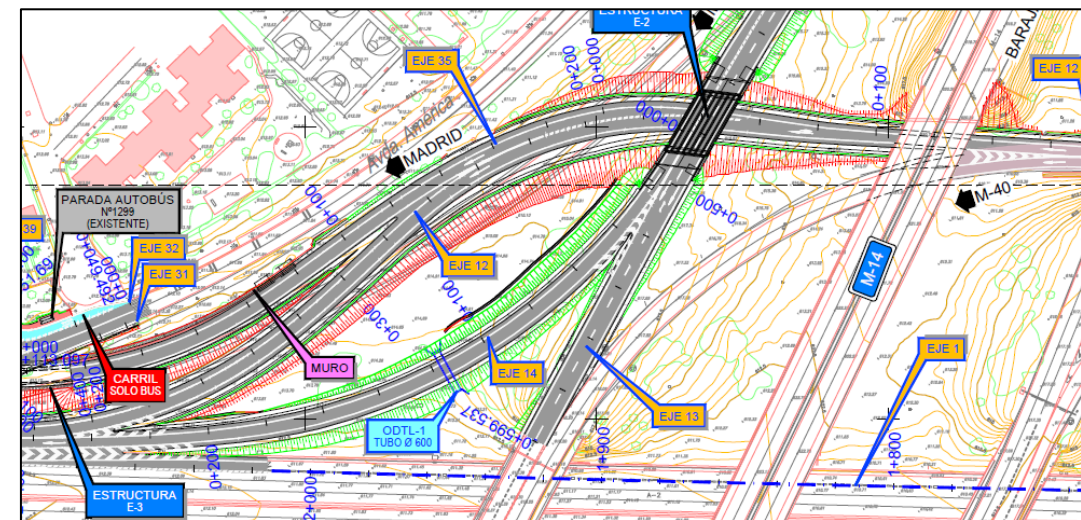
- Tal y como propone la Orden de Estudio se elimina la entrada existente a la calzada izquierda desde el ramal que une la A-2 con el Nudo Eisenhower, favoreciendo la incorporación a dicha calzada de los vehículos que proceden de la M-14 Sur.



Al eliminar la entrada al tronco queda sin uso el carril derecho existente hasta la incorporación del lazo. Se propone anular dicho carril derecho mediante cebreado hasta el lazo permitiendo que los vehículos procedentes de la M-14 se incorporen directamente a un carril de aceleración.

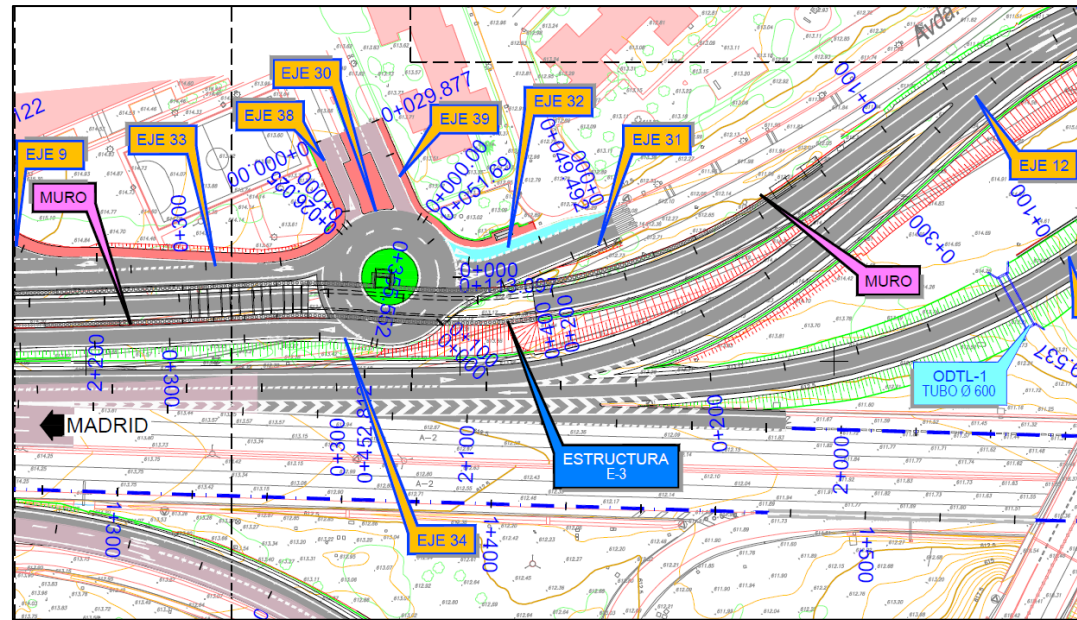


Dado que al suprimir esta entrada los autobuses interurbanos que paran en el ramal no podrían incorporarse de nuevo al tronco, este movimiento se sustituye por un ramal desde la conexión de calzada izquierda de A-2 con M-14 dirección M-40, pasando bajo la vía colectora izquierda de la M-14 (eje 12, estructura E-2), siendo necesario modificar la rasante de dicha vía colectora. Ello exige la modificación del trazado del ramal de entrada hacia calzada izquierda de A-2 desde vía colectora izquierda de M-14 (eje 14).



Para compatibilizar esta actuación con una futura plataforma reservada para transporte público es necesario conectar el nuevo ramal indicado en el párrafo anterior con la vía de servicio, de manera que los autobuses puedan alcanzar el intercambiador de la glorieta elevada de la Calle Alcalá (eje 35).

Para poder realizar dicha conexión sin afectar a la funcionalidad de la vía de servicio es necesario ejecutar un falso túnel bajo una nueva glorieta que permitirá realizar los movimientos que se hacen actualmente hacia y desde el Barrio de la Alameda de Osuna.



Aunque esta actuación no está contemplada en la Orden de Estudio la Dirección del Proyecto ha considerado necesario incluirla en el presente proyecto.

Por todo lo expuesto se considera que la solución propuesta es idónea desde un punto de vista global, cumpliendo en todo caso con las prescripciones de la Orden de Estudio y el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto de Trazado y Construcción T5/45-M-14170 "Autovía del Noreste (A-2). Remodelación del Nudo Eisenhower".

5. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se refleja en este apartado la normativa de aplicación utilizado en la redacción de este Proyecto:

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Reglamento General de Carreteras aprobado por Real Decreto 1812/1994.
- Real Decreto 1231/2003 por el que se modifica la nomenclatura y el catálogo de las autopistas y autovías de la Red de Carreteras del Estado.
- Orden Circular 14/2003 para la aplicación de la nueva nomenclatura de autopistas y autovías.
- Orden del Ministerio de Fomento de 16 de diciembre de 1997, por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios, modificada por Orden Ministerial de 13 de septiembre de 2001 del Ministro de Fomento, por Orden FOM/392/2006 y por Orden FOM/1740/2006.
- Orden del Ministerio de Fomento FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la Eficiencia en la

ejecución de las obras públicas de Infraestructuras Ferroviarias, Carreteras y Aeropuertos y la ley 2/2011 de 4 de Marzo de Economía sostenible.

- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre sobre Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre).
- Ordenes Circulares vigentes de la Dirección General de Carreteras. (O.C.)
- Norma 3.1-I.C. Trazado en sus versiones de 1999 y 2016 (según se indica en el anejo nº8).
- Norma 5.2-IC Drenaje superficial aprobada por ORDEN FOM/298/2016, de 15 de febrero.
- Orden Circular 17/2003 sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera.
- Norma 6.1. – IC "Secciones de firme", aprobada mediante orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre.
- Base de Precios de referencia de la Dirección General de Carreteras, de enero de 2016.
- Orden FOM/604/2014, de 11 de abril, por la que se regula la asignación de recursos, procedentes de las obras públicas financiadas por el Ministerio de Fomento y por las entidades del sector público dependientes o vinculadas, a la financiación de trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o de fomento de la creatividad artística.
- Norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Señalización horizontal.

- Real Decreto 1428/03 por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación, publicado en el BOE del 23 de diciembre de 2003
 - Norma 8.2.-IC "Marcas viales".
- Señalización vertical
 - Norma 8.1-IC "Señalización vertical" aprobada por Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo.
 - Catálogo de señales de circulación del M.O.P.T.M.A. de mayo y junio de 1.992.
- Balizamiento.
 - O.C. 309/90 C y E de 15 de Enero sobre Hitos de arista.
- Defensas
 - Orden Circular 35/2014 sobre "Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos".
- Instrucción 8.3-I.C. sobre señalización, balizamiento, defensas, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado.
- Ordenes circulares sobre modificación de servicios en los proyectos de obras.
- Manual de plantaciones en el entorno de la carretera.
- Catálogo de especies vegetales a utilizar en plantaciones de carreteras.
- Ley 37/2003 del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005 por el que se desarrolla la ley 37/2003 en lo referente a la evaluación y gestión del ruido.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, con sus sucesivas actualizaciones de artículos mediante órdenes ministeriales.
- Normas UNE referidas al PG-3. AENOR.
- Normas NLT referidas al PG-3.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Instrucción de hormigón estructural EHE.
- Guía de aplicación de la Instrucción de Hormigón estructural. Edificación.

- Orden Circular 4/87 de la Dirección General de Obras Públicas sobre la obligatoriedad de incluir en el Proyecto un plan de obras.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (R.E.B.T.), aprobado en Real Decreto de 2 de agosto de 2002.
- O.C. 276/S.G. de 1979 sobre relaciones con la Compañía Telefónica Nacional de España.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden Circular 36/2015, de 24 de febrero, sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomos I y II.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

6. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE TRAZADO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS.

MEMORIA

ANEJO Nº 0. DOCUMENTO RESUMEN

ANEJO Nº 1. ANTECEDENTES

ANEJO Nº 2. CARTOGRAFÍA

ANEJO Nº 3. GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

ANEJO Nº 4. EFECTOS SÍSMICOS

ANEJO Nº 5. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

ANEJO Nº 6. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

ANEJO Nº 7. ESTUDIO GEOTECNICO DEL CORREDOR

ANEJO Nº 8. TRAZADO GEOMÉTRICO

ANEJO Nº 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO Nº 11. DRENAJE

ANEJO Nº 12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 13. ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 16. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ANEJO Nº 17. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

ANEJO Nº 18. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

ANEJO Nº 20. OBRAS COMPLEMENTARIAS

ANEJO Nº 21. REPLANTEO

ANEJO Nº 22. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

ANEJO Nº 23. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

SEPARATA DE EXPROPIACIONES

ANEJO Nº 24. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

ANEJO Nº 27. ESTIMACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 28. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO

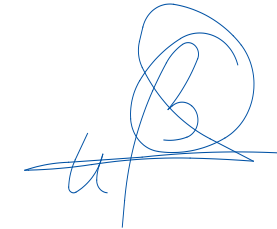
7. CONCLUSION

Se presenta el presente Proyecto de Trazado para la tramitación de la Información Pública de acuerdo con lo previsto en la Ley de Expropiación Forzosa.

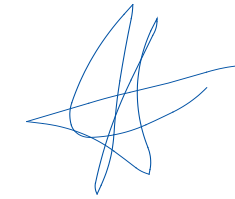
Madrid, junio de 2018

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo: D^a. Bárbara Canle García



Fdo: D. Alfredo López de la Fuente

VºBº EL INGENIERO JEFE
DE LA DEMARCACIÓN



Fdo: D. Juan José Jorquera Moya