

**PROYECTO DE CUBRIMIENTO DEL TRAMO DE CALLE 30
INCLUIDO EN EL ÁMBITO APE.02.27 "NUEVO MAHOU – CALDERÓN"**

PROYECTO DE CUBRIMIENTO DEL TRAMO DE CALLE 30 INCLUIDO EN EL ÁMBITO APE.02.27 "NUEVO MAHOU – CALDERÓN"

ÍNDICE DEL DOCUMENTO

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO
2. ÁMBITO DE ACTUACIÓN
3. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
5. CRITERIOS GENERALES ADOPTADOS
6. ESTADO ACTUAL
7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS
8. NORMATIVA DE APLICACIÓN
9. TOPOGRAFÍA
10. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
11. ESTUDIO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL
12. ARQUEOLOGÍA
13. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS Y REPLANTEO PREVIO
14. PLANEAMIENTO VIGENTE
15. SERVICIOS AFECTADOS
16. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
17. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
18. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD
19. REVISIÓN DE PRECIOS
20. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS. PLAZO DE EJECUCIÓN
21. CLASIFICACIÓN TIPO DE OBRA
22. OBRA COMPLETA
23. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
24. DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL PROYECTO
25. RESUMEN DE PRESUPUESTOS
26. CONFORMIDAD TÉCNICA AL PROYECTO
27. CONCLUSIONES

ANEJOS A LA MEMORIA

1. ANTECEDENTES
2. PLANEAMIENTO
3. TOPOGRAFÍA
4. GEOTECNIA
5. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS
6. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO
7. TRAZADO
8. FIRMES
9. ESTRUCTURAS
10. SANEAMIENTO Y DRENAJE
11. INSTALACIONES
12. SEÑALIZACIÓN
13. JARDINERÍA Y RED DE RIEGO
14. PROCESO Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
15. SERVICIOS AFECTADOS
16. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS
17. PLAN DE OBRA
18. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
19. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
20. ESTUDIO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL
21. ARQUEOLOGÍA
22. CONTROL DE LA EROSIÓN
23. PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD
24. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO II. PLANOS

0. IMÁGENES
1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. ESTADO ACTUAL TOPOGRÁFICO
3. SERVICIOS EXISTENTES
4. LEVANTADOS Y DEMOLICIONES
5. PLANTA GENERAL
6. PLANTA DE TRAZADO Y REPLANTEO
7. PERFILES LONGITUDINALES
8. SECCION TIPO CONVENCIONAL
9. SECCIONES TRANSVERSALES
10. FIRMES Y PAVIMENTOS
11. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL
12. ARQUITECTURA, ALBAÑILERÍA Y ACABADOS
13. EMERGENCIA
14. SANEAMIENTO
15. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS
16. INSTALACIONES
17. IMPERMEABILIZACIÓN
18. SERVICIOS AFECTADOS
19. FACHADA RÍO
20. PLANTACIONES Y RED DE RIEGO
21. DESVÍOS DE TRÁFICO
22. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

DOCUMENTO III. PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO IV. PRESUPUESTO

1. MEDICIONES
2. CUADROS DE PRECIOS
3. PRESUPUESTO

**PROYECTO DE CUBRIMIENTO DEL TRAMO DE CALLE 30
INCLUIDO EN EL ÁMBITO APE.02.27 "NUEVO MAHOU – CALDERÓN"**

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO DE CUBRIMIENTO DEL TRAMO DE CALLE 30 INCLUIDO EN EL ÁMBITO APE.02.27 "NUEVO MAHOU – CALDERÓN"

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO
2. ÁMBITO DE ACTUACIÓN
3. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
5. CRITERIOS GENERALES ADOPTADOS
6. ESTADO ACTUAL
7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS
8. NORMATIVA DE APLICACIÓN
9. TOPOGRAFÍA
10. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
11. ESTUDIO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL
12. ARQUEOLOGÍA
13. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS Y REPLANTEO PREVIO
14. PLANEAMIENTO VIGENTE
15. SERVICIOS AFECTADOS
16. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
17. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
18. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD
19. REVISIÓN DE PRECIOS
20. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS. PLAZO DE EJECUCIÓN
21. CLASIFICACIÓN TIPO DE OBRA
22. OBRA COMPLETA
23. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
24. DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL PROYECTO
25. RESUMEN DE PRESUPUESTOS
26. CONFORMIDAD TÉCNICA AL PROYECTO
27. CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El 19 de diciembre de 2017, el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid, acuerda aprobar definitivamente la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, para la creación del Área de Planeamiento Específico APE 02.27 "Nuevo Mahou - Calderón" en el distrito de Arganzuela.

Esta modificación contempla una actuación de transformación urbanística con una ordenación pormenorizada de esta área, pues desarrolla a nivel de plan parcial el conjunto de determinaciones normativas que permiten la ejecución del ámbito.

Al objeto de mejorar la movilidad y accesibilidad de la zona y su integración con los espacios libres en el marco del proyecto Madrid-Río, la Modificación del Plan General incorporó parte de la superficie del Sistema General Viario de Calle 30 que discurre en superficie y por debajo de la tribuna oeste del Estadio Vicente Calderón, ya demolido.

En el año 2007 se terminaron las obras de construcción de Calle 30; obras que tuvieron como fin, aumentar la capacidad de circulación de la M-30, aumentando el número de carriles, así como los ramales de entrada y salida al tronco, mejorando la seguridad vial. A su vez se recuperaron las márgenes del río al eliminar el tráfico de vehículos de superficie y creando el parque lineal de Madrid Río.

Finalizadas estas obras, quedó únicamente un tramo con circulación en superficie, que discurría bajo la tribuna del estadio Vicente Calderón. Tenía aproximadamente 620 m de longitud y estaba localizado entre los puentes de Toledo y de San Isidro, presentando una problemática que interrumpe la natural continuidad en los elementos longitudinales que acompañan al río a través de la ciudad.

Anexo a este tramo está el túnel que termina en la boca sur del ámbito y situado en el límite norte comienza otro túnel configurando la actual boca norte. En el momento la realización de las obras de Calle 30, la existencia de la tribuna del estadio y la dificultad de llevar a cabo un túnel en esa zona, impidió unir los túneles citados anteriormente.

La Modificación Puntual justifica el cubrimiento ajardinado de la traza actual del sistema general de Calle 30, mediante una estructura que elimine el impacto actual y permita la continuidad urbana del Parque Madrid Río en esa margen, ganando espacios libres para la ciudad y mejorando la accesibilidad entre el río y el centro histórico.

Se excluyeron del proyecto de urbanización de la actuación integrada, las obras estructurales para el cubrimiento del sistema general viario Calle 30 que asume íntegramente el Ayuntamiento de Madrid y se desarrollan a través de este proyecto de obras independiente del proyecto de urbanización, pero coordinado con él.

El proyecto de urbanización del APE 02.27 "Nuevo Mahou - Calderón" fue aprobado definitivamente el 15 de noviembre de 2018, estando actualmente las obras en ejecución. Estas obras incluyen la demolición del estadio Vicente Calderón.

Para llevar a cabo dicha demolición del estadio, fue necesario realizar un desvío del tramo afectado de Calle 30; desvío que se encuentra actualmente en servicio con una buena funcionalidad. En este proyecto se propone utilizar este desvío durante la ejecución de las obras del cubrimiento con el fin de facilitar y agilizar la ejecución de las mismas.

2. ÁMBITO DE ACTUACIÓN

Las obras que se proyectan están situadas en el distrito de Arganzuela de la ciudad de Madrid, en la margen izquierda del río Manzanares, entre los puentes de Toledo y San Isidro que es el que se incluye en el ámbito. En la imagen siguiente se aprecia el ámbito del proyecto:



Comprende las siguientes actuaciones:

- Cubrimiento del tramo de Calle 30 actualmente de superficie.
- Fachada al río de la actuación.

El ámbito del presente proyecto tiene una longitud de aproximadamente 620 m, entre las actuales bocas del túnel y la estructura proyectada abarca unos 20.700 m² en su conjunto.

3. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

El presente documento constituye un proyecto de construcción cuyos objetivos específicos son los siguientes:

- Dar continuidad al trazado en túnel de Calle 30, ya que este tramo es el único del arco sur que quedó en superficie cuando se ejecutaron las obras de Calle 30, debido a que discurría por debajo de la tribuna oeste del estadio Vicente Calderón.
- Posibilitar la continuidad el parque "Madrid Río" en sentido paralelo al río, así como en sentido transversal permitiendo el acceso desde la ciudad a la margen del río, eliminando la importante infraestructura viaria de Calle 30 que actualmente supone una barrera infranqueable.
- Dotar al nuevo tramo cubierto de una fachada verde al río que enlace con el parque "Madrid Río" de la superficie.
- Equipar al nuevo tramo cubierto de Calle 30 de todas las instalaciones y servicios necesarios para su funcionamiento, que a su vez tengan la continuidad necesaria con las infraestructuras de los tramos aledaños.
- Posibilitar que sobre la estructura que se proyecta puedan realizarse plantaciones, tanto arbustivas, como arbóreas, gracias a la colocación de una capa de tierras sobre la misma con el espesor suficiente que permita el arraigo de la vegetación prevista.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Como se ha explicado anteriormente, en el año 2007 el Ayuntamiento de Madrid llevó a cabo las obras de remodelación de la Calle 30, quedando únicamente con la

circulación en superficie, el tramo de Calle 30 situado dentro del ámbito del "Nuevo Mahou – Calderón".

Este tramo de Calle 30 supone un obstáculo en la margen de río que impide la continuidad y desarrollo del parque Madrid Río. La longitud afectada es de unos 620 m.

La actuación urbanística del "Nuevo Mahou – Calderón", cuya urbanización se encuentra actualmente en ejecución, conlleva dar continuidad a la infraestructura de Calle 30 con las mismas características funcionales que el resto del trazado.

La solución final podía llegar por una de las dos siguientes opciones posibles que permiten la integración de la vía en el territorio:

- Soterramiento completo de la vía
- Cubrimiento de la traza actual

4.1. SOTERRAMIENTO COMPLETO DE LA VÍA

Representa una fuerte inversión estructural con planteamientos cuidadosos de las cimentaciones con pilotes y pantallas de hormigón conformando la sección de paso con al menos 5 carriles de circulación.

Consecuencia de ello surge la necesidad de afectar a grandes infraestructuras urbanas que es preciso retranquear, con los correspondientes riesgos funcionales. La principal es el colector de margen de gran dimensión y de muy ajustada pendiente en la zona afectada.

Además de deprimir la rasante actual para permitir el soterramiento, se coloca la cota de circulación de vehículos por debajo del nivel hidráulico de río, por lo que se necesitan operaciones costosas de impermeabilización, recogida de aguas de lluvia, construcción de depósitos reguladores sobredimensionados, al igual que grupos de bombeos que garanticen de forma contundente la eliminación de las aguas de escorrentía, impidiendo que se puedan producir inundaciones en períodos de elevadas precipitaciones.

Otra infraestructura a salvar sería la línea de cercanías C-5 que al cruzar transversalmente al río provoca un empeoramiento del trazado del nuevo túnel a construir. Hay igualmente líneas eléctricas que se ven seriamente afectadas.

También sería necesario proceder a la demolición de las cimentaciones profundas del estadio (pilotes) que interferirían con la construcción del nuevo túnel.

Todas estas medidas representan una complicada problemática de difícil y compleja solución dando como resultado una inversión muy elevada y unos plazos de ejecución dilatados.

4.2. CUBRIMIENTO DE LA TRAZA ACTUAL

Con el fin de buscar una alternativa más sostenible económicamente se plantea no deprimir la traza actual, y sustituir el túnel soterrado por una cubrición de la traza mediante una estructura que elimine el impacto actual y permita la continuidad urbana de la traza y del elemento lineal que cierre el parque Madrid Río en esa margen.

Esta alternativa tiene importantes ventajas sobre el soterramiento, pues no se precisa retranquear ninguno de los servicios urbanos que discurren en paralelo a la traza actual de la Calle 30.

Los drenajes necesarios para el firme de la vía dispondrán de evacuaciones naturales, a la red de colectores actuales más profundos, por lo que se garantiza, de mejor manera, la funcionalidad hidráulica.

Sobre la nueva estructura se plantea el diseño y continuidad del Parque Madrid Río, generando una línea de mirador de la ciudad de más de 600 m, aportando un nuevo elemento de observación desde puntos de vista desconocidos hasta el momento. Además, se propone que la fachada de la estructura que da al río tenga un tratamiento verde con elementos miradores, mejorando el impacto visual y aportando un patrimonio cultural a la ciudad.

Sobre la membrana estructural de cubrición se diseñarán los elementos constructivos que permitan dar continuidad a la ordenación del Parque Madrid Río.

En este escenario se requiere construir pilas sobre pilotes exclusivamente en los laterales, de forma que su impacto sobre el terreno y las infraestructuras existentes se ciñe solamente a los márgenes de la vía.

Los costes se optimizan en esta solución y el plazo de ejecución se minimiza considerablemente con relación al del soterramiento, lo que conlleva una menor incidencia de las obras en la vida de la ciudad, para alcanzar una solución final funcionalmente similar a la del soterramiento y con un coste muy inferior.

Por tanto, analizadas ambas alternativas para resolver la problemática existente en este tramo de la M-30, se ha optado por desarrollar en este proyecto esta última que contempla el cubrimiento de la actual M-30.

5. CRITERIOS GENERALES ADOPTADOS

Para la redacción de este proyecto se han tenido en consideración los siguientes criterios:

- Dar continuidad a las secciones en túnel existentes en ambos extremos. Se parte del mismo número de carriles de circulación (cinco) y del ancho que éstos tienen en cada boca (3,50 m en el sur y 3,25 en el norte).
- El gálibo mínimo vertical libre se establece en 4,50 m, si bien se procura que no sea estricto, de forma que se disponga en todo el tramo de un gálibo mayor.
- Mantener aproximadamente las mismas cotas de la rasante de calzada que existen actualmente, con el fin de no afectar al colector de margen y no tener que retranquearlo.
- Trazado en planta con un radio mínimo de 240 m.
- Pendiente máxima del 5%.
- Sobrecarga de tierras sobre la cubierta de 1,25 m, que permita plantaciones en superficie.
- Sección túnel, es decir, sin huecos por los que pueda escapar el ruido y que hagan homogénea la ventilación con los tramos en túnel anterior y posterior.

6. ESTADO ACTUAL

Como ya se ha dicho anteriormente, en el tramo de la M-30 objeto de cubrimiento se circula actualmente en superficie. Con anterioridad pasaba bajo la tribuna del estadio Vicente Calderón. Este tramo se sitúa entre dos túneles uno anterior y otro posterior, con una longitud de 620 m aproximadamente y cuyas bocas están situadas en el límite del APE.02.27

En el sentido de la circulación, del túnel anterior salen 5 carriles de 3,50 m cada uno, que se dividen en dos grupos, uno de 3 y otro de 2, separados por una mediana que anteriormente recogía los pilares que soportaban la tribuna del estadio, para volver a confluir en 5 carriles.

Previamente al antiguo paso bajo la tribuna del estadio, existe actualmente una entrada a nivel procedente de la calle San Epifanio con un carril de aceleración de escasa longitud.

En el tramo próximo a la boca norte del túnel se circula actualmente bajo el puente de San Isidro y sobre el túnel de ADIF de la línea C-5 de cercanías. En el punto de conexión con la boca norte del túnel, los carriles tienen 3,25 m de anchura, por lo que

a lo largo del tramo se produce una transición del ancho de los carriles de 3,50 a 3,25 m.

Para la demolición de la tribuna oeste del estadio se construyó un desvío para el tráfico de la M-30 a través de los suelos que en su día fueron el terreno de juego del estadio.

El desvío tiene limitada la velocidad a 50 km/h. El número de carriles de la sección transversal se mantiene en los mismos 5 carriles del tronco, de 3,5 metros de ancho con arcones de 1 metro y barreras de seguridad.

El trazado en planta está formado por una curva de radio 166 metros unida mediante curvas de transición a sendas contra curvas de radio 60 y 68 metros.

El desvío está funcionando correctamente y sin incidencias. Se dejó construido un paso inferior en el centro, formado por un marco de hormigón prefabricado de 4,50 x 4,00 m. que sirvió para el tránsito de camiones en las obras de demolición de la tribuna del estadio.

Tanto el desvío, como el paso inferior se prevé sean utilizados durante las obras del cubrimiento de la Calle 30.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

La solución que se proyecta mantiene prácticamente en planta y alzado, el trazado actual que une las dos bocas del túnel existente.

Se proyecta el cubrimiento completo del tramo actual de la M-30 mediante una estructura de muros soportados por pilotes y una cubierta de vigas prefabricadas y losas in situ, que soporte una carga de tierras de 1,25 m para plantaciones.

7.1. LEVANTADOS Y DEMOLICIONES

El objeto de los trabajos de levantados y demoliciones es realizar las labores de retirada y demolición de los elementos existentes en la actualidad que interfieren para la realización óptima de los trabajos comprendidos en este proyecto.

Los levantados y demoliciones se pueden agrupar en:

- Demolición de barrera de hormigón
- Demolición de barrera metálica
- Demolición de pretil, murete y revestimiento

- Demolición muro coronación río
- Desmontaje muro cajero río
- Levantado de bordillo y acera
- Demolición de estructura existente
- Desmontaje de pórticos (Señalización, semáforos y línea de gráficas)
- Desmontaje de banderola
- Levantado de firme completo
- Demolición de cimentaciones
- Levantado de capas de mezclas bituminosas
- Levantado de árboles afectados
- Desmontaje de señales de obra

La demolición de barrera de hormigón consiste en la rotura por medios mecánicos o por compresor de las barreras "New Jersey" de hormigón armado utilizadas como defensa en el trazado tanto del desvío de la Calle 30 como de la propia Calle 30.

La demolición de barrera metálica consiste en el desmontaje de las "biondas" utilizadas como defensa en el trazado de la Calle 30.

La demolición del pretil, murete y revestimiento son las demoliciones tal y como su nombre indica del pretil, murete y revestimiento de las zonas de las embocaduras norte y sur al túnel existente.

La demolición del muro coronación río es la demolición de la fábrica de hormigón armado que conforma la coronación del río situada entre la margen de éste y la Calle 30.

El desmontaje del muro cajero río consiste en el desmontaje de la barandilla, la albardilla y la losa granítica que constituye el muro del cajero del río Manzanares en la zona que se vea afectado.

El levantado de bordillo y acera es el levantado con medios mecánicos o compresor de los tramos de acera y bordillos que se vean afectados. Esta operación comprende la demolición del solado o pavimento y de la base de hormigón de las aceras. En el caso de bordillos comprende la demolición de estos y de su cimiento.

La demolición de estructura existente es la demolición con medios mecánicos o compresor de la estructura de hormigón armado del paso inferior del desvío de tráfico realizado sobre el antiguo césped del estadio Vicente Calderón.

El desmontaje de pórtico consiste en el desmontaje del pórtico con cartelería de señalización vial que actualmente está en el trazado de la Calle 30 entre las dos embocaduras del mismo.

El desmontaje de banderola es el desmontaje de la banderola de señalización de gálibo que se encuentra en la calle San Epifanio.

El levantado de firme completo es el levantado por medios mecánicos o compresor de las capas de rodadura e intermedias del pavimento de mezclas bituminosas y de la base del firme en las zonas señaladas en el plano de levantados y demoliciones como tal.

La demolición de cimentaciones corresponde con las demoliciones con medios mecánicos o compresor del hormigón armado que constituía las cimentaciones en la zona de la tribuna sobre la Calle 30 del antiguo estadio Vicente Calderón.

El levantado de capas de mezclas bituminosas corresponde con el levantado por medios mecánicos o compresor de las capas intermedias y de rodadura de mezclas bituminosas del pavimento de firmes.

El levantado de árboles afectados corresponde con el cortado, troceado y la extracción de tocón de los árboles que interfieren con los trabajos a realizar en las obras de este proyecto.

El desmontaje de señales de obra corresponde con el desmontaje de la señalización tanto de la Calle 30 como del desvío realizado para las obras.

Además de todas estas actuaciones se realizarán fresados para la regularización del firme en todas aquellas zonas que sea necesario.

7.2. TRAZADO Y FIRMES

7.2.1. TRAZADO

La obligatoriedad de enlazar las dos bocas de túnel actuales, de pasar bajo el puente de San Isidro y sobre el túnel de ADIF, además de permitir la incorporación desde la calle San Epifanio como existe actualmente, han condicionado totalmente el trazado proyectado.

Por tanto, se ha proyectado un trazado en planta ajustado al actual. El radio mínimo es de 240 m. El trazado en planta es una sucesión de alineaciones curva – clotoide con radios 350, 1.500 y 565, además del citado 240 m.

En alzado presenta un perfil con una zona central más elevada y casi horizontal (la que discurría bajo la tribuna del estadio ya demolido) y pendientes en ambos

extremos de 4,5% y 5,0%. Los dos acuerdos convexos que se prevén tienen longitudes superiores a 70 m y parámetros mayores de 1.500.

El peralte adoptado es del 2% en todo el tramo. Solamente en la zona próxima a la actual boca sur, que tiene un peralte del 5%, se proyecta una transición del 5% al 2% en 60 metros.

En este tramo se sigue manteniendo la actual entrada a la M-30 desde la calle San Epifanio.

También ha sido un condicionante importante la situación de la cimentación profunda de los antiguos pilares de la tribuna del estadio, formados por pilotes unidos en cabeza con unos encepados pentagonales, ya que la ejecución de los muros se prevé sobre unos encepados de pilotes situados en los espacios existentes entre los del estadio.

7.2.2. FIRME

Para la definición y dimensionamiento del firme se ha tenido en cuenta la Normalización de elementos constructivos del Ayuntamiento de Madrid.

Dada la IMD que tiene la M-30 y a efectos de la aplicación de la citada norma la categoría más exigente para tráfico es la categoría A (Tráfico pesado).

Este tramo debe proyectarse con una sección estructural de capacidad resistente similar a la del resto de la vía.

Se ha tomado el criterio de proponer una sección estructural de firme mixto mejorada.

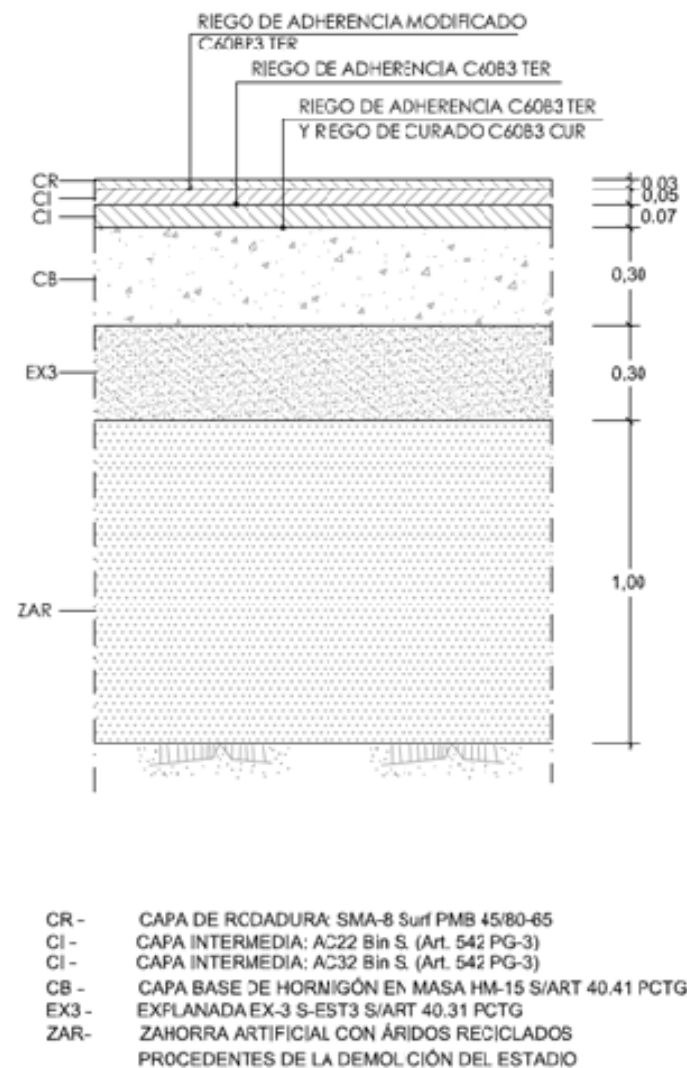
La formación de las explanadas de las distintas categorías depende del tipo de suelo de la explanación (en el caso de los desmontes), o de la obra de tierra subyacente (en el caso de los terraplenes), y de las características y espesores de los materiales disponibles.

Se prevé disponer de una explanada tipo E3.

Por lo que se han previsto 30 cm de suelo estabilizado S- EST3, sobre un metro de zahorra artificial procedente del reciclado de los materiales de la demolición del estadio, que garantizan la citada explanada E3

Antes de la ejecución del firme, se confirmará cual es la capa de rodadura existente, de manera que en cualquier caso siempre se empleará una capa de rodadura análoga a la existente.

En base a estas premisas, se ha optado por el siguiente firme:



Se proyecta el levantado de todo el firme actual en el tramo objeto de proyecto, tanto del firme existente bajo la antigua tribuna, como del firme del desvío provisional de tráfico actualmente existente. Para disponer el firme nuevo completo se prevé un cajeadado, por debajo del firme actual, hasta llegar a la profundidad necesaria. También se contempla el fresado y reposición de la capa de rodadura en toda la sección de la calzada afectada por los desvíos provisionales de obra, y además siempre en la longitud que se vea afectada por las marcas viales de obra.

Las aceras se pavimentarán con loseta hidráulica sobre base de hormigón HM-15 y bajo ella se dispondrán varios tubos Ø110 mm embebidos en el hormigón para paso

de cableado. Se proyecta un bordillo tipo "trieff", similar a existente en los tramos adyacentes.

7.3. ESTRUCTURAS CUBIERTA M-30

7.3.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este documento es justificar y describir la solución estructural adoptada para el cubrimiento de la calle 30 en la zona donde estaba el antiguo estadio Vicente Calderón. Se trata de realizar un falso túnel que da continuidad a los túneles existentes en la margen izquierda del río Manzanares. En este tramo hay además una incorporación a la calle 30 que también se cubre creando una embocadura de anchura variable.

Es una obra lineal de casi seiscientos veinte metros de longitud y anchura variable entre veintiséis metros en la embocadura sur y algo más de veintiuno en la embocadura norte. La variación de anchura no es lineal porque además de la incorporación por la derecha hay un cruce sobre el colector de la margen izquierda, que está en servicio. La presencia de este colector condiciona la geometría del falso túnel creando sobre anchos que permitan la cimentación de la estructura portante.

Es una obra que discurre paralela al río y por tanto su cimentación es profunda mediante pilotes de hormigón armado contruidos in situ. En todos los informes geotécnicos realizados en la zona establecen este tipo de cimentación que es la que se utilizó para la construcción del estadio de fútbol.

7.3.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Para realizar un falso túnel hay varias soluciones estructurales, en este caso se ha optado por la solución más ligera de peso y con mayor rapidez de construcción. El plazo de ejecución de la obra es lo que más ha estado presente en la concepción de la estructura para reducir el tiempo de desvío provisional de la calle 30. Por ello se emplean la mayor cantidad de elementos prefabricados que existen en el mercado.

Hay un elemento prefabricado que no se ha tenido en cuenta, los muros. Las piezas que se ofrecen en el mercado son aptas para hacer muros de contención de tierras, pero no para poner además un puente encima que es una carga vertical muy importante. Por eso no se ha considerado esta posibilidad, aunque, dada la magnitud de la obra, podría ser interesante hacer una fabricación ex profeso. Durante el desarrollo del proyecto, dada la cantidad de tipos de muro que se han considerado, se ha visto que quizá no sea una buena opción.

Otro elemento prefabricado que existe en el mercado y se utiliza bastante en edificación son los pilotes prefabricados. Esta alternativa se rechazó en los primeros encajes de la solución porque la capacidad de estos pilotes es menor que los hechos in

situ, hay que poner más pilotes, y porque además en la zona norte de la obra hay edificios en uso y este tipo de máquinas produce mucho ruido y vibraciones.

Se ha elegido utilizar muros de hormigón in situ en primer lugar por su versatilidad para adaptarse a cualquier condicionante geométrico y por la masa que tienen lo que redundará en una gran capacidad de reducción de ruido en el exterior producido por el tráfico en el interior del túnel. Hay que tener en cuenta que el muro cercano al río no contiene tierras, está exento, lo mismo que el muro del interior en la zona norte. En esta zona es donde se necesita una buena barrera contra el ruido.

Los muros in situ han sido una buena elección puesto que en la zona central del futuro falso túnel están las cimentaciones de la tribuna del estadio. El trazado de los muros se ha situado en la parte donde esta afección es menos importante pero aun así la posición de los pilotes y los encepados es errática y por tanto el muro hace de viga de transmisión de la carga vertical de la cubierta a los puntos de apoyo que son los pilotes. Afortunadamente esta solución estructural se da en zonas donde no hay empuje de tierras, el muro próximo al río y el muro de separación entre el túnel y el recinto de instalaciones del norte. Hay cargas horizontales, pero son pequeñas.

Otra decisión importante fue la elección del tipo de viga para la cubierta. Aquí es donde se buscó la solución más ligera de peso para no penalizar la cimentación y de mayor rapidez de construcción. Siempre la mejor solución pasa por el trabajo de la losa superior. Este elemento es imprescindible y por tanto interesa aprovechar al máximo su capacidad. Por tanto, una buena solución es utilizar vigas grandes lo más separadas posible. Aquí las vigas de gran canto tenían el hándicap de contar con poco canto para la cubierta debido al mínimo espesor de la capa vegetal y a la máxima altura adicional sobre el gálibo del tráfico para la ventilación del túnel. Finalmente se llegó a una solución de compromiso de fijar en ciento ochenta centímetros el canto de la estructura de cubierta lo que supone, para las cargas de la misma, una separación entre dos metros y medio y tres para las vigas.

La decisión final fue utilizar vigas prefabricadas de hormigón pretensado de sección doble T de ciento sesenta centímetros de canto separadas entre dos metros y medio y tres, en función de la luz, con una losa de hormigón armado de veinte centímetros de espesor. Este espesor no es el estrictamente necesario para este tipo de vigas y con esta separación, sobre todo teniendo en cuenta que no hay cargas concentradas directas sobre la losa. Pero como siempre hay huecos de ventilación o de acceso hay que tener la capacidad suficiente para separaciones grandes entre vigas, con una carga menor.

El único inconveniente de esta solución de vigas doble T es el hueco que queda entre ellas en la parte inferior y eso hace que la ventilación y, sobre todo, la acumulación de humo, no sean muy eficientes. Por eso se tomó la decisión de cerrar con un elemento prefabricado la separación entre las cabezas inferiores de las vigas. De esta forma se

tiene un techo plano que aumenta la eficacia de los sistemas de ventilación y evacuación de gases.

Este condicionante funcional sugiere el uso de vigas prefabricadas de sección transversal en forma de n invertida que produce automáticamente un techo plano y que es una solución bastante empleada. Pero no se optó por esta alternativa por la gran cantidad de vigas que hay que colocar, todas las vigas están pegadas unas a otras, y que aumenta considerablemente el tiempo de ejecución. Además, en este caso la losa superior está más infrautilizada puesto que la separación entre almas de las vigas es pequeña. Es una solución muy buena desde el punto de vista funcional pero pobre desde el punto de vista estructural.

La cubierta del recinto de instalaciones situado en el norte tiene una solución particular. En este punto se requería una cubierta de unos veinticuatro metros de luz, sin apoyos intermedios, y con el mínimo canto posible puesto que la geometría de las tierras es muy exigente en esta zona. Por ello se adoptó la solución de emplear una losa aligerada de hormigón con pretensado colocado in situ. Este tipo de estructura, muy empleada en puentes de mediana luz, permite rebajar los cantos a pesar de ser un esquema isostático. Tiene el inconveniente de su mayor tiempo de ejecución, pero como está en una zona libre del tráfico de la calle 30 y accesible desde el principio de la obra se consideró factible.

Finalmente queda la solución adoptada para el elemento visto que más va a caracterizar la obra. El paramento del muro próximo al río tiene seiscientos metros de longitud y unos ocho metros de altura. Para romper la monotonía se ha dispuesto un elemento prefabricado en la parte superior del muro y que vuela casi cuatro metros desde su paramento exterior. Como soporte de esta pieza se utiliza una ménsula de hormigón armado que sale del peto del muro y queda embebida en el interior del elemento visto.

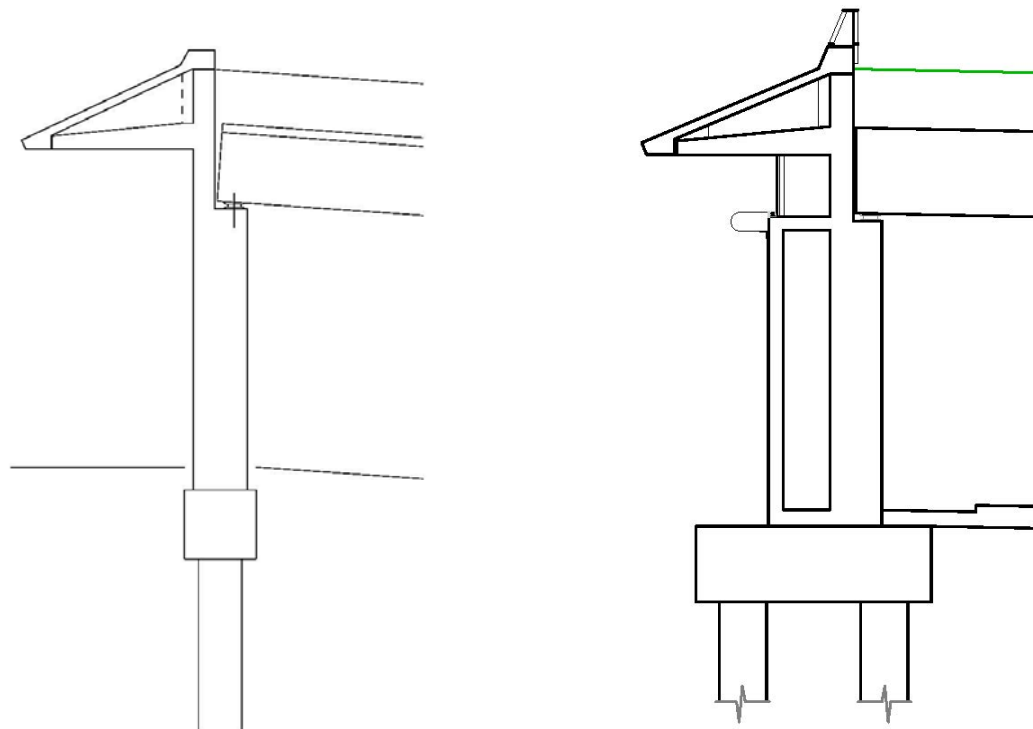
7.3.3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

El falso túnel que da continuidad a la calle 30 en la zona del antiguo estadio de Vicente Calderón es una estructura muy simple formada por muros de hormigón armado en los laterales y una cubierta formada por vigas prefabricadas de hormigón pretensado de sección transversal doble T y una losa de hormigón armado sobre ellas. La cimentación de los muros es por medio de pilotes de hormigón armado in situ y un encepado también de hormigón armado.

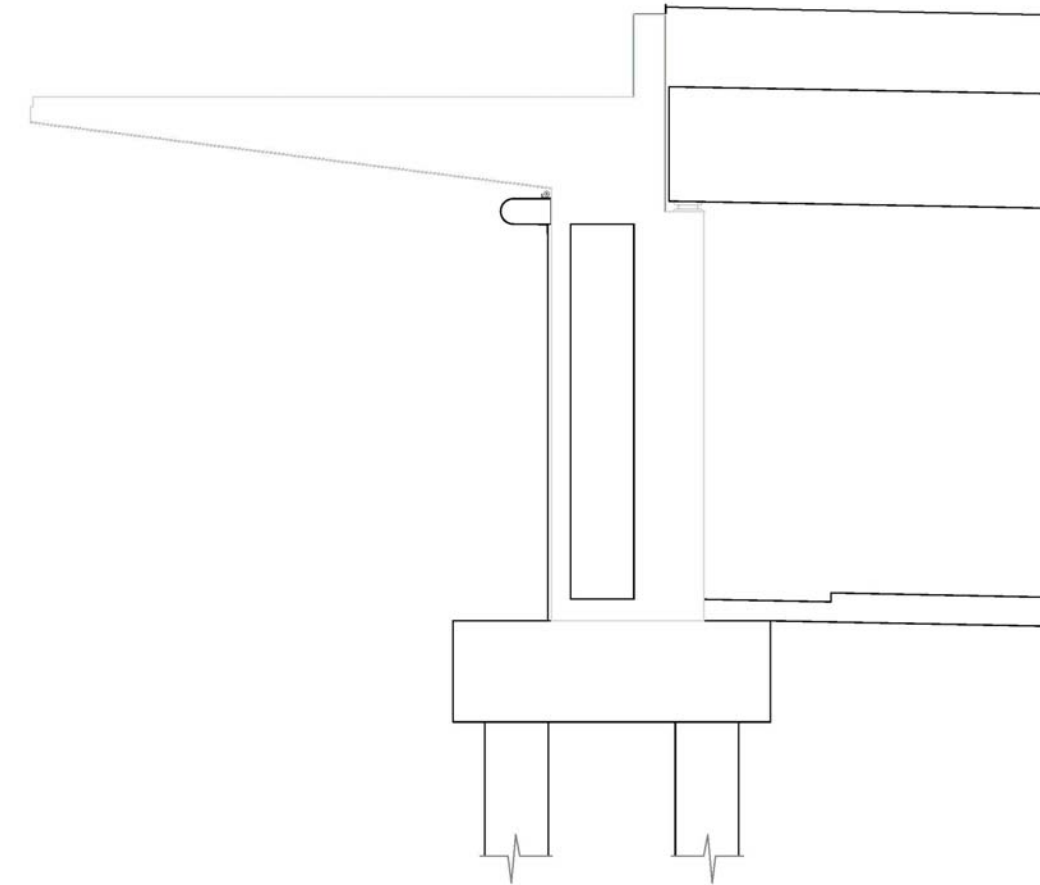
Las dimensiones generales de la obra son una longitud de unos seiscientos veinte metros con una anchura variable entre veintiséis metros en la embocadura sur y algo más de veintiún metros en la embocadura norte. Hay que tener en cuenta que la presencia del colector de la margen izquierda obliga a sobre anchos para poder mantener la cimentación. Además, hay un ramal de incorporación de unos ochenta metros de longitud con una anchura de trece metros.

La altura libre del túnel, entre el pavimento y la cara inferior de la estructura de cubierta es de más de seis metros con diez centímetros como mínimo. El canto del tablero es de un metro con ochenta centímetros y las tierras que lo cubren tienen un espesor de un metro con veinticinco centímetros. Por tanto, se llega a alturas de muro entre ocho y diez metros, según pasen las tierras por encima del muro o no.

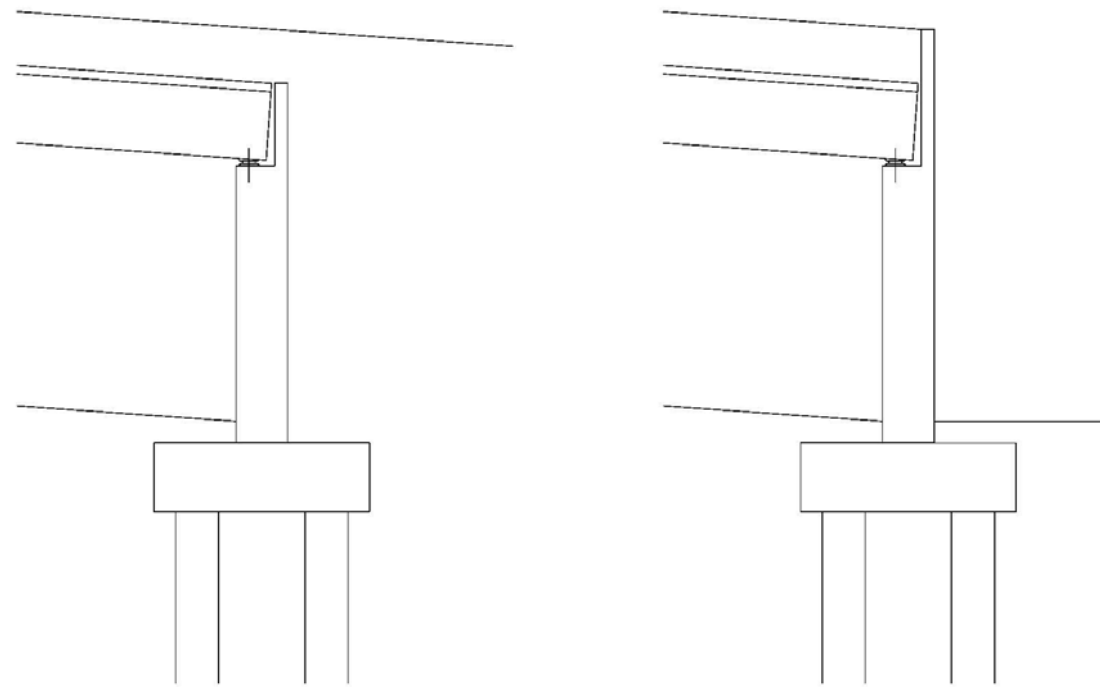
Hay cuatro alineaciones de muros que forman la estructura del falso túnel. La primera es la del muro próximo al río. Este muro no contiene tierras, sirve de apoyo de las cargas verticales de la cubierta y también como soporte de la pieza prefabricada que marca el borde superior. El espesor de este muro es de un metro con veinticinco centímetros. En las zonas norte y sur la alineación del muro está muy próxima a la orilla del río y por tanto los pilotes están bajo el propio muro. En la parte central la alineación se separa de la orilla y a este muro se le añade otro para conformar la fachada. En esta zona el encepado se agranda y se desplaza ligeramente para servir como cimentación de ambos muros con los pilotes pareados. En la figura siguiente se muestra la geometría del muro tanto en la zona que discurre próxima a la orilla del río como en la parte central.



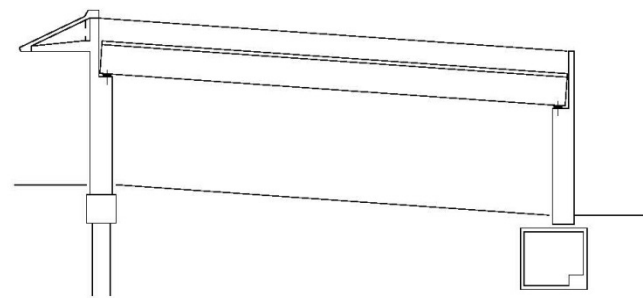
En esta primera alineación en las zonas cercanas a las embocaduras norte y sur el muro se apoya sobre las pantallas existentes. Hay además otra sección singular de este muro en la zona de los miradores sobre el río cuya geometría se muestra en la figura siguiente.



La segunda alineación de muros corresponde a los que contienen tierras, empieza con el muro del ramal, continua con el muro interior del tronco, forma el muro exterior del recinto de instalaciones norte y vuelve como muro interior del tronco. Cerca del puente de San Isidro y hasta la embocadura norte ya no contiene tierras, sino que es visto porque ya está en el viario de la ciudad. El espesor de muro es de un metro con veinte centímetros. Este muro desde el puente de San Isidro hasta la embocadura norte se apoya sobre la pantalla existente. En la figura siguiente se muestra la geometría de este muro tanto con tierras como si ellas.

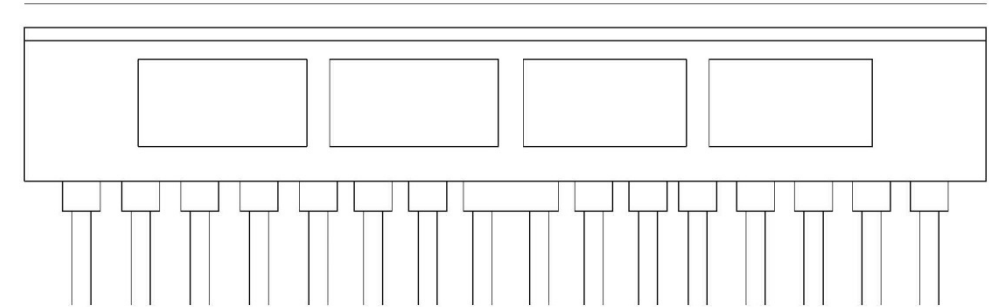


En esta alineación hay un cruce del muro sobre el colector de la margen izquierda en la que el muro hace de viga para pasar las cargas del tablero a la cimentación a cada lado del colector. En la figura siguiente se muestra la sección transversal del falso túnel en ese punto.

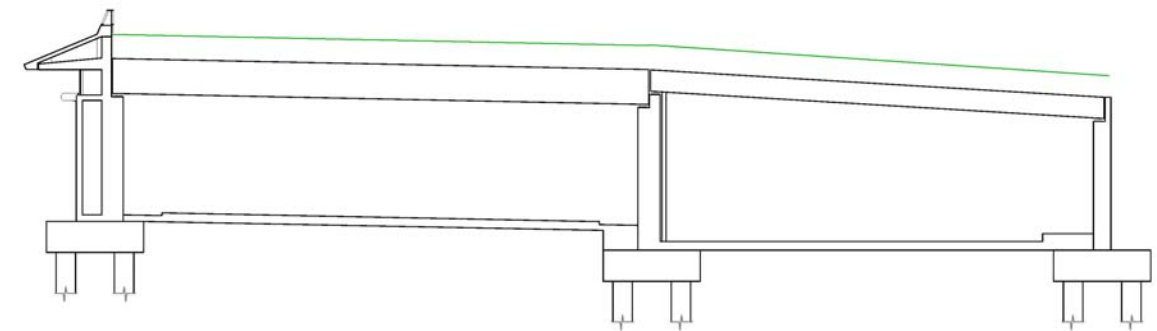


La tercera alineación se refiere al muro de separación entre el tronco de la calle 30 y el recinto de instalaciones norte. Es un muro que solo sirve de soporte de las vigas de cubierta por el lado calle 30 y de la losa aligerada por el lado del recinto. La cimentación de gran parte de este muro está colocada entre la cimentación existente de la tribuna del estadio, por eso la separación y forma de los encepados es variable. El espesor de este muro es de un metro con cincuenta y cinco centímetros. En este muro hay dos grandes huecos para las rejillas de ventilación, como la luz de los mismos es de unos diecinueve metros se dispone de un pilar intermedio de hormigón

armado de un metro con veinte centímetros de diámetro. El alzado de esta zona especial se muestra en la figura siguiente.

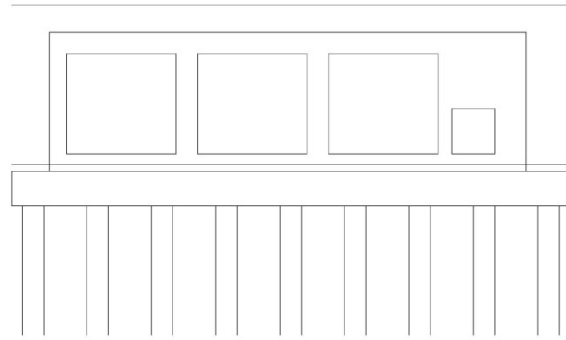


En la figura siguiente se muestra una sección transversal del túnel en la zona del recinto de instalaciones norte donde se aprecia la diferencia de canto entre el tablero de vigas y la losa aligerada. También se puede observar la forma del muro interior que soporta las dos cubiertas. En la parte izquierda de la figura se ve el muro de la primera alineación con el muro que forma la fachada y la pieza superior de cierre longitudinal.

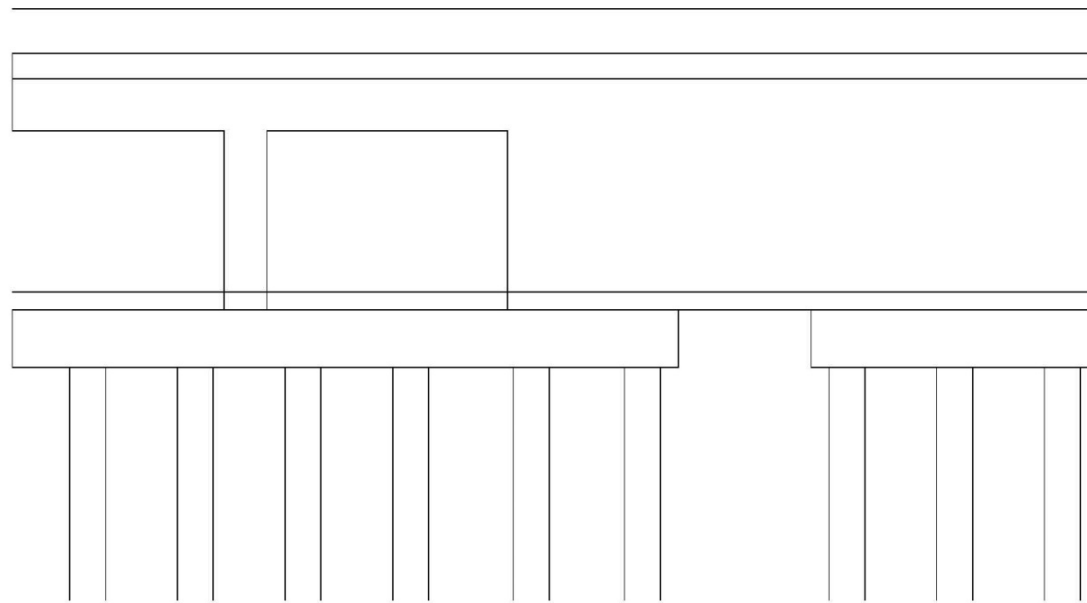


En el recinto de instalaciones o cuartos técnicos se dispone una solera de 45 cm de hormigón armada con #12 a 0,15 m en cara superior.

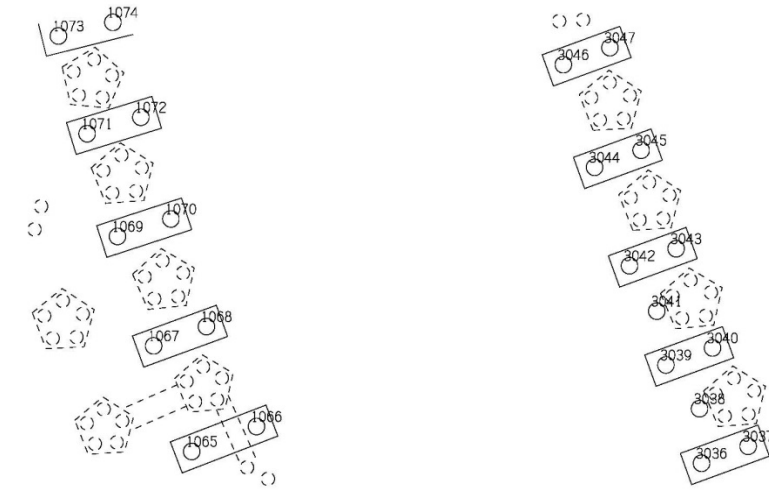
La cuarta alineación de muros es la que forma el recinto de instalaciones sur. Aquí hay gran variedad de muros, con tierras, vistos e interiores con vigas en cada lado. También hay un gran hueco para la ventilación con una luz mayor que las anteriores, en este caso se han dispuesto dos pilares intermedios de hormigón armado de un metro con veinte centímetros de diámetro. En la figura siguiente se muestra el alzado de esta zona particular.



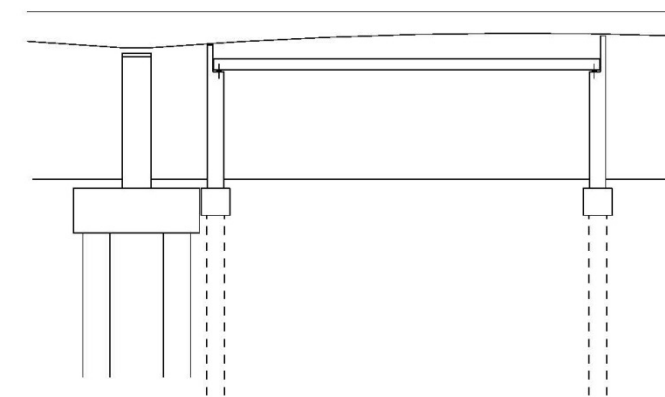
En la zona de unión del ramal con el tronco para facilitar la visibilidad también se elimina el muro poniendo una viga superior de un metro con cuarenta y cinco centímetros de canto sobre un pilar. En la figura siguiente se muestra el alzado de esta parte final de la cuarta alineación de muros.



La cimentación de los muros es por medio de pilotes de hormigón armado in situ de un metro de diámetro. Generalmente los pilotes se disponen pareados con una separación entre ellos de tres metros. La separación entre pares de pilotes depende de la carga de la cubierta y oscila entre tres metros para la segunda alineación de pilotes y siete metros para la primera. Hay bastantes zonas donde no es posible disponer los pilotes pareados y se colocan alineados bajo el propio muro con una separación de tres a tres metros y medio. En la zona de conflicto con la cimentación de la tribuna del estadio las separaciones y orientaciones de los encepados son muy variables. En la figura siguiente se muestra la cimentación de parte de esta zona que afecta a los muros de la primera y tercera alineación.

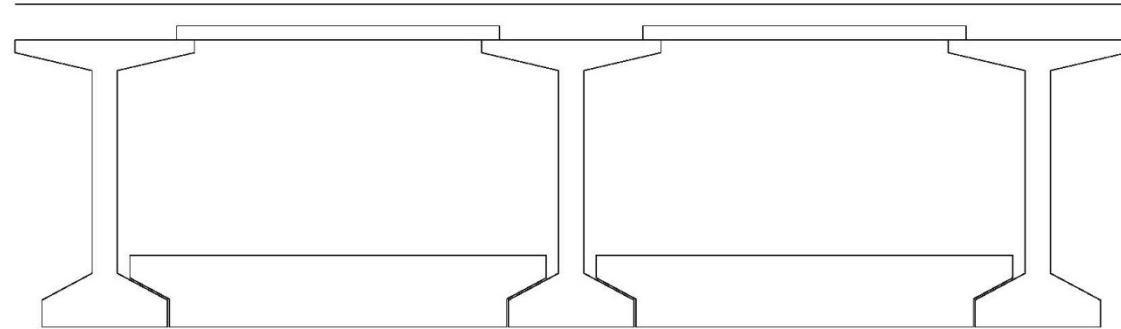


La cubierta de la calle 30 y del ramal de incorporación está formada por vigas prefabricadas de hormigón pretensado con sección transversal en doble T y una losa de hormigón armado de veinte centímetros de espesor sobre ellas. Hay tres tipos de vigas en función de la luz a cubrir. Para la calle 30 se utiliza una viga de un metro con sesenta centímetros de canto que tiene capacidad para luces entre veinte y treinta y cinco metros con separaciones entre dos metros y medio y metro y medio. Para la cubierta del ramal y parte del recinto de instalaciones sur se utiliza una viga de noventa centímetros de canto que tiene capacidad de hasta dieciocho metros de luz con separación de dos metros y medio. Para la cubierta bajo el puente de San Isidro se utilizan vigas de sección en T invertida con las cabezas pegadas ya que se requiere un canto estricto para dejar sobre la cubierta un espacio para inspección del puente. En la figura siguiente se muestra la sección transversal del falso túnel por el puente de San Isidro.



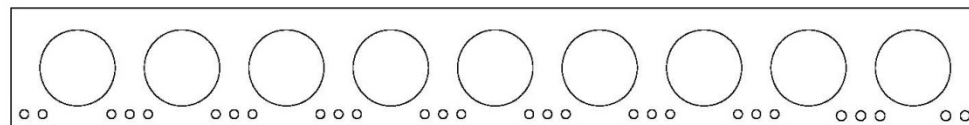
Para mejorar la ventilación del falso túnel se disponen de piezas prefabricadas de hormigón ligero que cierran el hueco entre las cabezas inferiores de las vigas. En la figura siguiente se muestra una sección longitudinal del tablero que cubre la calle 30

donde se puede apreciar la presencia de las prelasas colaborantes de hormigón armado y las piezas especiales de hormigón ligero que cierran los huecos y dejan el techo plano.



Los dos tipos de vigas doble T tienen la misma anchura de la cabeza superior, un metro, y por tanto en planta no se distinguen una de otra salvo por la luz.

Finalmente queda por describir la cubierta del recinto de instalaciones norte que está formada por una losa aligerada in situ de hormigón postesado, es decir que se aplica el pretensado en la obra cuando el hormigón alcanza la resistencia necesaria para esta operación. El canto de esta losa es de un metro con diez centímetros para una luz de veintitrés metros con ochenta centímetros. Para aligerar el peso de la losa se utilizan cilindros de porexpan de setenta centímetros de diámetro separados un metro con cinco centímetros entre sí. En la figura siguiente se muestra una sección transversal de esta losa por el centro de la luz de la misma donde se pueden apreciar las vainas de pretensado en la parte inferior.



Todas las vigas y la losa aligerada se apoyan en los muros a través de aparatos de apoyo de neopreno zunchado. Cada tipo de viga tiene un tamaño de aparato de apoyo.

7.3.4. AUSCULTACIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS

Aunque se trata de una obra convencional la ejecución de pilotes en zonas cercanas a construcciones existentes puede producir alguna afección y por tanto parece oportuno obtener el estado inicial de las construcciones próximas a las alineaciones de pilotes. En este caso solamente hay un aparcamiento, actualmente fuera de servicio, que linda

con el futuro recinto de instalaciones sur. El resto de edificios se encuentra bastante alejado de la zona de cimentación.

Hay otro elemento importante que es el muro que forma el cajero del río. En las zonas cercanas a las pantallas existentes en las embocaduras norte y sur estos muros se aproximan mucho a la alineación de pilotes y por tanto son susceptibles de sufrir algún daño. Por ese motivo se prevé la colocación de clinómetros en la cabecera del muro para controlar posibles movimientos de los mismos.

Como se ha dicho se trata de una obra convencional y por tanto con los riesgos inherentes a la construcción, y por tanto conocidos, lo que permite establecer protocolos de actuación para reducir dichos riesgos. Lo mismo ocurre con el control de materiales y ejecución durante el desarrollo de las obras que siguen normas establecidas. Los controles de continuidad de los pilotes por medio de diagráfias se complementan por medio de ensayos del contacto entre la punta del pilote y el terreno. Se ha previsto hacer un ensayo sónico en el 25% de los pilotes y un ensayo de continuidad en el 5% de los pilotes, con esto se tiene un amplio abanico sobre el estado real de los mismos.

Sí se establece una comprobación general de la cubierta por medio de una prueba de carga del tablero para relacionar su comportamiento estructural con el cálculo del mismo. Esta prueba consiste en colocar una serie de camiones con carga controlada mediante tarado en báscula en determinadas posiciones y medir las flechas por medio de niveles de alta precisión. De esta forma se puede comprobar si el comportamiento de la estructura es adecuado y cumple con lo esperado. Para realizar esta prueba se necesitan los siguientes medios en una jornada completa de trabajo:

- Seis camiones con 36 toneladas de carga máxima
- Un equipo de topografía
- Personal auxiliar para la colocación de los camiones

7.3.5. RESISTENCIA AL FUEGO

En el anejo nº 9 se incluyen los cálculos de resistencia al fuego que justifican la resistencia a 120 minutos de todas las estructuras.

7.3.6. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Actualmente el tráfico de la calle 30 está desviado para terminar la demolición de la tribuna del estadio. Por esta razón hay una zona central del futuro falso túnel que se puede ejecutar sin afección al tráfico, pero las zonas cercanas a las embocaduras hay que ejecutarlas con tráfico. Por esta razón y para tener acceso a la alineación del muro cercano al río se propone realizar una península protegida con escollera en la margen izquierda del río de unos diez metros de ancho. Esta península se retira cuando se terminen las obras.

En cualquier caso, la construcción del falso túnel se realiza secuencialmente con los siguientes pasos:

- Ejecución in situ de los pilotes
- Hormigonado de los encepados
- Construcción de los muros
- Montaje de las vigas
- Colocación de las piezas de cierre y las prelosas
- Hormigonado de la losa

Las tres primeras operaciones interfieren poco con el tráfico salvo la necesidad de cortar el carril próximo al lugar de trabajo. El montaje de vigas piezas y prelosas necesitan cortar el tráfico y por tanto se debe realizar en horas nocturnas. Con la plataforma superior creada el montaje de la armadura de la losa y el hormigonado de la misma se puede realizar si afectar al tráfico.

7.4. ANALISIS DE RIESGO EN TRAMOS CON PENDIENTES SUPERIORES AL 3%

Si bien el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, no sería de estricta aplicación al presente proyecto de cubrimiento de túnel, se ha querido tomar como referencia a la hora de su diseño.

En su artículo 4. Medidas de seguridad, se dice que se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que los túneles cumplan los requisitos mínimos de seguridad establecidos

En el Anexo I en su apartado 2.2 Geometría del túnel, dice que en los túneles con pendientes superiores al 3%, se adoptarán medidas adicionales o reforzadas, o ambas, para incrementar la seguridad, basándose en un análisis de riesgo.

El trazado de la M-30 previsto en el proyecto es el mismo que tiene actualmente la vía, tanto en planta como en alzado. Por tanto, los parámetros actuales del trazado se mantienen y dadas las características del actual tramo, que no se encuentra al nivel de soterramiento del resto del trazado de Calle 30, existen hoy día un tramo en rampa y otro en pendiente en las bocas actuales sur y norte respectivamente, con valores superiores al 3%.

En la boca sur actual hay una rampa del 5% en una longitud de 140,22 m, de los cuales, un 64% se encuentran actualmente en túnel, quedando solamente unos 50 metros objeto de cubrición.

Y en la boca norte hay actualmente una pendiente del 4,5% en una longitud de 58,37 m justamente en zona descubierta próxima a la entrada al túnel actual.

Las secciones transversales y, por tanto, los gálibos, tanto verticales como horizontales, se respetan en el proyecto, siendo los que actualmente tiene el túnel de M-30. En la boca sur hay 5 carriles de 3,50 m de anchura más una zona libre a la derecha consecuencia del final de la incorporación de la anterior entrada a tronco.

En la boca norte también hay 5 carriles, si bien éstos son de 3,25 m de anchura.

Los gálibos verticales libre están en torno a los 5 m, siendo algo menor el existente en la margen izquierda de la boca sur, debido al peralte del 5% que tiene actualmente la calzada.

Según el R.D. el análisis de riesgo de un túnel deberá tener en cuenta todos los factores que afectan a la seguridad, en particular, la geometría del túnel, el entorno, el equipamiento, las características del pavimento y el tráfico y el tiempo de llegada de los servicios de emergencia.

Por tanto, siguiendo estos criterios, el análisis de riesgo del túnel deberá tener en cuenta los siguientes factores que afectan a la seguridad:

1.- Geometría del túnel

El presente proyecto de cubrimiento del tramo de M-30 mantiene las características geométricas del túnel y en particular de su sección transversal. Este tramo no va a suponer ninguna alteración en las condiciones físicas del túnel, puesto son las mismas que tiene en la actualidad en tramo objeto de proyecto.

Como se ha dicho anteriormente, hay dos tramos con pendientes superiores al 3%, que se mantienen sin alteración.

El tramo del 5% de la zona sur se corresponde en planta con una curva de radio 240 m con un acuerdo convexo al final de Kv 1.500 y una longitud de 72,90 m.

El tramo del 4,5% de la zona norte se corresponde en planta con una clotoide de parámetro 214, cuya curvatura varía de infinito a R=565 m, con un acuerdo convexo en su inicio de Kv 2.500 y una longitud de 116,00 m.

Además, hay que tener en cuenta la limitación de velocidad que tiene toda la M-30 de 70 Km/h.

También hay que considerar la existencia actualmente de tramos de la M-30 con pendientes superiores al 3% en condiciones adecuadas de funcionamiento, sin que se hayan reportado ningún tipo de deficiencias.

2.- Entorno

Las obras que se proyectan consisten en el cubrimiento del único tramo del arco sur de la M-30 que quedaba al descubierto, sin alterar el trazado y la sección transversal actual. El entorno es el actual túnel del anillo distribuidor Calle 30, del cual forma parte y cuya explotación, conservación y mantenimiento es gestionada por la empresa Madrid Calle 30, a través de su socio privado y adjudicatario del contrato de gestión del servicio público mediante la sociedad Empresa de Mantenimiento y Explotación de la M-30, S.A. (EMESA). Dicha empresa dispone de los medios humanos y materiales para realizar esta tarea.

Por tanto, las obras del cubrimiento, una vez terminadas no quedan aisladas, sino que al integrarse en el conjunto de la M-30 queda garantizada su explotación y mantenimiento en todos sus aspectos, incluido en el tema de la seguridad.

3.- Equipamiento

El tramo que se proyecta cuenta con todas las instalaciones necesarias como son las de ventilación, que incluye la ventilación del túnel, la presurización de las salidas de emergencia y la ventilación y climatización de los dos cuartos técnicos que se proyectan nuevos; la instalación eléctrica; el alumbrado, que contempla el normal, el de seguridad, el de emergencia y el de guiado; la instalación de extinción y detección de incendios, tanto en el túnel como en los dos cuartos técnicos; las instalaciones de postes SOS; las CCTV y detección automática de incidentes; la megafonía, la señalización variable y semaforización; la instalación de control de tráfico; las radiocomunicaciones y las instalaciones de control de accesos.

Todo este equipamiento garantiza un alto nivel de seguridad para este túnel.

4.- Características del pavimento

Se proyecta un firme mixto con base de hormigón normalizado por el Ayuntamiento de Madrid. La capa de rodadura es una SMA-8 Surf PMB 45/80-65 similar a la empleada en otros tramos. Las mezclas SMA, debido a su granulometría y alto contenido en ligante presentan propiedades que otorgan a estas mezclas una notable resistencia al envejecimiento y a la fisuración, presentando una mayor durabilidad, lo que supone el mantenimiento de las condiciones seguridad en un plazo de tiempo mayor.

5.- Tráfico

El tráfico en este tramo está en torno a los 150.000 veh/día, con una limitación de velocidad a 70 km/h. Se trata de un volumen de vehículos muy importante, para lo que se cuenta con una infraestructura de 5 carriles de circulación de gran capacidad.

Para advertir al gran número de vehículos que circulan por la vía, de la presencia de unos tramos con pendiente en torno al 5%, se propone colocar sendas señales de

peligro P-16b (subida con fuerte pendiente) en la zona sur a ambos lados del túnel e igualmente sendas señales P-16a (bajada con fuerte pendiente) en la zona norte, así como marcas transversales en los carriles que no sean sonoras, pero si sean disuasorias. La implantación de estas medidas estará avalada por los estudios y la experiencia de Calle 30, de forma que no supongan la creación de retenciones en la zona, deteriorando la fluidez del tráfico.

6.- Tiempo de llegada de los servicios de emergencia.

En el tramo objeto de proyecto el tiempo de llegada de los servicios de emergencia (bomberos, ambulancias, policía, ...) es mínimo, ya que el túnel se encuentra en una zona urbana del centro de Madrid y por la existencia de un acceso en la calle San Epifanio, justamente en el tramo de proyecto situado a 150 m de la rampa de la zona sur y a 500 m de la pendiente de la zona norte.

Conclusiones

A la vista de los factores expuestos y de las medidas complementarias adoptadas, se entiende que en la zona de las pendientes previstas de 4,5% y del 5% en este tramo, se consideran adecuadas y suficientes dichas medidas para mantener el mismo nivel de seguridad que en el resto de los túneles del anillo distribuidor de la M-30.

7.5. REVESTIMIENTOS INTERIORES Y ACABADOS

7.5.1. ACABADOS TÚNEL

A lo largo de toda la longitud del túnel proyectado y a ambos lados del mismo (incluido el túnel de acceso), se colocan pantallas de acero vitrificado y silicato cálcico, de espesor requerido y cumpliendo las condiciones mecánicas y de resistencia al fuego impuestas para este emplazamiento.

Estas pantallas se "atan" a un perfil tipo J de aluminio ionizado que a su vez se apoya en un murete de 1,40m de altura y 0,15 de espesor, de hormigón armado HA-25/P/20 (CEM-II) y reforzado con una malla electrosoldada con alambre corrugado de acero EHE-B 500 T y \varnothing 8 mm ó \varnothing 9 mm.

Este murete, se pintará con una pintura blanca o pigmentada.

Para evitar que el agua de infiltración pueda penetrar en el túnel, se dejará un espacio de 35cm entre el muro y la pantalla de acero vitrificado, creando una cámara bufa, cuya función será la recogida del agua y otros elementos que puedan infiltrarse. Para poder llevar a cabo la limpieza de la misma, se colocarán registros formados por una puerta abatible de una hoja de chapa de acero galvanizado de 100x80 cm. Estos registros se proyectan por todo en túnel cada 20 m, aproximadamente.

En la parte inferior de la losa superior se colocará un falso techo formado por piezas de hormigón ligero prefabricadas que cumplirán las condiciones mecánicas y de resistencia al fuego necesarias para este emplazamiento. Este falso techo se colocará cerrando en el espacio entre vigas.

Finalmente, toda la superficie de la parte superior del túnel, se pintará con pintura negra.

7.5.2. ACABADOS CUARTOS TÉCNICOS

Los tabiques que conforman los cuartos técnicos de ejecutarán con fábrica de bloques de hormigón gris estándar. Estas fábricas de bloque dispondrán de armado vertical formado por redondos de acero y armadura de acero galvanizado.

Dependiendo de situación dentro de los cuartos técnicos, se generan distintas secciones de acabados de muros:

- Sección A: de 31 cm de espesor; en aquellos casos en los que el muro de bloques limite con el muro pantalla del túnel.
- Sección B: de 22 cm de espesor. Se indica principalmente para los paramentos verticales interiores.
- Sección C: de 41 cm de espesor. Este muro se describe para aquellas zonas en las que la fábrica de bloques, limite por la parte exterior, con el muro pantalla del túnel y por el interior con un panel fonoabsorbente.
- Sección D: de 32 cm de espesor, en aquellos casos en los que la fábrica de bloques vaya acompañada de panel fonoabsorbente en uno de sus lados.
- Sección E: Muros formados únicamente de un panel vertical de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm, con un espesor total de 10 cm.
- Sección F: Indica muros de iguales características que los de sección E, pero que además se acompañan de panel fonoabsorbente en uno de sus lados.

Todos los cuartos técnicos se protegen frente humedad. Los acabados de suelos, paredes y techos de ejecutan lisos, continuos, impermeables y de fácil limpieza.

Los paramentos verticales irán enfoscados, maestreados y fratasados con mortero hidrófugo y arena de río M-10.

Los paramentos se pintarán con pintura epoxi antipolvo, en blanco o pigmentado, con imprimación y plastecido y aplicando al menos dos manos.

Los suelos se pintarán con un tratamiento a base de resina epoxi en medio acuoso, con sustancias antiadherentes al polvo y completamente estancas, con poder endurecedor y aplicando al menos dos manos.

Se dispone de suelo técnico en todas las dependencias donde haya equipamiento de BT y comunicaciones. No así en las dependencias donde exista equipamiento de MT.

La instalación del suelo técnico, se compone de un falso suelo técnico elevado formado por placas-módulo de 60x60cm, compuestas por un núcleo de aglomerado de madera y acabado superior en PVC. El suelo de sitúa a una altura mínima de 40 cm.

Para salvar los desniveles que generan en el interior de los cuartos técnicos debido a la diferencia cota entre el suelo propiamente dicho de los cuartos técnicos y de aquellos cuartos donde se coloca suelo técnico, se llevará a cabo un recrecido con hormigón.

En cada uno de los cuartos técnicos, se crea una zona cuyas paredes y techo se someten a un tratamiento acústico fonoabsorbente mediante la absorción de lanas de roca de alto coeficiente de absorción de diferentes densidades y reacción al fuego; en el caso del Cuarto Técnico Central esta zona estaría comprendida entre los atenuadores acústicos "lado calle" y "lado túnel". En Cuarto Técnico Sur estaría entre la sala de álabes directrices y el atenuador acústico.

La resistencia al fuego (RF) de todas las puertas, tanto las del propio túnel, como las de accesos a instalaciones y las interiores a los cuartos técnicos será EI-120. Su diseño, instalación y mantenimiento se realiza según la norma UNE 23740-1:2016.

7.6. IMPERMEABILIZACIÓN

7.6.1. LOSAS DE CUBIERTA

Por encima de las losas de la estructura, se ha proyectado una cubierta de tierra destinada a la plantación de especies vegetales.

Para evitar que el agua de infiltración pueda penetrar al túnel, se ha dispuesto un sistema de drenaje e impermeabilización.

Para la impermeabilización, se ha optado por un tratamiento de tres capas de láminas asfálticas, que estarán cubiertas por un geotextil y serán protegidas por una capa de mortero de al menos 5 cm de espesor, y que se describe a continuación:

- Formación de pendientes: para que el sistema funcione correctamente, el hormigón de terminación de las losas de la estructura, deberá tener un acabado que garantice la rigidez y planeidad del soporte de la impermeabilización, con una pendiente marcada hacia los puntos en los que se colocarán los tubos de drenaje.
- Imprimación asfáltica, mínimo de 0,5 kg/m², CURIDAN o similar.
- Primera lámina: lámina asfáltica tipo LO-40-FP (UNE EN 13707), de oxiasfalto, armada con fieltro de poliéster de 130 g/m², acabada en polietileno por ambas

caras, adherida totalmente al soporte con soplete, ESTERDAN 40 PLASTICO o similar.

- Segunda lámina: lámina asfáltica tipo LO-40-FP (UNE EN 13707), de oxiasfalto, armada con fieltro de poliéster de 130 g/m², acabada en polietileno por ambas caras, adherida totalmente al soporte con soplete, ESTERDAN 40 PLASTICO o similar, solapando juntas según lo indicado en la NTE-QAT o según directrices de la Dirección de Obra.
- Tercera lámina: lámina asfáltica tipo LBM-50/G-FP (UNE 104-242. 1) de betún elastómero SBS, armada con fieltro de poliéster de 200 g/m², autoprotegida con gránulos minerales, adherida totalmente a la anterior con soplete, POLYDAN 50/GP o similar.
- Geotextil de protección de 200 gr/m² con solape de al menos 10 cm.
- Capa de protección de mortero de cinco centímetros (5 cm) de espesor mínimo.

Las juntas que se disponen en la estructura en sentido longitudinal y transversal, se resuelven con las correspondientes láminas de refuerzo y la ejecución de fuelles que permitan el movimiento, y estarán formadas por los siguientes elementos:

- Banda de refuerzo (0,48 m.) con lámina asfáltica LBM 30 FP, ESTERDAN 30P ELASTÓMERO o similar.
- Conjunto de membranas impermeabilizantes, de las características indicadas en la descripción de la impermeabilización con formación de fuelles.
- Cordón de sellado de junta.
- Masilla de poliuretano y cordón sellador de espuma.
- Refuerzo de lámina autoprotegida tipo LBM/G-FP. POLYDAN 50/GP o similar.

Para la evacuación de las aguas que percolen por el terreno procedentes del riego o de la lluvia, y con el fin de que llegue la menor cantidad de agua posible a la impermeabilización, se ha dispuesto un sistema de drenaje subterráneo que se colocará sobre el mortero que cubre la impermeabilización con los siguientes componentes:

- Celda drenante de 5,2 cm de espesor.
- Geotextil no tejido compuesto por filamentos de polipropileno 115 gr/m².
- Sobre el geotextil se colocará la capa de tierra con el espesor requerido en cada sección.

Aunque este tratamiento de drenaje está contemplado como solución constructiva en toda la superficie, en el proyecto se ha deducido la medición de la superficie considerada en el proyecto de urbanización del APE 02.27 "Nuevo Mahou-Calderón".

Para el correcto desagüe, se dispondrá, en cada lima hoyo y en el borde de la estructura, una zanja drenante de sección cuadrada de 45 cm de lado, formada por gravilla envuelta en geotextil, con un tubo dren por el centro de 250 mm de diámetro que recogerá las aguas de la celda drenante y que serán conducidas, con las correspondientes conexiones que no incluye este proyecto, a los tanques de infiltración definidos en el proyecto de urbanización del APE 02.27 "Nuevo Mahou-Calderón".

7.6.2. MUROS

Para la impermeabilización del trasdós de los muros se realizará el siguiente tratamiento en las zonas en las que exista relleno de tierras:

- Imprimación asfáltica, mínimo de 0,5 kg/m², CURIDAN o similar.
- Lámina asfáltica tipo LBM-30-FP (UNE EN 13707), de oxiasfalto, armada con fieltro de poliéster de 130 g/m², acabada en polietileno por ambas caras, adherida totalmente al soporte con soplete, ESTERDAN 40 PLASTICO o similar.
- Lámina nodular de polietileno de alta densidad drenante con geotextil.

Para la recogida de las aguas que pudieran filtrarse, se dispondrán en la parte baja del muro, donde este se encuentra con el encepado, zanjas drenantes con las siguientes características:

Muros situados al este (los más alejados del río Manzanares)

Al ser la zona con mayores rellenos de tierras, se colocarán dos zanjas drenantes. La más cercana al muro es de sección cuadrada de 50 cm de lado, formada por gravilla envuelta en geotextil, con un tubo dren por el centro de 315 mm de diámetro. Junto a esta zanja dren, se colocará otra de las mismas características que la que recoge el agua de infiltración de la losa, es decir, de sección cuadrada de 45 cm de lado, formada por gravilla envuelta en geotextil, con un tubo interior de 250 mm de diámetro.

Cada cierta distancia, las aguas se derivarán hacia el saneamiento, con conexiones ejecutadas mediante una zanja dren de 50 x 50 cm de gravilla envuelta con geotextil y tubo dren de 315 mm por el centro.

Muros situados al oeste (los más cercanos al río Manzanares)

A este lado, el relleno de tierras es menor, ya que se corresponde con un talud que arropa la parte baja de los muros para realizar plantaciones.

Se dispondrá una zanja drenante de sección cuadrada de 45 cm de lado, formada por gravilla envuelta en geotextil, con un tubo interior de 250 mm de diámetro que conecta con la red proyectada de saneamiento.

7.7. PLANTACIONES Y RED DE RIEGO

Se contempla la plantación de toda la superficie ajardinada, con una única especie de arbustos, *Rosmarinus officinalis*, de 0.20-0.30 m de altura, suministrado en contenedor. Esta especie resulta ideal para borduras y setos, y puede usarse como tapizante. Se acompaña de grupos de 1, 3 o 5 *Populus spp* a lo largo de toda la zona.

Para el riego de la zona ajardinada, se utilizará agua procedente de la red de agua regenerada que su vez se abastece del depósito de regulación que se ejecuta en la Fase 3 del Proyecto de Urbanización de APE 02.07 "Nuevo Mahou-Calderón", y que se corresponde con "Madrid Rio".

Se plantea una conexión a la salida de la cámara de control de ramales de esta red de agua regenerada que se proyecta en el proyecto antes mencionado.

Esta conexión de la red secundaria se realizará mediante una tubería Ø 63mm PEAD, toda la red secundaria se realizará en el mismo diámetro.

Esta tubería cruzará la M-30 pasando por encima de la cubierta siguiendo la misma traza de la tubería de suministro al depósito, que se proyecta en el Proyecto de Madrid Rio incluido en el proyecto de APE 02.07 "Nuevo Mahou-Calderón".

Siguiendo la traza de esta tubería, llegará hasta la cota de la zona ajardinada.

Una vez allí, conectará con la arqueta que contiene las electroválvulas.

A partir de ahí empezaría la red terciaria. Partiendo de la arqueta-electrovalvula llega hasta aproximadamente la mitad de la zona ajardinada mediante una tubería Ø 63mm PEAD. De esta tubería partirán los ramales de riego de tubería integral con gotero autocompensante Ø 16mm. Dependiendo de la densidad de plantación, se establecerá una parrilla de goteos de 50cm x 50cm (distancia entre goteros 0.50 m. y distancia entre ramales 0.50 m). Además, se dispondrá una red independiente para el riego de los árboles, formada por anillos de tubería integral con goteros autocompensantes.

La red de riego estará compuesta por distintos elementos tales como: tuberías de riego, emisores de riego (tubería portagoteros), arquetas con sistemas antivandálicos, elementos de control de riego (electroválvula, válvula de corte, filtro, reductores de

presión, programador) y demás piezas de conexión necesarias para la correcta ejecución de las obras.

El riego será automatizado, mediante el uso de programadores autónomos compatibles con sistemas de telegestión.

7.8. SANEAMIENTO Y DRENAJE

La red de saneamiento está formada por un único colector.

El colector CP-1, recoge los sumideros del margen derecho del túnel situándose por el exterior, con el fin de evitar la interferencia con el colector existente.

Este colector además de recoger los absorberos del túnel y las posibles filtraciones de la cámara bufa, se aprovecha para que evacue la red de saneamiento necesaria en el cuarto técnico nº 2 (parte central).

Debido a la profundidad a que se quedara en relación al terreno de la imagen final de Madrid Rio, así como en parte a la conformación de tierras que se dejara en el presente documento, se ha definido con una galería tipo I de la Normalización de Elementos Constructivos del Ayuntamiento de Madrid.

El colector proyectado, desagua finalmente en la cámara ejecutada en el trascurso de las obras de urbanización de la actuación Mahou Calderón.

En el lado norte del túnel, que debido a la pendiente vierte al túnel existente, se resuelve con una canaleta corrida en el borde de la calzada junto a la acera, de 30 cm con rejilla de hierro fundido con grafito esferoidal tipo EN-GJS-500-7 ó EN-GJS-600-3 (UNE-EN-1563-97) para clase de carga D 400 según Norma UNE-EN 124-1995. Incluso sistema de cierre de seguridad antivandálico. Esta canaleta también recoge la canaleta de la cámara bufa en dicha zona.

En lado sur del túnel, sucede lo mismo que en el norte, y vierte hacia el túnel actual, resolviéndose de igual forma que en el lado norte mediante canaleta corrida. Esta canaleta también recoge la canaleta de la cámara bufa en dicha zona.

Los caudales vertidos a los colectores existentes tanto en el lado sur como en el lado norte, son muy inferiores a los que ya recogía, ya que los colectores existentes, recogían caudales de lluvia al ser dichos tramos descubiertos. Los actuales se limitan a filtraciones y pequeñas escorrentías de las transparencias y en todo caso fugas puntuales.

Se define un último colector cuya función es recoger las escorrentías provenientes de los cuartos técnicos nº 1(zona sur). Dicho colector desagua al igual en la cámara ejecutada en las actuaciones de la urbanización del Mahou Calderón.

Dicho colector se ha definido mediante una T.H.A.E.C Ø 400 mm

Las conexiones de las arquetas sumidero a los colectores principales se ha definido con tubulares Ø 315 mm de policloruro de vinilo

El drenaje proyectado para las infiltraciones se ha definido mediante una canaleta perimetral de media caña en cámara bufa Ø100 mm. Esta cámara bufa no es necesaria en el muro del margen del río, ya que no tiene relleno en su trasdos que pudiera originar dichas filtraciones.

Para el saneamiento de los cuartos técnicos, se han dispuesto sumideros de dimensiones 250 x 250 mm en las distintas dependencias y pasillos de distribución para recoger las posibles aguas que se produzcan por distintos motivos. Estos sumideros se conectan a arquetas de fábrica de ladrillo de 700 x 700 mm que son las que a su vez se conectan a los colectores proyectados.

Las conexiones entre los sumideros y las arquetas se realizan mediante tuberías de PVC Ø 200 mm mientras que la conexión entre las arquetas y los colectores se realiza con tuberías de PVC Ø 315 mm.

También se definido un colector de saneamiento colgado de PVC liso color gris, de diámetro 110 mm. y con unión por encolado; colgado mediante abrazaderas metálicas, que sirve para desaguar el posible agua que se acumule en las transparencias.

7.9. INSTALACIONES

7.9.1. INSTALACIÓN DE VENTILACION

7.9.1.1. Ventilación

Dentro de la instalación de ventilación podemos distinguir las siguientes partes:

Ventilación de túnel

Se plantea la instalación de ventilación en el tramo de túnel a soterrar, siguiendo como referencia el R.D. 635/2.006 (por tratarse de un túnel unidireccional y contar con una longitud comprendida entre los 500 y 1.000 m), y a la normativa propia de Calle 30 relativa a esta instalación. Además, este tramo objeto de estudio, conecta otros dos tramos que en la actualidad están dotados de sistema de ventilación.

Para definir el tipo de sistema de ventilación diseñado, se han seguido, además de la normativa aplicable de ámbito internacional, la normativa específica de Calle 30, la cual describe y define el sistema de ventilación para este tipo de tramos (llamados zona río). El diseño de ventilación establecido por dichas especificaciones coincide con los criterios adoptados para los tramos soterrados adyacentes, de modo que una vez

soterrado el tramo e implantada la nueva instalación de ventilación, todo el sistema funcionará de forma conjunta, auxiliándose unos cantones a otros.

Se plantea un sistema de ventilación que combina a su vez varios tipos de ventilación, longitudinal y transversal. El túnel queda dividido en cantones, en los cuales debe quedar confinado el incendio. Dentro del cantón en el que se produce el incendio el sistema se comportará como un sistema transversal mientras que en los cantones adyacentes se comportará como uno longitudinal, obteniendo así un control de la corriente longitudinal que asegura que el incendio quedará confinado en el cantón del incendio. Además, los cantones quedan delimitados por pozos de ventilación que en caso de incendio extraerán también para asegurar el confinamiento del humo.

El sistema de ventilación de este tramo soterrado estará formado por tres tipos de ventilación:

Transparencias en techo, cuyo funcionamiento hace que el sistema tenga un comportamiento transversal. Se trata de huecos en el techo del túnel que comunican directamente con el exterior mediante una pareja de ventiladores axiales. Sólo funcionarán en caso de incendio.

Pozos de ventilación, dotados de ventiladores tanto de impulsión como de extracción. En caso de emergencia acotarán el incendio funcionando en los extremos de un cantón en modo extracción. En caso de servicio normal, funcionarán de modo consecutivo, es decir, un pozo impulsa un caudal y el siguiente (en el sentido del tráfico) lo recoge en modo extracción. Para el transporte de aire de un pozo a otro el sistema se ayudará de los ventiladores de chorro tipo jet.

Ventiladores de chorro, los cuales hacen que el sistema funcione en modo longitudinal. Funcionarán en los cantones adyacentes al incendio para conseguir la regulación de velocidad longitudinal deseada. En caso de servicio normal, actuarán en el cantón en el que ha detectado exceso de contaminante, de modo que transportarán el aire desde el pozo que lo impulsa hasta el que lo recoge.

Uno de los dos pozos proyectados (que será el único que funcione en caso de servicio normal), estará dotado en ambas salas (impulsión y extracción) de tratamiento acústico, mediante secciones de silenciadores. Sólo en la sala de extracción se prevé una estación de filtrado, para evitar la inmisión de partículas al ambiente exterior.

Por tratarse de una circulación unidireccional, el efecto de los ventiladores de chorro se ve reforzado por el efecto de émbolo o pistón de los vehículos.

La potencia de incendio considerada en el cálculo es de 30 Mw, que se corresponde con un fuego debido al incendio de un vehículo pesado sin mercancías peligrosas, siendo ésta además la potencia mínima exigida por el Real Decreto y por las Especificaciones de Calle 30 (CEMIM).

Presurización de salidas de emergencia

El tramo a soterrar cuenta con 3 vías de evacuación, mediante escaleras de emergencia que conectan el túnel con el exterior. De esta forma, con el fin de asegurar una evacuación adecuada y la no entrada de humo a las mencionadas vías de evacuación, se prevé la presurización de dichas escaleras.

Las vías de evacuación cuentan un vestíbulo previo para dota de una mayor seguridad se disponen en las escaleras de vestíbulos intermedios de entrada, los cuales deben estar presurizados en caso de incendio impidiendo la entrada de humo desde el túnel a la escalera.

Al detectarse una alarma mediante el sistema de detección de incendios del túnel se impulsará aire por medio de ventiladores a los vestíbulos, mediante un conducto y compuertas. Este aire comenzará a presurizar la zona. El control de la presurización se realizará por medio presostatos diferenciales y variadores de frecuencia en los ventiladores para mantener una presión máxima de 80 Pa.

Con el fin de garantizar la sobrepresión de las vías de evacuación se instalará para cada salida de emergencia dos ventiladores, uno de reserva, del 100% de las necesidades.

Ventilación y climatización de locales técnicos

Para los locales destinados a los centros de transformación y cuarto de Media Tensión se prevé un sistema de ventilación forzada, que renueve el aire del local y permita mantener la temperatura del mismo dentro de los límites de funcionamiento del centro. La ventilación de la zona se realizará mediante un ventilador de impulsión y otro de extracción en cada local.

Todos los cuartos en general dispondrán de un sistema de presurización con el fin de evitar la entrada de polvo y conseguir un mejor estado de los equipos durante más tiempo. Los cuartos que ya dispongan de ventilación la presurización se realizará impulsando más caudal que el que se extrae.

Para los cuartos de baja tensión y variadores y cuartos de control y comunicaciones se prevé un sistema de climatización mediante equipos de precisión que permiten disipar el calor emitido por los equipos electrónicos. Con este sistema se pretende que en dichos cuartos no se sobrepase una temperatura máxima establecida como límite la cual una vez excedida se podrían producir fallos de funcionamiento.

7.9.1.2. Control de ventilación

La ventilación del túnel estará accionada por el sistema de control, el cual contará con sensores para medir los siguientes parámetros a lo largo del túnel:

- Velocidad y dirección del viento en el interior del túnel
- Velocidad y sentido del viento en el exterior del túnel
- Visibilidad en el interior del túnel
- Concentración de Gases tóxicos en el interior del túnel: CO y NO₂

Los anemómetros de medición de caudal por ultrasonidos se ubican en los dos hastiales de cada tubo enfrentados de manera que miden el sentido del aire y el caudal para analizar la velocidad del mismo, estando la electrónica en el hastial derecho desde el que se conecta a la UCD más cercana por medio de conexión de 4-20 mA. En general se colocarán con una interdistancia máxima entre dos medidas de 100 m.

En el túnel se realizarán medidas de visibilidad, CO y NO₂ con una interdistancia entre las medidas de unos 200 m. Estos tres equipos serán independientes con distintos sistemas de medición.

Para los equipos de medición de la velocidad y sentido del viento en el exterior, se situarán anemómetros de cazoleta y catavientos en la rampa del ramal de acceso. De esta manera se tiene conocimiento de los vientos en la boca, para cuando se tenga que activar la ventilación, saber qué condiciones tiene que tener en función de lo que marque el anemómetro y el catavientos.

7.9.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La alimentación eléctrica a los túneles pertenecientes a Madrid Calle 30 se realiza desde 37 Centros de Transformación adecuadamente distribuidos a lo largo de los mismos.

El aseguramiento del suministro de energía eléctrica dispone de tres niveles de seguridad:

- Servicio Normal.- Correspondiente con el funcionamiento de los diferentes equipos y sistemas en condiciones normales. Los túneles son alimentados por el conjunto de acometidas en Media Tensión procedentes de las compañías suministradoras de energía, Unión Fenosa e Iberdrola, que alimentarán a todos los equipos de los túneles, con sus correspondientes simultaneidades, incluso en el caso correspondiente al caso de incidente, cómo puede ser el caso de incendio.

- Servicio de Respaldo.- Correspondiente con el funcionamiento de los diferentes equipos y sistemas cuando la fuente de alimentación Normal ha fallado. En este caso cuando falla una acometida procedente de la Compañía Suministradora cada centro de transformación conectado en anillo a la red de Media Tensión perteneciente a Madrid Calle 30, dispone de una segunda alimentación de respaldo, constituida por el resto

de acometidas exteriores que forman la red interna de Media Tensión de Madrid Calle 30, procedentes de subestaciones y Compañías Suministradoras diferentes, de forma que se garantiza las mismas funcionalidades que en el caso de Servicio Normal.

- Servicio de Emergencia.- Cuando no se disponen ni de la fuente de alimentación Normal, ni de la fuente de alimentación de Respaldo, en este caso el suministro en Baja Tensión de los túneles de Madrid Calle 30 se divide en un total de 18 agrupaciones conforme a la definición de los tramos existentes, estando equipadas cada una de ellas con un grupo electrógeno de emergencia para el suministro de los todos los servicios esenciales, a través de una unidad SAI para evitar el paso por cero en estos servicios.

Para el suministro de electricidad del tramo de túnel a soterrar se prevé la instalación de dos centros de transformación. Los centros se ubicarán de acuerdo a referencias de trazado del proyecto en los P.K. 0+180 y 0+400 junto a las cargas que demandan mayor potencia como son los ventiladores de extracción e impulsión de pozo, dividiendo de esta forma la alimentación eléctrica en dos sectores y dependiendo cada uno de ellos de un centro de transformación.

La conexión de ambos centros con la red de media tensión de Madrid Calle 30 se realizará entre los centros de transformación 1 y 9 pertenecientes al tramo 2 y 3 respectivamente, formando una nueva agrupación.

Esta agrupación dispondrá de una nueva acometida procedente de la Subestación Eléctrica de Melancólicos, perteneciente a Iberdrola, capaz de suministrar la carga demandada por ambos centros y de un grupo electrógenos de 275kVA para el suministro de los servicios esenciales durante un mínimo de 8 horas.

Cada núcleo de cuartos técnicos dispondrá de una unidad SAI tipo redundante con una autonomía mínima de 15 minutos a instalar en los cuartos de Baja Tensión, dimensionadas para cubrir, los sistemas de comunicaciones, vigilancia, detección lineal de incendios, autómatas y elementos de control de ventilación, media tensión, control de accesos, iluminación de seguridad, iluminación de salidas de emergencia, postes SOS, sensores atmosféricos y ambientales, señalización, presurización de vestíbulos de salidas de emergencia y PCI de cuartos técnicos.

El cable a emplear en la red de Media Tensión será de Aluminio recocido clase 2, según UNE-EN 60228 de tensión asignada 12/20 KV, de sección normalizada 400 mm², libres de halógenos, de limitada opacidad de humos y baja acidez y corrosividad de los gases emitidos durante la combustión, no propagador del incendio designación HEPRZ1FA3Z1-2OL (AS) unipolar, con protección mecánica y antioedores.

Los cables a emplear en la red de distribución de Baja Tensión serán de alta seguridad y de seguridad reforzada, con las siguientes características:

Conductores de Alta Seguridad. No propagadores del incendio Cu 0,6/1 KV RZ1F3Z1-K (AS) para uso en aquellas instalaciones que no sean críticas, tales como al alumbrado general de túnel, equipos con baterías autónomas, conexión entre el secundario del transformador de potencia y el cuadro general de baja tensión, receptores situados en zonas de seguridad, etc....

Conductores de Seguridad Reforzada. Resistentes al fuego Cu 0,6/1 KV RZ1F3Z1-K Mica (AS+) para uso en aquellas instalaciones que sean críticas tales como alarmas, alumbrado de seguridad de túnel, dispositivos de seguridad, sistema de ventilación, bombas de agua, megafonía, etc. que requieran continuar funcionando durante un incendio para asegurar la evacuación de las personas y facilitar las tareas de los equipos de extinción.

La canalización principal del cableado a lo largo del túnel estará constituida principalmente por bandeja de rejilla de acero inoxidable AISI 316, se instalarán 4 bandejas por ambos hastiales, 3 de 200x60 mm para la instalaciones de alumbrado, electricidad ITS y comunicaciones, y 1 bandeja de 300x60 mm para el sistema de ventilación mediante jets. En el interior de las galerías de emergencia se tenderá una bandeja para la alimentación de los elementos ubicados en la misma.

En el interior del túnel discurriendo por las aceras de ambos hastiales, se dispondrán un mínimo 6 de tubos de 110mm para electricidad baja tensión y comunicaciones, y 2 tubos de 200 mm para la instalación eléctrica de Media Tensión en el hastial derecho.

Todos los equipos de campo ubicados en el techo o hastial de túnel, estarán alimentados preferentemente desde las bandejas tendidas a lo largo del túnel, pudiéndose alimentar mediante canalización subterránea bajo tubo elementos concretos cómo son los postes SOS, estaciones ETD y en general equipos que necesiten cimentación.

7.9.3. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

La instalación de alumbrado del túnel contempla los siguientes sistemas:

- Iluminación normal
- Iluminación de seguridad
- Iluminación de emergencia
- Iluminación de guiado

Conforme al Real decreto 635/2006 cada uno de estos sistemas cumplirá la siguiente función:

La iluminación normal se proporcionará de modo que asegure a los conductores una visibilidad adecuada de día y de noche en la entrada del túnel, en las zonas de transición y en la parte central.

La iluminación de seguridad se proporcionará de modo que permita una visibilidad mínima para que los usuarios del túnel puedan evacuarlo en sus vehículos en caso de avería del suministro de energía eléctrica.

La iluminación de emergencia, estará a una altura no superior a 1,5 metros y deberá proyectarse de modo que permita guiar a los usuarios del túnel para evacuarlo a pie.

La iluminación de guiado se define con el fin de hacer más visible a todos los usuarios del túnel la posición de las salidas de emergencia.

Los niveles de luminancia a lo largo del tronco del túnel han sido calculados para una velocidad máxima en su interior de 70 Km/h y de acuerdo con la publicación del Ministerio de Fomento "Recomendaciones para la Iluminación de Carretera y Túneles". Sin embargo, en los accesos a este tronco, tomaremos una velocidad de 60Km/h, lo que nos da una distancia de seguridad de 60m.

La iluminación permanente o nocturna se colocará en el túnel en la zona lateral del mismo, en los hastiales, a una altura de 4,5m fijados al muro y por encima de ellos irá la bandeja de soporte rígido, sobre la que se realizará el tendido de cables y se colocarán otros elementos, como los conectores, por ejemplo. Esta iluminación será una línea continua de led de luz blanca a lo largo de todo el túnel que garantiza una iluminancia de 2.5 cd/m² durante el día y para condiciones de servicio sin incidentes, en caso de incidente en el túnel se deberá poder subir el nivel lumínico de este alumbrado hasta 4 cd/m², con objeto de tener mayor visibilidad en el mismo.

La iluminación de refuerzo, estará formada por proyectores led de 60680 lúmenes y 462W, 52480 lúmenes y 385W, 53120 lúmenes y 385W, 45360 lúmenes y 320W y 29520 lúmenes y 230W, todos ellos con fuente de luz 4000K, IP-66, IK-08 y regulables, instalados por encima del alumbrado permanente.

El alumbrado de refuerzo garantizará los siguientes niveles de iluminancia media:

Umbral 1 (30m.):	98 cd/m ²
Umbral 2 (30 m.):	68 cd/m ²
Transición 1 (25 m.):	39 cd/m ²
Transición 2 (33 m.):	20 cd/m ²
Transición 3 (57 m.):	10 cd/m ²

Desde el Centro de Control se podrá gobernar de una forma flexible y dinámica cada uno de los controladores locales para poder establecer una iluminación determinada por tramos dentro del túnel.

El alumbrado de seguridad del túnel, para permitir la evacuación del mismo dentro del vehículo, en caso de avería del suministro de energía eléctrica, estará constituido por las luminarias de alumbrado permanente o nocturno, alimentadas 1 de cada 7 desde un Sistema de Alimentación Ininterrumpida SAI. El alumbrado de seguridad se instalará a lo largo de todo el túnel, y garantizará un nivel de luminancia como mínimo del 10% de la luminancia de la zona interior del túnel (0,1 Lin) ó de 0,2 cd/m².

El alumbrado de emergencia, destinado a guiar a los usuarios del túnel para evacuarlo a pié, estará formado por luminarias de emergencia de funcionamiento permanente con la opción de encendido/apagado sistema autotest IP66 con batería autónoma de 2 horas, el cual garantizará unos valores mínimos de luminancia de 2 lux en un eje longitudinal paralelo al hastial con vías peatonales separado 0,5 m. del mismo y se instalará a una altura máxima de 1,5m.

Por último, el sistema de señalización, estará formado por luces señalizadoras con forma de flecha de color verde situadas a ambos lados de la puerta indicando la posición de la salida de emergencia para atraer la atención de los peatones en su huida durante una situación de emergencia.

7.9.4. INSTALACIÓN DE EXTINCIÓN Y DETECCIÓN DE INCENDIOS

7.9.4.1. Extinción de incendios

Los equipos, instalaciones y sistemas de protección contra incendios proyectados se seleccionan en base al Real Decreto 635/2006, que establece los requisitos mínimos de seguridad en los túneles de la red de carreteras del Estado y a las Especificaciones Técnicas de Calle 30.

Por otro lado, para el desarrollo de las características de cada una de las instalaciones de Protección Contra Incendios se tendrá en cuenta el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y a las Especificaciones Técnicas de Calle 30.

Los equipos y sistemas de protección contra incendios a implantar, según el apartado 2.21.1.1 del RD 635/2006 para túneles unidireccionales, de longitud entre 500 y 1000m y con IMD superior a 2000 veh/h por carril serán los siguientes:

- Extintores portátiles, disponiéndose en túnel junto a cada BIE y en el mismo armario un extintor tipo ABC con eficacia 21A-113B, así como en los cuartos técnicos.

- Sistemas de Hidrantes. Se prevén hidrantes exclusivamente en las salidas de emergencia. El sistema consistirá en dos tomas, una ubicada en superficie (hidrante bajo rasante con toma de 100 mm y rosca Madrid) y otra ubicada en el acceso a la salida desde calzada (tomas de 2x70 mm con racor Barcelona, en armario IPF-41). Ambos hidrantes serán unidos con tubería de acero de 100 mm de diámetro.

Los hidrantes bajo tierra deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 14339.

- Sistema de abastecimiento de Agua contra Incendios. El suministro de los hidrantes exteriores (uno por cada salida de emergencia) se realizará desde la red existente del Canal de Isabel II. Cada acometida abastecerá a un máximo de 5 hidrantes, para lo cual se hará la distribución más conveniente a nivel de superficie exterior con el cálculo de la sección necesaria. Dicha distribución será en acero negro. El caudal previsto para los hidrantes que determinará la sección de tubería prevista será del 1000 l/min.

Como se ha dicho, además del R.D. 635/2006, la instalación de protección contra incendios debe cumplir con las Especificaciones Técnicas de Calle 30, por lo que el túnel también estará dotado de:

- Bocas de incendio equipadas. Las BIE's estarán ubicadas en ambos hastiales a tresbolillo, de manera que todos los puntos del túnel se encuentren cubiertos simultáneamente por la acción de 3 BIEs. La red de reparto se dispondrá en configuración de anillo con tubería de acero negro sin soldadura conforme norma UNE EN 10255, con válvulas de corte motorizadas cada 400 m como máximo. Se han adoptado bocas de Incendio Equipadas de 25 mm con racor Barcelona. Asimismo, dispondrán de armario para ir alojado un extintor.

Para el dimensionado de la instalación se considerarán los valores mínimos y máximos que establece el Real Decreto 513/2017 en cuanto a la presión de 3 kg/cm² como y 6 kg/cm² respectivamente, con un factor K=42 para las BIEs de 25 mm. Estas condiciones deberán mantenerse al menos para 3 BIE's simultáneamente durante 1 hora. En cada BIE, se situará una válvula reductora de presión con el fin de garantizar la presión exigida en el caso de que sea necesaria.

Las Bies dispondrá de manguera semirígida, contarán con marcado CE de conformidad con las normas UNE-EN 671-1. Además, deberán contar con sus placas características.

La red será atendida en caudal y presión, por un grupo de presión compuesto por dos bombas eléctricas principales + bomba jockey exclusivo para dicha instalación. Se deberá disponer de una reserva de agua de 18 m³ considerando

el suministro de tres BIEs durante 60 minutos con un caudal por BIE de 100 l/min.

- Red de columna seca. Se prevé exclusivamente en las salidas de emergencia. El sistema consistirá en dos tomas, una ubicada junto a la trampilla exterior y otra en el acceso a la salida desde calzada, empleándose tomas de 2x70 mm con racor Barcelona, en armario IPF-41. Ambas tomas serán unidas con tubería de acero galvanizado de 80 mm de diámetro. Si la columna seca acomete a diferentes tomas, en diferentes niveles de embarque, se dispondrán llaves de cierre normalmente abiertas.
- Armarios de dotación de Bomberos. Por requerimiento expreso de los Bomberos, se instalará en cada Salida de Emergencia, al nivel de calzada un armario con el siguiente material, cuyo suministro quedará por cuenta de la Explotadora. El armario contará con 1 premezclador de Espuma de 200 l/m, 1 lanza para espuma de baja expansión de 200 l/m, 2 bidones para espumógeno de 25 litros baja expansión AFFF Polyfoam 3/3 o similar, 3 mangajes de 25 mm. De diámetro y 25 m. de longitud, 2 sacos de absorbente tipo "Green Stuff" o similar de 25 litros y 8 conos de señalización de Tráfico.
- Los locales técnicos contarán de forma general con un sistema de extinción por gas NOVEC excepto cuartos destinados a ventiladores, estación de filtrado, contraincendios, disponibles y pasillos. El sistema funciona por inundación será total, por lo tanto, la zona a inundar se considera un recinto cerrado sin aperturas para que se pueda alcanzar y mantener la concentración de extinción establecida.

La instalación de gas NOVEC cuenta con los siguientes elementos:

- a) Batería de Cilindros en simple fila de 180 litros, 50 bar que serán presurizados con nitrógeno seco en cilindro piloto de 2 litros a 200 bar.
- b) Válvulas direccionales para cada uno de los riesgos a proteger.
- c) Difusores radiales 360° de diámetro adecuado.
- d) Red de tuberías que estará formada por tubo galvanizado en caliente, con espesores según ASTM A106 Gr.B, siendo el mínimo aceptable 40.

7.9.4.2. Detección de incendios en cuartos técnicos

Para los cuartos de control, centros de transformación, cuartos eléctricos y ventiladores se proyecta una instalación de detección por aspiración en ambiente y falso suelo donde este se haya dispuesto.

Para el resto de los cuartos la detección y zonas de circulación la detección proyectada se realizará con un sistema de detección puntual.

7.9.4.3. Detección lineal de incendios

Este sistema estará compuesto por dos cables de detección de incendios a lo largo del túnel en dos tiradas, conectados a una unidad de evaluación de temperatura situada en el cuarto técnico del núcleo de ventilación 2. El motivo de que se hagan dos tiradas es debido a que hay más de 2 carriles, siendo recomendación del fabricante y especificación de las EIT de Calle 30 la de realizar dos tiradas paralelas. También se dotará de este sistema al ramal de acceso del túnel. Por tanto, en la zona de calzada se pretende la detección de incendio por medio de incremento rápido de temperatura. En la zona de calzada se complementará la detección incendios con otros sistemas, como el circuito cerrado de televisión.

Cada unidad de control puede controlar hasta 3.200 m de cable en distintas tiradas. Los 3.200 m de cable representan el conjunto del cable, es decir, la suma de distancia del cable y el cable de comunicación entre el cable sensor y la unidad de evaluación.

La unidad de control del sistema que suministra la corriente eléctrica al cable sensor, cumple el ciclo de direccionamiento de los sensores conectados, lee los valores de temperatura medida e interpreta la información. En el caso de que el valor supere un umbral determinado, aparece una alarma. Estas alarmas serán de varios tipos, según el margen de temperatura que se supere, dando así varios umbrales de avisos de posible incendio.

La zona que debe controlar el cable sensor puede ser dividida en un máximo de 254 zonas de alarma por unidad de control. Se puede definir para cada zona de alarma un umbral de alarma independiente.

El cable se compone de un cable plano de 4 conductores, con híbridos instalados cada 8 m. Los híbridos contienen un circuito integrado, específico de la aplicación y un sensor de temperatura semiconductor. Los puntos de medida tienen una dirección fija y propia, lo que permite su localización física.

7.9.5. INSTALACIONES ESPECIALES

7.9.5.1. Instalación de postes SOS

Se instalarán intercomunicadores cada 80 metros más o menos a lo largo del túnel, ubicándose uno en cada salida de emergencia, lo que puede ocasionar que estas distancias se acorten. Los intercomunicadores se conectarán vía Ethernet desde el switch existente en su interior a un armario de control distribuido, que enlazará con un cuarto técnico que a su vez enlaza con el centro de control. Esta conexión se realizará a través de un cable ftp que conecta la electrónica del poste al switch alojado en su interior, con un switch situado en el armario de control distribuido (UCD),

entrando así en la red de comunicaciones de equipos de campo que une las UCD y posterior conexión con los PLCs redundantes, para así entrar en la red de comunicaciones.

Los terminales SOS se ubicarán en los armarios propuestos y su funcionamiento es similar al de un teléfono analógico tradicional con llamadas predefinidas.

Se conectan vía Ethernet desde el switch ubicado en cada poste S.O.S. al armario de control distribuido más cercano que es donde se encuentra el switch de la red del túnel encargado de integrar dentro de la red IP existente el servicio de Postes S.O.S.

En el Centro de Control Principal se instalará un Sistema Integrado de Gestión de Servicios de Postes S.O.S, compuestos cada uno de ellos por:

Gestor de postes SOS

Como terminal de recepción de llamadas se puede emplear un teléfono analógico estándar, un teléfono SIP o un PC con un software de conexión compatible SIP (Softphone o Ms NetMeeting por ejemplo). En el proyecto se utilizarán teléfonos SIP en el Centro de Control ya existente, con la posibilidad de instalar uno en el cuarto de comunicaciones de los cuartos técnicos 1 y 2.

7.9.5.2. Instalación de CCTV y detección automática de incidentes

Se proyectan cámaras de vídeo móviles y fijas a lo largo de la infraestructura del túnel. Los criterios de implantación de las mismas son los siguientes:

Se ubican cámaras fijas en el interior de los túneles, con una interdistancia máxima entre ellas de 80 metros. No obstante, aunque se establezca esta distancia máxima como base de trabajo, las condiciones del túnel y la ubicación de elementos de gran tamaño como jet y paneles de mensajería, la distancia entre ellas puede ser inferior a 80 m. Durante la obra se realizarán aquellos replanteos que sean necesarios para la visualización correcta de todo el tramo.

Según la especificación de Calle 30 para el cctv, en aquellos tramos que haya más de 3 carriles se ubicarán dos cámaras. Además, con esta instalación se está favoreciendo así el funcionamiento del sistema de detección automática de incidentes.

Se instala una cámara móvil en el exterior en el ramal de acceso al túnel. En el ramal de acceso se sitúa una cámara en la rotonda previa a la entrada al ramal para la visualización de la entrada.

Se procura que la cámara exterior controle o sea capaz de visualizar tanto la rampa de acceso, como los sistemas de información variable del acceso al túnel. Para conseguir esto, la cámara se situará sobre báculo o columna de 15 m. de altura.

Para la zona de las salidas de emergencia se ubica una cámara fija, próxima a la puerta, para el control de esta zona en caso de evacuación. Esta cámara no necesita estar adaptada para el sistema de detección automática de incidencias.

Se instalan minidomos fijos en los accesos a locales técnicos de las dos zonas de cuartos técnicos y en los accesos a las salidas de emergencia. Se ubican 2 cámaras en las zonas de los locales técnicos 1 y 3 cámaras en las zonas de los locales técnicos 2. Se sitúan próximas a cada puerta de acceso a los locales, con el fin de controlar lo máximo posible todos los accesos, para en caso de detectar una señal de intrusión en alguna de las puertas se pueda visualizar la zona y comprobar la veracidad de la alarma. También se instalan este tipo de cámaras en las salidas de emergencia en su interior, con el fin de comprobar las entradas y salidas desde y hacia el túnel en estas zonas.

Las cámaras fijas del túnel irán conectadas por medio de cable FTP al switch del poste SOS más cercano y las de las salidas de emergencia irán conectadas por medio de cable FTP al switch industrial situado en la UCD más próxima, desde el cual se envía a los equipos de gestión de vídeo de los cuartos técnicos, para su gestión y envío por medio de TCP/IP al centro de control. Tanto el grabador y transmisor de imágenes como el sistema DAI llamarán a cada cámara a través de la dirección IP asignada, no siendo necesario la utilización de distribuidor de señal para duplicar ésta.

La cámara exterior móvil irá conectada con cable de fibra óptica multimodo al armario exterior a pie de columna, hasta los equipos de gestión de vídeo de los cuartos técnicos. Esta cámara enviara su imagen por fibra óptica desde el armario a pie de cámara hasta el cuarto de comunicaciones. El procedimiento de envío de señales al centro de control será el mismo que para las cámaras fijas.

Las cámaras domo móviles de la zona de cuartos técnicos se conectarán directamente con el switch del cuarto de control, puesto que estas cámaras están próximas a estos cuartos y el cable de conexión FTP no tiene impedimento por distancia.

Además del sistema de cámaras de televisión, se implantará un sistema de detección de incidentes, asociado a las cámaras fijas distribuidas por el túnel con el fin de identificar irregularidades en el tráfico.

La Detección Automática de Incidentes permite conseguir un acceso inmediato al escenario en caso de incidente, así como la secuencia de los acontecimientos que han precedido al disparo de la alarma. Este sistema tiene almacenado en su interior los acontecimientos lógicos de tráfico, analizando todos los aspectos del mismo y comparándolos con los datos almacenados. De esta forma, cualquier anomalía de tráfico fuera de los parámetros normales del mismo y recogidos por el sistema, hace saltar la alarma, produciéndose una emisión de imagen prioritaria al centro de control. Este sistema es muy importante como detector de accidentes y posibles conatos de incendios, incluso antes que la detección lineal de túnel.

Para realizar las funciones de Detección Automática de Incidencias, se recomienda que la separación de las cámaras sea como entre 15 y 20 veces la altura de instalación.

7.9.5.3. Instalación de megafonía

El sistema de Megafonía se basará en un sistema de Evacuación por voz en cumplimiento de la normativa EN-54 especificada en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).

Se instalará un sistema de megafonía en el interior del túnel. Además, se situarán altavoces en las salidas de emergencia, con el fin de comunicarse con las personas que evacuen por las salidas. El sistema de megafonía será el encargado de transmitir a todos los usuarios del túnel de manera clara y entendible las instrucciones que deben seguir en caso de producirse un accidente en su interior. Además, se utilizarán distintas zonas de megafonía, para que así se puedan emitir desde el centro de control diferentes mensajes en función de las necesidades dentro del túnel, puesto que se puede indicar zonas de evacuación y actuaciones a seguir. También existe la posibilidad de emitir mensajes en las salidas, de calma y de modo de actuación distintos a los que se emitan en el túnel siniestrado.

Todas estas cualidades del sistema de megafonía serán posibles debido a que se trata de un sistema de megafonía descentralizado, con la posibilidad de manejo por medio de unidades remotas de control, por si se produce una caída de comunicación entre el túnel y el centro de control.

El sistema de megafonía lo compondrán los siguientes equipos:

- Amplificación y Sonorización: Se situarán en el rack de megafonía del cuarto técnico del núcleo de ventilación 1. Los amplificadores serán de 500W con cuatro líneas de amplificación, ubicándose 1 unidad en un mismo rack. De todos ellos, uno de los amplificadores será de reserva para poder realizar la conmutación en caso de fallo en línea por amplificador.
- Matriz de audio: Situado en el mismo rack que el elemento anterior, se instalará una matriz de audio con conmutación de equipos y gestión del sistema de megafonía de alarma por voz. Esta matriz de audio funciona de manera autónoma para la inclusión de evacuación por voz a través de relés de entradas, que se conectan a módulos de señales del sistema de detección de incendios, de manera que cuando hay una alarma por detección de incendios y se activa el protocolo de evacuación, un módulo de detección de incendios da la orden directamente a la matriz de audio para que emita los mensajes pregrabados de evacuación.
- Armario rack de Megafonía: Se situarán en el cuarto técnico del pozo de ventilación 1.

- Cableado de conexión de 2x6 mm² entre los amplificadores y las cajas de derivación, de la que saldrá una conexión a los altavoces de cable paralelo de 2x1,5 mm².

7.9.5.4. Instalación de señalización variable y semaforización

El sistema de señalización estará compuesto por varios equipos con funciones diferentes.

Un primer sistema será de semaforización, compuesto por semáforos exteriores e interiores. Los semáforos exteriores serán de 4 focos y su finalidad será la de cierre de túnel en el ramal de acceso al mismo. Se ubicarán unos 90-100 metros aproximadamente de la boca del acceso del túnel. Estos semáforos estarán también ligados al sistema de barreras, activándose en caso de orden de bajada de barrera. En posición normal, el semáforo permanecerá verde. Se situará en amarillo con el fin de informar de alguna anomalía dentro del túnel próxima a la entrada. Se completará esta señalización con avisos en el panel exterior previo a estos semáforos. Como posición extraordinaria, sería la del iluminado de los dos focos rojos. Esto ocurriría cuando esté bajada la barrera de acceso al túnel e impida la entrada en el mismo.

Los semáforos interiores serán de dos focos y tendrán la finalidad de avisar de peligros en el interior del túnel. Estos semáforos avisarán junto con los paneles de mensajería variable y matrices gráficas de anomalías en los carriles. Se activarán también cuando se esté usando el sistema de postes S.O.S. Con anterioridad al incidente en la calzada, se iluminarán varios de estos equipos, para advertir del obstáculo o incidente. También se iluminará el semáforo previo a un poste S.O.S. que esté siendo utilizado. Al igual que con los semáforos de exterior, este sistema estará completado con la información que faciliten los paneles y las matrices gráficas del interior del túnel.

El segundo sistema estará compuesto por paneles de mensajería variable. Estos paneles serán de exterior y de interior, ubicándose también en el interior del túnel matrices gráficas. El panel exterior tendrá como finalidad avisar a los conductores que van a entrar en el túnel de posibles anomalías internas. Este panel también estará conectado al sistema de gálibo, con el fin de emitir un mensaje de exceso de altura previo a la última salida antes de la entrada al túnel. Será un sistema relacionado con el sistema de semaforización, puesto que por medio del panel se podrá poner en conocimiento de los conductores por qué los semáforos no están en verde o están en ámbar.

La totalidad de paneles ubicados en el interior del túnel, corresponderán a paneles de 2 líneas matriciales con regulación de altura de texto. Además, se aprovechará la situación del panel para situar dos matrices gráficas a ambos lados del panel como refuerzo de la información que se presentará.

Los criterios generales de ubicación son los siguientes:

- Los paneles interiores se ubicarán con una separación entre ellos de aproximadamente 400 m.
- La señalización en matrices gráficas pretende informar de incidentes o acontecimientos en el tráfico o en la red viaria a nivel de carril de circulación.
- La información que aportan las matrices gráficas se basa fundamentalmente en la señalización vertical normalizada, aportando la ventaja de que la señalización puede variar dependiendo de las situaciones de tráfico, estado de la calzada o cualquier tipo de incidencia que se produce en cada uno de los carriles de circulación. Permite señalar variedad de acontecimientos distintos a los tradicionales aspa-flecha y limitación de velocidad, como pueden ser congestión de tráfico, distancia de seguridad, etc.

Los criterios generales de ubicación de matrices gráficas son los siguientes:

- En las ubicaciones definidas para las matrices gráficas, se situará un panel por carril de circulación. En caso de coincidencia con panel de mensajería variable, las matrices pueden quedar ubicadas encima del arcén. Se entiende que esa matriz corresponde al carril próximo al arcén.
- La distancia entre distintas señalizaciones con matrices gráficas será de unos 200-250 m aproximadamente, dando cumplimiento al Real Decreto 635/2006, en el que se especifica que deberá haber señalización de velocidad y afecciones de carril cada 400 m como máximo. Cabe destacar que debido a la ubicación de las transparencias y de las matrices ubicadas en el tramo posterior, esta distancia puede acortarse.
- Se situarán matrices gráficas de forma específica en el ramal de acceso al túnel.

7.9.5.5. Instalación de control de tráfico

Se ha instalado en el túnel un sistema de control de tráfico básico y necesario para el control de los vehículos que van a acceder al túnel, así como del comportamiento de los que ya están en su interior.

Para el control de los vehículos que quieran acceder al túnel se situará gálibo mecánico y gálibo electrónico. Estos equipos avisarán de la posible entrada de un vehículo con altura superior a la permitida en el túnel por medio del ramal de acceso. Este aviso será tanto para el centro de control por medio de señales digitales como por medio de vibrómetro instalado en el mecánico, como para los conductores por medio de carteles indicadores, o sonoro tras choque con gálibo mecánico. Previo al ramal de acceso al túnel se situarán dos gálibos electrónicos y uno metálico.

Los gálipos electrónicos tienen la finalidad de avisar antes de la rotonda que da acceso al túnel, por lo que se sitúan con carteles luminosos. Estos equipos, darán una alarma al centro de control para avisar de la posible entrada de un vehículo con excesiva altura.

El gálibo mecánico se sitúa como medio de precaución y confirmación de que un vehículo ha desatendido la orden de no entrar en el túnel por exceso de altura. Al recibir un impacto los perfiles metálicos, además de avisar e incluso dañar al vehículo, por medio de un vibrómetro se avisará al centro de control para que actúe en consecuencia y cierre el túnel para evitar daños mayores.

Se sitúa también en la entrada al túnel por el ramal de acceso unas barreras degondables de 4, 5 m. a cada lado de la boca, con el fin de que en caso de tener que cerrarse el túnel, se accione este elemento, bajando el brazo de la barrera. Este sistema tendrá un número de señales que comunicarán al Centro de Control del estado del elemento y de su activación. Las barreras de cierre de túnel estarán en concordancia con el sistema de semaforización exterior, puesto que a la vez que se cierran las barreras, los semáforos se deben poner en rojo.

Se sitúan en el interior del túnel, espiras y estaciones de toma de datos, con el fin de tener datos del tráfico y del comportamiento de los vehículos en el interior del túnel. Las espiras y estaciones de toma de datos del interior del túnel se ubicarán con una distancia de 500 m entre ellas aproximadamente con el fin de tener un control de todo el túnel. Las espiras y estación de toma de datos del ramal de acceso se ubicarán a unos 40 metros de la incorporación al túnel aproximadamente.

Las estaciones de toma de datos del interior del túnel se ubicarán en el interior del armario de control distribuido más próximo a ellas.

Con este sistema se pretende tener datos del comportamiento de los vehículos en cuanto a velocidad, número de vehículos que entran en el túnel, situaciones de circulación anómalas a las normales, etc. De esta manera, se elaboran históricos que pueden hacer variar las condiciones de circulación en el interior, como velocidad de circulación por el mismo.

7.9.5.6. Instalación de radiocomunicaciones

Se instalará un sistema de radiocomunicaciones compuesto por tres zonas o frecuencias de emisión. Una zona para sistema tetra y tetrapol para policía nacional y guardia civil, policía municipal, bomberos y emergencias, un sistema UHF para mantenimiento, un sistema FM para emisión de mensajes de emergencia por medio de las emisoras de FM.

El sistema de transmisión será cable radiante de 1 ¼" para sistema tetra y tetrapol y de 1 5/8" para el resto de los sistemas.

En las salidas de emergencia se ubicarán equipos y cable radiante para sistema tetra y tetrapol para garantizar cobertura en esta zona.

Debido a la proximidad de los cuartos técnicos de los tramos anterior y posterior, no será necesaria la ubicación de los equipos amplificadores de señal, puesto que con los existentes en los cuartos técnicos de los tramos ya construido es suficiente para dar cobertura al túnel del proyecto. Por tanto, solo será necesario realizar la instalación de una unidad de combinación en cada el armario existente para dar servicio al túnel del proyecto a través del cable radiante.

Todos los tramos de cable radiante dispondrán de un amplificador situado en el cuarto técnico nº2, incluso los tramos correspondientes a enlaces y rampas de acceso o salida. Uno sólo de los amplificadores debe ser capaz de dar servicio a todo el tramo en caso de fallo del otro.

Los servicios de comunicaciones a incorporar en el conjunto de túneles son los siguientes:

- Dos frecuencias del Servicio de Bomberos de Madrid.
- Doce emisoras comerciales de FM, a seleccionar entre las existentes en el Dial de Madrid. Dichas emisoras comerciales de FM dispondrán en el interior de los túneles de la posibilidad de cortar la programación existente en ellas y sustituirla por mensajes de información a los usuarios. De estas 12 emisoras 8 están en el CCT y 4 en el CCR.
- Ocho portadoras del Sistema TETRA perteneciente al sistema del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, que trabaja en la banda de UHF (380 -390 MHz). En este sistema se engloba en la actualidad, entre otros, los servicios de la Policía Municipal de Madrid, el SAMUR y los Bomberos de Madrid.
- Ocho portadoras del Sistema TETRAPOL perteneciente al sistema del Ministerio del Interior, que trabaja en la banda de UHF (380 -390 MHz). En este sistema se engloba en la actualidad, entre otros, la Policía Nacional y a la Guardia Civil.

Con esta instalación se pretende dar una cobertura dentro del túnel a todos los cuerpos de intervención y operarios de mantenimiento.

La tirada de cable radiante partirá desde la finalización del cable radiante del tramo anterior e irá hacia el extremo del tramo posterior, ya que en los tramos anteriores y posteriores ya existe sistema de radiocomunicaciones. En estas dos zonas se producirá la conexión entre el cable radiante existente y el cable radiante a proyectar, para dar cobertura al túnel del proyecto con los equipos situados en el cuarto técnico nº 2.

De esta manera se consigue que haya cobertura en el túnel para los cuerpos de intervención, que se realiza por medio del cable radiante de 1 ¼", y que se amplifica por medio de los amplificadores existentes.

Para el equipo de mantenimiento del túnel y para las emisoras de fm se instalará un sistema similar al anteriormente descrito y un cable radiante de 1 5/8", tirado por el techo del túnel.

En todas las salidas de emergencia se situarán amplificadores bidireccionales de sistema tetra, tetrapol y bomberos para que haya cobertura dentro de las mismas, para que en caso de emergencia se pueda comunicar desde esta zona.

También habrá cobertura radio de los servicios de FM y mantenimiento de túnel.

7.9.5.7. Instalación de comunicaciones

Se realizará una red de comunicaciones en el túnel por medio de fibra óptica, uniéndose con el cuarto de comunicaciones de cada pozo de ventilación, con el fin de dar continuidad al anillo de fibra óptica que parte del centro de control y que actualmente termina en el tramo anterior y posterior al túnel. Al hacer un anillo, lo que se consigue es que, en caso de corte de comunicación entre dos elementos, haya un segundo camino que impida la interrupción de la conexión.

Los equipos que unirán el anillo de los tramos anterior y posterior serán los PLCs redundantes, las cuales conectarán los sistemas del túnel con el centro de control por medio de la red de fibra óptica del anillo de comunicaciones. Los PLCs redundantes están unidos a las cabeceras de comunicaciones para control distribuido que hay repartidas en las tres salidas de emergencia en cada UCD. Por tanto, la red de comunicación desde el nivel más bajo hacia el más alto queda de la siguiente manera.

Los elementos que hay repartidos por el túnel (elementos de campo) se conectan con la cabecera de comunicaciones existente en las UCDs. Desde estos equipos se conecta con los PLCs redundantes de los cuartos de comunicaciones por medio de un switch alojado en la UCD hasta otro switch alojado en la estación remota, por cable de fibra óptica multimodo de 12 fibras. De esta manera, se realiza una conexión en árbol de manera doble; por un lado, los elementos de campo se conectan con la cabecera de comunicaciones estableciendo la primera conexión en árbol.

Por otro lado, se produce una segunda conexión en árbol entre todas las cabeceras de comunicaciones con los PLCs redundantes de los cuartos técnicos. Estos PLCs redundantes son dobles, con su redundante, de manera que se conectan los dos a las cabeceras de las UCDs, para que en caso de perderse la conexión con un PLC se pueda seguir manteniendo por medio del PLC redundante.

La conexión entre el centro de control y el túnel se realizará también por medio de fibra óptica monomodo de 128 f.o. Hay que tener en cuenta que la conexión entre los

switchs del túnel y el centro de control se realiza en anillo por lo que, en caso de un corte de comunicación, el túnel funcionaría de igual manera. En caso de que se perdiera totalmente la comunicación con el centro de control, el túnel funcionaría con el control que le facilitan los PLCs redundantes, preparados para dar un funcionamiento de los sistemas más importantes de manera remota sin centro de control.

Todas las conexiones entre los switch o nodos que forman la Red de Comunicaciones IP emplearán tecnología Gigabit Ethernet sobre Fibra Óptica Monomodo.

Dentro del anillo existirán 2 tipos de equipos diferentes:

- Nodos de Acceso de Nivel 3 con comunicación de 10Gb a instalar en los cuartos técnicos de comunicaciones para comunicar con la red de accesos.
- Nodos de Acceso de Nivel 3 a instalar en las UCDs en cada salida de emergencia para conexión de equipos de campo desde la red de campo con los cuartos técnicos para su conexión con la red de accesos.

A esta Red de Comunicaciones IP se conectará por un lado la Red de Campo, destinada a interconectar todos los elementos distribuidos a lo largo del trayecto (autómatas, PLCs de control, servidores de terminales, postes SOS, etc) y por otro la Red Local de Puesto de Mando, destinada a interconectar los Puestos de Operador con los Servidores de cada sistema y evidentemente con los elementos a gestionar a lo largo del trayecto.

7.9.5.8. Instalación de control de accesos a cuartos técnicos

Se instalarán en las zonas de acceso a los cuartos técnicos un sistema de control de acceso a los mismos, compuesto por controlador electrónico de hasta cuatro puertas o zonas. Estos equipos serán las centralitas que controlarán y enviarán a la estación remota las alarmas proporcionadas por los equipos de detección (electrocerraduras y detectores volumétricos, lector de tarjetas y teclado). El conexionado del controlador local con los equipos de detección de acceso y control de aperturas de puertas se hará con cable 4x0,25 + 2x0,75 mm², por el que se transmiten los datos y se recibe la alimentación desde la unidad de control.

El sistema consta de:

Detectores volumétricos de doble tecnología a instalar en los pasillos de acceso a los cuartos técnicos y en los propios cuartos técnicos. Se instalarán estos equipos que detectan empleando la tecnología de microondas y por infrarrojos, pudiéndose activar un reconocimiento anti-insectos para evitar falsas alarmas.

Lectores de tarjetas y código pin en todas las puertas de acceso a cuartos técnicos, así como las puertas de entrada desde el exterior a la zona de cuartos técnicos. Estos

equipos permitirán la entrada por medio de la coincidencia de dos elementos. Por un lado, reconocimiento de la tarjeta de acceso y por otro lado, el reconocimiento del código solicitado para el acceso.

A su vez, en el interior de estas puertas, existirá un lector de tarjetas y un botón de salida manual, para que en caso de no haber corriente se pueda abrir la puerta.

Para que funcione el lector de tarjetas y código pin, en cada puerta se situará una electrocerradura que permita la apertura de la misma por medio de estos sistemas. Esta electrocerradura tendrá un consumo de 12 V., proporcionados por el controlador de accesos.

Por último, en cada puerta se sitúa un contacto magnético, que en caso de su ruptura de alarma al controlador electrónico de zonas o puertas. Este equipo activará la alarma de apertura de puerta cuando no se produzca por tarjeta o código pin.

Todos estos equipos están conectados al controlador electrónico de 4 puertas, dando las correspondientes alarmas por medio del PLC redundante, a la que está conectada. El sistema de control de accesos se conectará al PLC, con la alarma de intrusión para que en caso de que esta salte, se pueda desde el centro de control averiguar por qué ha sido por medio de las cámaras de vigilancia de la zona.

7.10. FACHADA RÍO

7.10.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

En otras partes del presente documento se han descrito los aspectos técnicos, de trazado, de capacidad de la movilidad, de cálculo estructural, de resolución de todo tipo de instalaciones y de organización de la construcción del túnel que se proyecta para la cubrición de la calle 30.

En este apartado se desarrolla someramente aquellos aspectos relacionados con la concepción formal del exterior del túnel y, en consecuencia, con la presencia en la ciudad de esta obra pública.

El túnel permite la continuidad completa del parque del río mediante una plataforma que desde la cota 576 en el sur, alcanza en el punto más elevado la cota 585 llega al nivel del tablero del puente de San Isidro y desciende hasta la cota 577 al norte del ámbito. Ello supone que la altura máxima sobre el pretil de la canalización del río es de 8 metros y, sin embargo, es perfectamente accesible en todos sus puntos con pendientes inferiores al 6%, siempre que el trazado de los caminos peatonales, sobre todo en la zona norte en la que la pendiente de la obra civil es de 6,3%, se desarrollen en trazados no rectilíneos, como, por otra parte, es la característica general del parque del río.

La plataforma recorre un trazado curvo que acompaña al río y que se ajusta al planeamiento aprobado. La longitud total desarrollada de la plataforma es de 700 metros de longitud.

En su relación con el Paseo de los Melancólicos y con las parcelas residenciales o de equipamiento previstas en el planeamiento aprobado al oeste de dicho Paseo, el túnel alcanza una altura que permite resolver, cumpliendo los principios de comodidad peatonal, accesibilidad y respeto a las altimetrías de implantación de las edificaciones, el parque que se desarrolle en el ámbito del antiguo estadio de fútbol.

Esta plataforma tendrá en su acabado superficial horizontal los elementos que finalmente se diseñen en lo que se refiere al tratamiento de las chimeneas de ventilación, al trazado de los caminos, al mobiliario o a la iluminación o vegetación, pero en cualquier caso se ha proyectado con una capa de tierra de al menos 125 cm. de espesor. Esta previsión permite diferentes soluciones superficiales con una holgura suficiente tanto de tierra vegetal para plantaciones como de sobrecargas de uso.

7.10.2. CONCEPTOS DEL TRATAMIENTO ARQUITECTÓNICO DE LA OBRA CIVIL PÚBLICA

La dimensión del túnel con 620 metros de longitud y 8 metros de altura exterior en su punto máximo, supone un importante elemento arquitectónico para la escena urbana. Por ello la aproximación de diseño que se ha hecho hasta la propuesta final ha tenido en cuenta los siguientes principios compositivos:

- a. La continuidad con la sintaxis utilizada en el resto de la obra del parque del río en los paramentos verticales, especialmente la utilización del granito en piezas longitudinales y verticales de textura tronzada en su cara vista.

Se pretenden con ello aproximaciones al concepto de DECOR, uno de los seis componentes de la RACIOTINATIO (parte teórica de la arquitectura) que enseña Marco Vitruvio Polión en su libro "De Architectura".

El DECOR (que nada tiene que ver con la decoración) persigue la adecuación de la forma a la función (el túnel satisface todos los requerimientos técnicos y de ellos se deduce su forma exterior), el respeto por el rito, la costumbre y la naturaleza del lugar.

- b. El entendimiento del túnel como una gran pieza urbana y, por consiguiente, el tratamiento de sus partes exteriores con la dimensión requerida para caracterizar el tratamiento arquitectónico y la plástica del conjunto desde la comprensión de la escala de las partes.

Este planteamiento acerca a la consideración (no textual pero sí conceptual) de los criterios compositivos de Jacopo Barozzi de Vignola (Vignola) en su tratado de 1562 en relación con los órdenes clásicos, "Regla de los cinco órdenes de la arquitectura".

En dicho tratado de composición clásica utilizado sistemáticamente hasta finales del siglo XIX en las escuelas de Bellas Artes, existe un módulo generador del conjunto de proporciones de una fachada que está en función del tamaño longitudinal de la misma y que Vignola concreta en el diámetro de la columna en su basa, a partir de la cual se resuelven las proporciones del conjunto.

Esta aproximación parece adecuada no como respuesta post-moderna a la pieza arquitectónica en la escena urbana banalizando los estilos clásicos, sino en una actitud que Ignacio Solá Morales ha descrito en numerosos textos y en concreto en la Revista Arquitectura nº 271 de 1988 en su artículo "La Recherche Patiente" en el que analiza el edificio de la Previsión Española de Rafael Moneo situado sobre el río Guadalquivir en el límite del casco histórico sevillano (en situación similar a la del túnel) y que trata de la siguiente manera: *"No tanto porque su trabajo se haya vuelto hacia la imitación clasicista sino porque en algunos supuestos del clasicismo han encontrado todavía dispositivos capaces de desbloquear la lógica compositiva del lenguaje ortodoxamente moderno."*

Y continua con sorprendente paralelismo entre 1988 y algo parecido a la situación madrileña actual: *"En una Sevilla dividida entre torpes historicistas y agresivos modernos la aportación del edificio de la Previsión Española ... es la de un edificio ni volcado hacia el espectáculo persuasivo de unas imágenes prontas para ser consumidas ni tampoco un modelo arquetípico con el que definir una normativa o una política de intervención"*

El tratamiento diseñado para el frente del río del túnel sobre la calle 30, intenta buscar pacientemente el adecuado carácter de un paño tan grande de la ciudad, alejándolo del espectáculo, pero también de la banalidad.

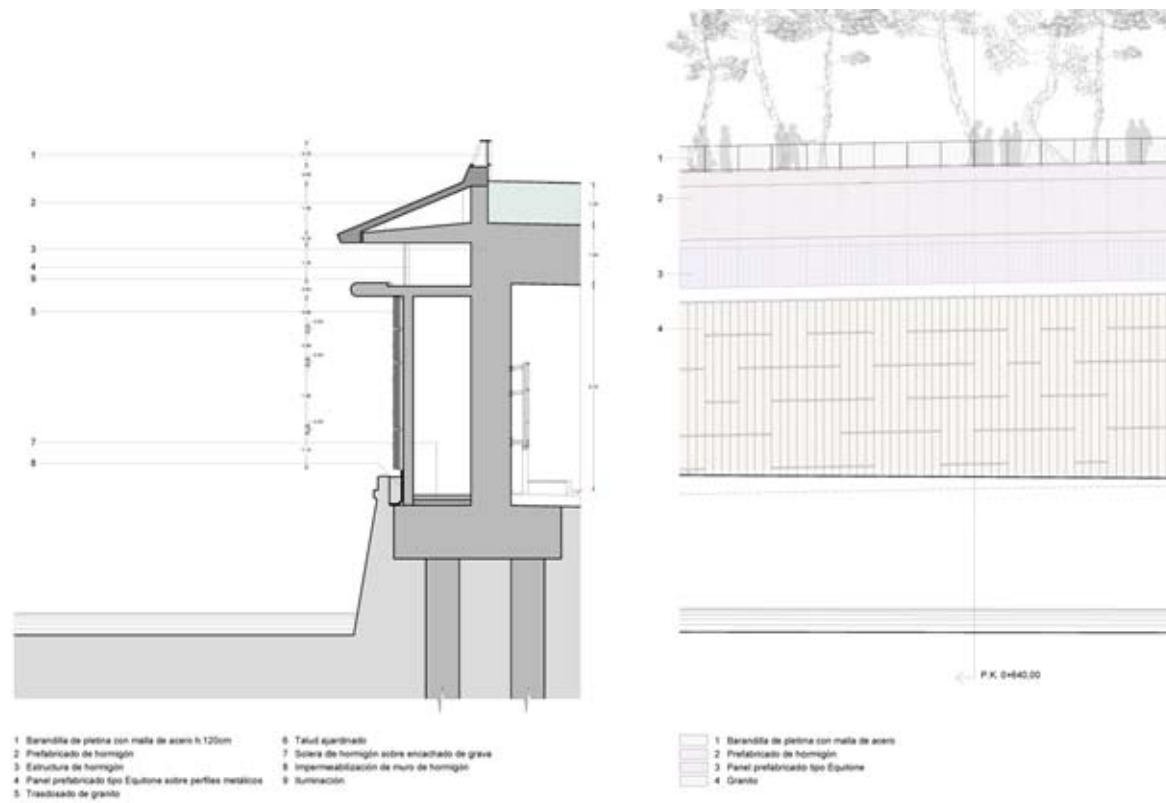
- c. La sección constructiva de la fachada del túnel al río es el elemento arquitectónico que caracteriza el conjunto del alzado. La sección está compuesta de tres elementos clásicos: el Pedestal, la Columna (entendida esta como Basa, Fuste y Capitel) y el Entablamento.

El Pedestal en la composición de la fachada del río es el pretil de la canalización del río y la zona verde que en función de la anchura entre muro del túnel y el río asciende por la fachada en mayor o menor proporción.

La Columna es el elemento compositivamente sustentante (con el Pedestal) del conjunto de la sección y está formada por el paño de granito que conecta con el resto del parque, como fuste y la imposta que remata el cierre horizontal en su fachada al río más su retranqueo vertical, como capitel.



Las dos piezas sustentantes mantienen el elemento sostenido, el entablamento, compuesto por una pieza de hormigón prefabricado y la barandilla. La pieza prefabricada se sitúa sobre un alero y tiene una resolución en pendiente no solo por motivos de seguridad, de tal manera que se impida su utilización como plataforma horizontal en la que sentarse, sino para recordar las formas triangulares del frontón o tímpano.



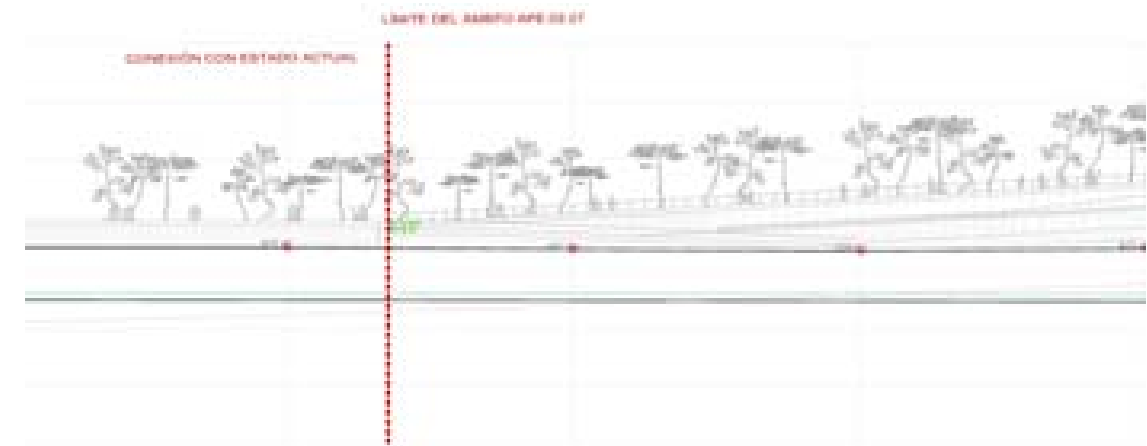
- d. La longitud del paseo sobre el túnel se acorta en tres puntos que se convierten en miradores a la ciudad y que patentizan la escala de la obra. En estos puntos especiales, la cornisa se proyecta hacia el río manteniendo el cordón (el del capitel corintio) en continuidad con el resto del frente.

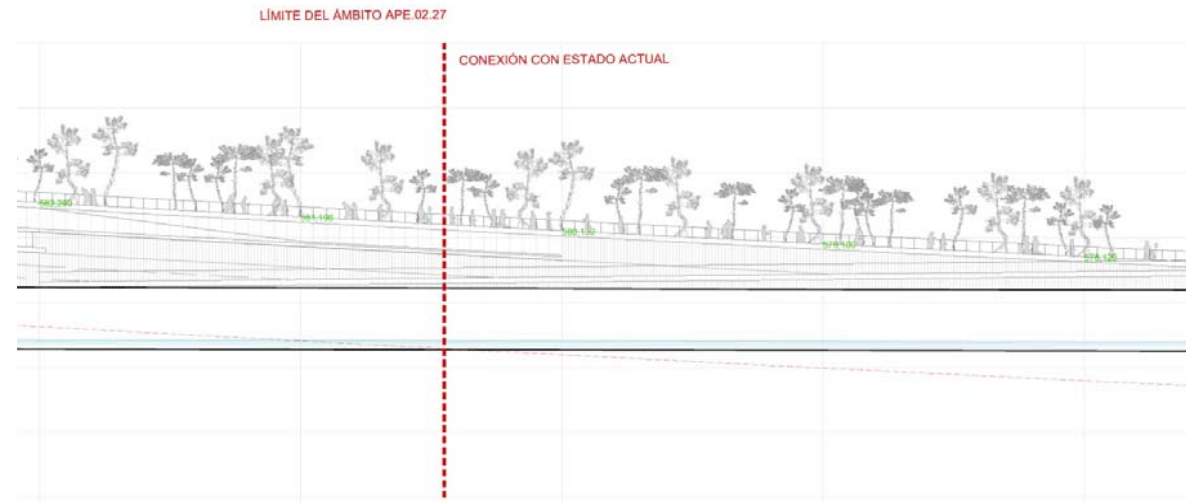


7.10.3. LA SOLUCIÓN DE FACHADA PROPUESTA

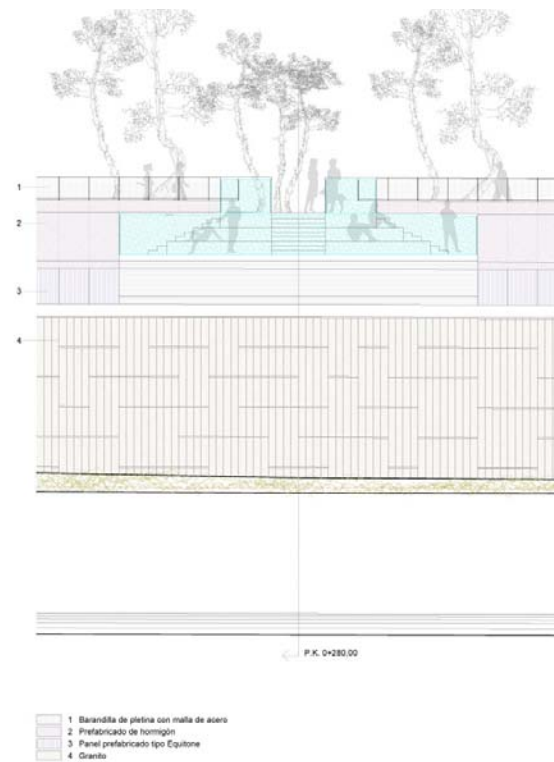
Con los principios conceptuales que se han descrito en el apartado anterior e intentando seguirlos con rigor, la fachada del túnel al río asciende desde el norte en su conexión con el parque existente, alcanza una plataforma sustancialmente horizontal de 360 m. de longitud y desciende de nuevo hasta la situación actual del parque.

Como se ha comentado, en el diseño técnico del túnel se ha proyectado un muro paralelo a las calzadas de circulación. La dimensión del espacio que conforma este muro se ajusta en planta a la distancia entre el cerramiento del túnel propiamente dicho y el pretil del río, lo que condiciona la disolución del orden del conjunto del cerramiento en aquellos puntos, al norte y al sur, en que la fachada contacta con la cota de la orilla del río y en la que, además, este espacio desaparece igualmente, mediante una transición suave en los extremos.

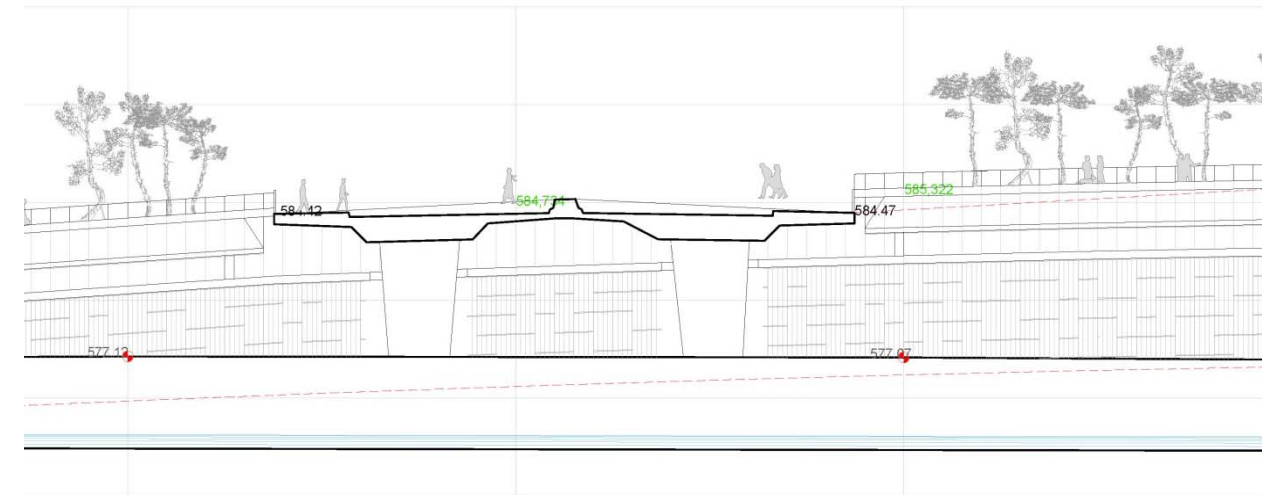




A lo largo del recorrido se disponen tres miradores que vuelan con mayor rotundidad sobre el río y que permiten una visión lateral de la fachada y una perspectiva general sobre el parque. Los miradores forman unas gradas de madera de IPE que pueden convertirse en lugares plácidos de descanso y contemplación. En todo caso las barandillas de vidrio de alta seguridad que se proyectan exclusivamente en estos miradores alcanzan una altura de 120 cm. sobre el suelo. Tanto la barandilla de vidrio, como la fachada de granito disponen de un tratamiento antigrafitis.



Finalmente, a su paso por el puente de San Isidro, la plataforma asciende ligeramente para salvar sin barreras los conductos transversales que en la actualidad discurren por la mediana del puente estableciéndose acuerdos con accesibilidad general con las aceras del tablero.



La solución de la fachada al río del túnel sobre la calle 30 se resuelve en el presente proyecto de manera ordenada, plásticamente ambiciosa pero dentro del sentido común de las intervenciones de la obra pública en la ciudad que tienen vocación de larga permanencia, prolongando el parque del río de manera respetuosa con su diseño, amparándose en el sosiego que proporciona una interpretación no banal de los criterios clásicos de composición y proporcionando la mayor seguridad a los viandantes.

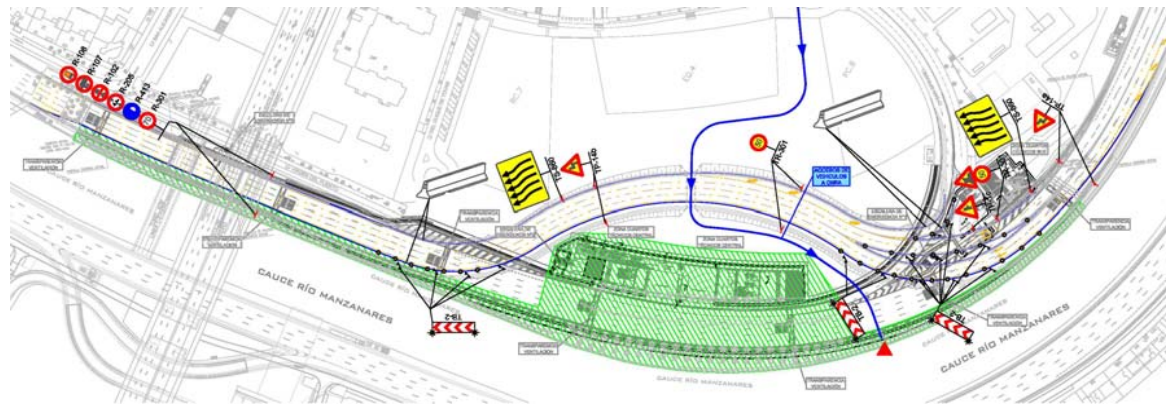


7.11. PROCESO CONSTRUCTIVO. FASES DE EJECUCIÓN

Se ha planteado la ejecución de las obras en tres fases principales se desarrollan secuencialmente y que forman el proceso constructivo que se prevé para llevar a cabo la obra. Cada una de las fases conlleva la ejecución de un desvío de tráfico con su correspondiente señalización provisional de obra.

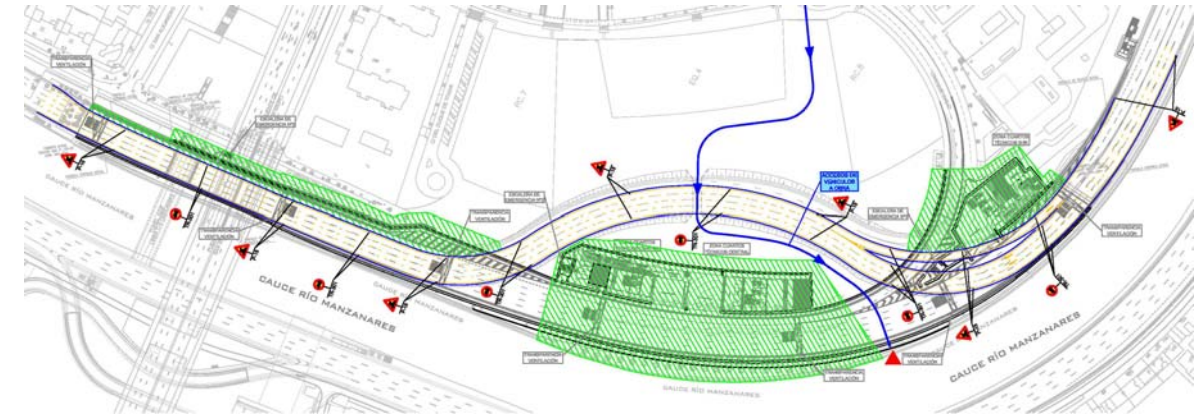
Este apartado se desarrolla en profundidad en el anejo nº 14. A continuación se resume la propuesta que se realiza.

Primera fase:



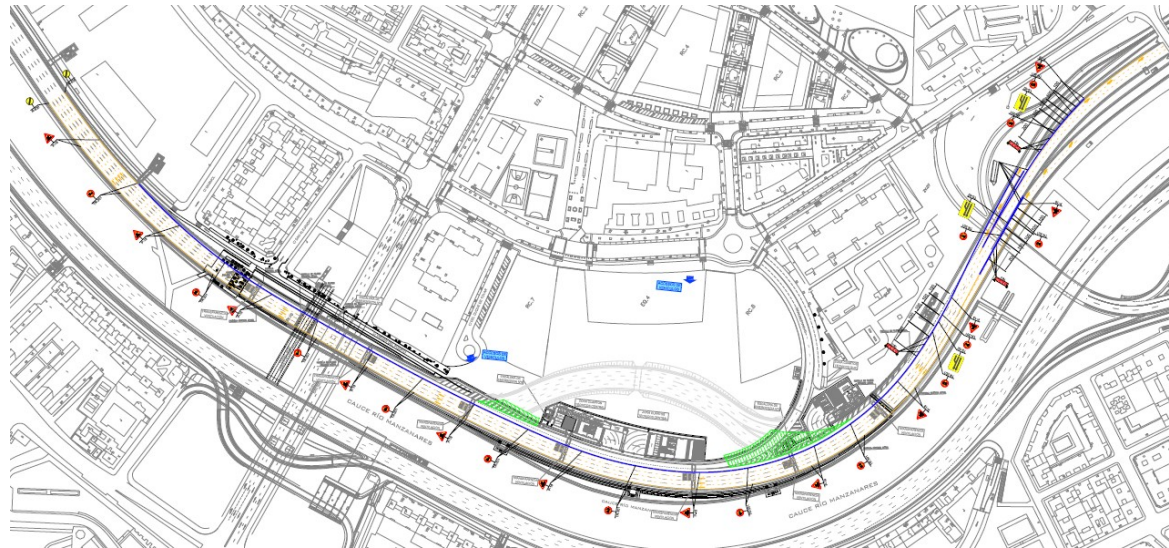
- Desvío actual de M-30 en servicio
- Acceso a M-30 por c/ San Epifanio en servicio
- Cierre al tráfico del carril de la izquierda en tronco, en toda la longitud.
- Plataforma de trabajo en el cauce del río.
- Acceso a zona de obra por paso inferior bajo el actual desvío.
- En ejecución:
 - o Cimentaciones y muros túnel lado Oeste y Cuartos Técnicos zona central
 - o Vigas de cubierta en zona central túnel y losa en Cuartos Técnicos zona central

Segunda fase:



- Desvío actual de M-30 en servicio
- Acceso a M-30 por c/ San Epifanio cortado
- Cierre al tráfico del carril de la derecha en tronco, en toda la longitud.
- Se elimina la plataforma de trabajo en el cauce del río.
- Se mantiene acceso a zona de obra lado río por paso inferior bajo el actual desvío.
- En ejecución:
 - o Cimentaciones y muros túnel lado Este y Cuartos Técnicos zona Sur excepto zonas ocupadas por el desvío.
 - o Se terminan cimentaciones y muros Cuartos Técnicos zona central
 - o Se terminan cubiertas zona central túnel y Cuartos Técnicos zona central
 - o Cubierta túnel en zonas próximas a las bocas Norte y Sur y en Cuartos Técnicos zona Sur.
 - o Instalaciones y acabados en Cuartos Técnicos zona central
 - o Fachada Río

Tercera fase:



- Demolición del desvío actual de M-30
- Acceso a M-30 por c/ San Epifanio cortado
- Cierre al tráfico del carril de la derecha en tronco, en toda la longitud.
- En ejecución:
 - o Cimentaciones y muros túnel lado Este y Cuartos Técnicos en zonas que estaban ocupadas por el desvío.
 - o Se terminan cubiertas zona central túnel y Cuartos Técnicos zona Sur
 - o Se terminan instalaciones en Cuartos Técnicos zona central y Sur
 - o Se termina Fachada Río

7.12. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Actualmente el tráfico de la calle 30 está desviado para terminar la demolición de la tribuna del estadio. Por esta razón hay una zona central del futuro falso túnel que se puede ejecutar sin afección al tráfico, si bien las zonas cercanas a las embocaduras hay que ejecutarlas con tráfico.

Por esta razón y para tener acceso a la alineación del muro cercano al río se propone realizar una península protegida con escollera en la margen izquierda del río de unos diez metros de ancho. Esta península se retira cuando se terminen las obras.

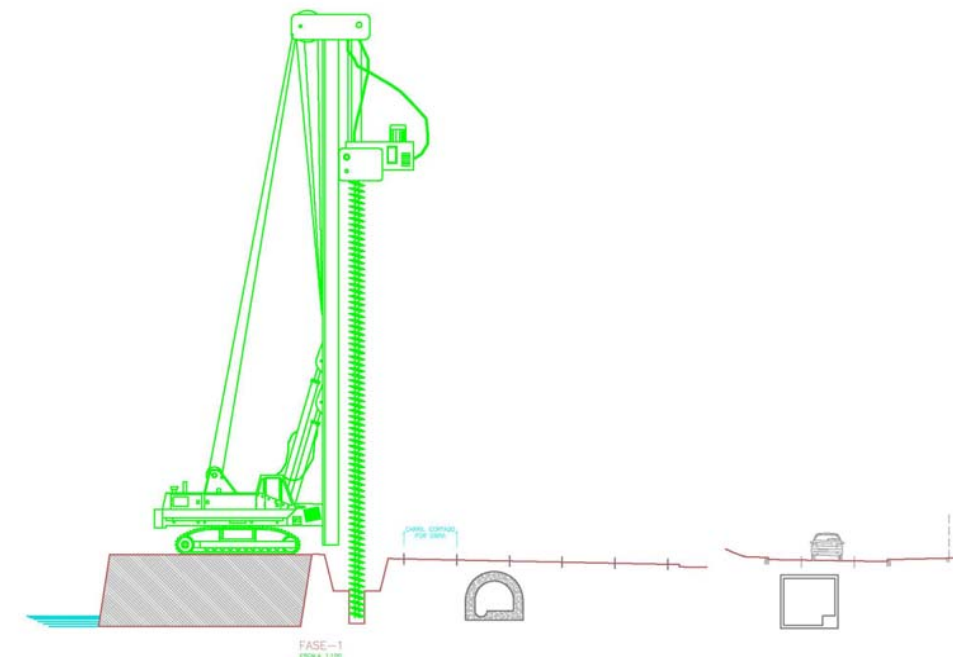
La construcción del falso túnel se propone realizar secuencialmente en los siguientes pasos:

- Ejecución in situ de los pilotes
- Hormigonado de los encepados
- Construcción de los muros
- Montaje de las vigas
- Colocación de las piezas de cierre y las prelosas
- Hormigonado de la losa

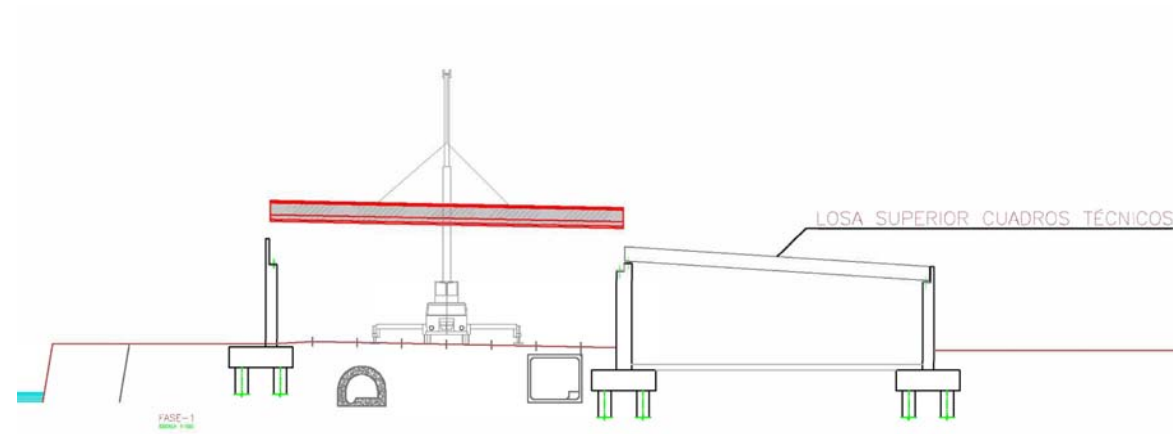
A continuación, se detalla el procedimiento constructivo planteado, de acuerdo a los desvíos de tráfico y al orden secuencial que se estima el adecuado.

No obstante, la empresa contratista antes del inicio de las obras podrá o hacer suyas la siguiente propuesta o plantear otras, las cuales deberá ser aprobada por los organismos competentes antes del inicio de las mismas.

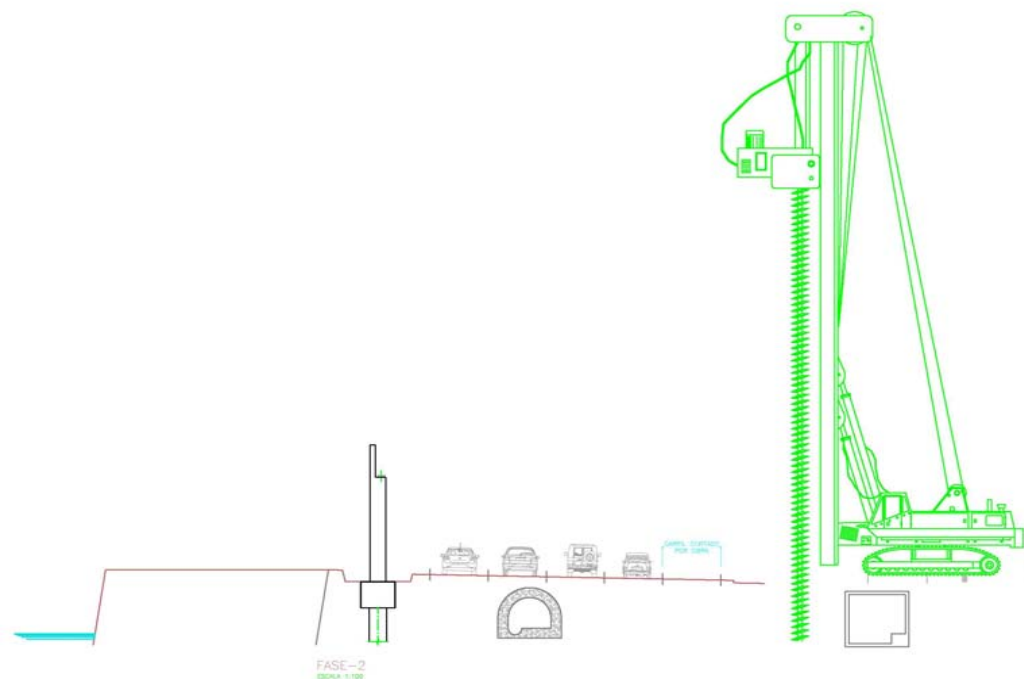
A continuación, se indica la posición de la maquinaria, para poder realizar la ejecución de cimentaciones en el margen izquierdo del falso túnel ayudándose de la plataforma creada en el cauce del río.



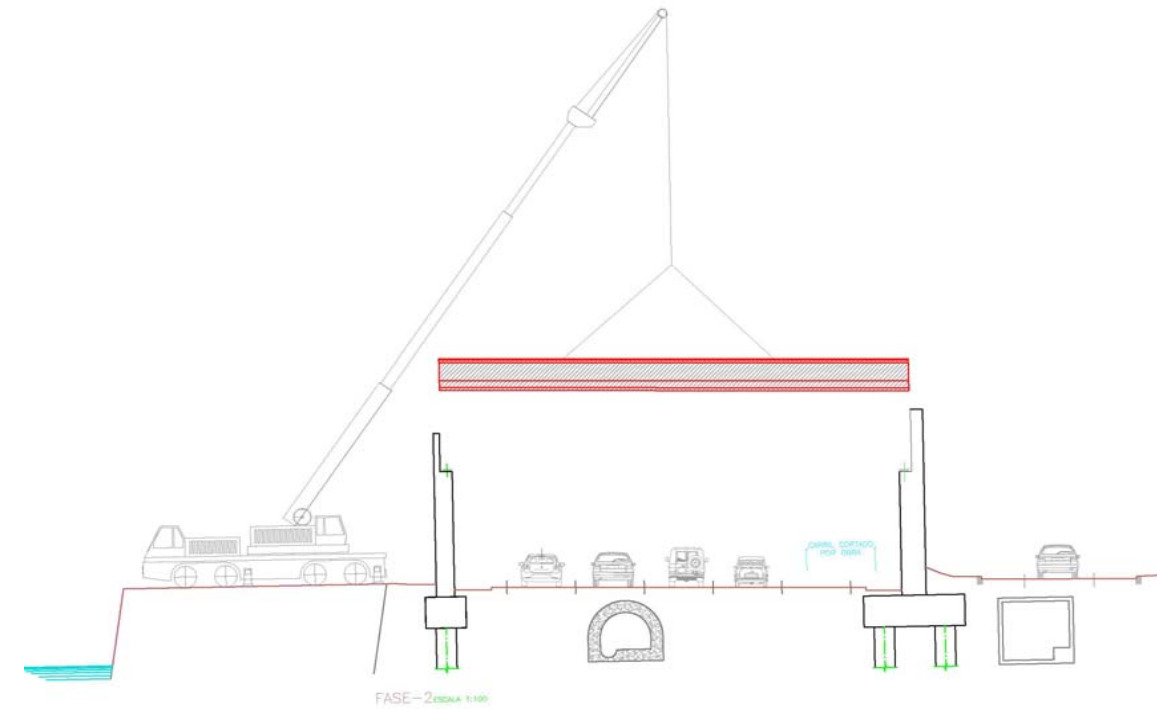
El proceso de colocación de las vigas prefabricadas en la zona central del túnel y la ejecución de losa en zona de cuartos técnicos sería como se ve a continuación:



La situación de la maquinaria para proceder a la ejecución de las cimentaciones de la margen derecha del falso túnel sería:



Para la colocación de las vigas zona inicial y final del falso túnel, próximas a las bocas actuales, la maquinaria se dispondría con se ve a continuación:



En el anejo nº 14 se explica con detalle el procedimiento constructivo propuesto en su totalidad.

8. NORMATIVA DE APLICACIÓN

En primer lugar, se ha considerado la normativa aprobada por el Ayuntamiento de Madrid, complementada por la de administraciones de rango superior en lo que se refiere a cuestiones específicas, tales como los cálculos estructurales de elementos de hormigón, normativa sectorial en materia de prevención o legislación ambiental.

A modo de resumen, a continuación, se indica la normativa principal considerada:

- Pliego de Condiciones Técnicas Generales del Excmo. Ayuntamiento de Madrid de 1999, aplicable a la redacción de proyectos y ejecución de las obras municipales, aprobado por el Ayuntamiento Pleno en sesión celebrada el 23 de diciembre de 1998, así como las actualizaciones parciales en vigor, aprobadas con posterioridad.
- Normalización de Elementos Constructivos para las Obras de Urbanización del Ayuntamiento de Madrid (NEC2002), de fecha 20 de diciembre de 2001 y posteriores modificaciones.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes del Ministerio de Obras Públicas PG-3/75 y las modificaciones del mismo posteriores a su aprobación.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08) aprobado por Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.
- Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11) del Ministerio de Fomento, aprobada por Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre.
- R.D. 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado del Ministerio de Fomento.
- Especificaciones técnicas de las instalaciones de los túneles de la M-30.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- R.D. 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

9. TOPOGRAFÍA

Se ha realizado un levantamiento topográfico específico para la realización de este trabajo. Este trabajo se ha incorporado en el anejo de topografía y en los planos de estado actual de los terrenos del proyecto.

Esta cartografía se ha completado con la cartografía digital del Ayuntamiento de Madrid y con la resultante del proyecto de urbanización del ámbito APE.02.27, que son las que figuran en los planos del proyecto.

10. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Se ha realizado un estudio geotécnico específico para esta obra. En base a los resultados obtenidos de los sondeos llevados a cabo, se ha podido establecer que el subsuelo de los terrenos estudiados estaría compuesto por los siguientes niveles:

Nivel 1: desde la superficie de la parcela hasta 7,80-9,45 m de profundidad, aparecerían los diferentes materiales que se describen a continuación:

- Una capa de aglomerado asfáltico de unos 0,20-0,40 m de espesor.
- Bajo el aglomerado se encuentra zahorra artificial gravo-arenosa de 0,20 m de espesor. Excepto en el sondeo S-2 que aparece una solera de hormigón también de 0,20 m de espesor.
- De 0,40-0,60 hasta 1,20-2,90 m de profundidad, se encuentra terreno removilizado formado por arenas limo-arcillosas, de color pardo. Estos materiales presentan una compacidad floja-media y una resistencia del terreno de entre 1,00-1,50 kg/cm².
- Por debajo de estos materiales, en el sondeo S-1 se detecta una capa de hormigón desde 2,90 hasta 3,65 m de profundidad, que se podría corresponder con una posible cimentación. En el sondeo S-3, de 2,40 hasta 4,40 m de profundidad, se encuentran rellenos antrópicos areno limo-arcillosos con cantos dispersos y algún fragmento de ladrillo, de color pardo claro. Estos rellenos presentan una compacidad muy floja-floja y una resistencia del terreno de cómo máximo 0,50 kg/cm².

Mientras que en el sondeo S-2 aparece de 1,20-3,65 hasta 7,80-9,45 m de profundidad, unos posibles depósitos aluviales cuaternarios formados por arenas limo-arcillosas con cantos dispersos. Y en el sondeo S-1 se encuentra algún fragmento de ladrillo. En general son de color pardo claro, mientras que el sondeo S-3 presenta tramos de color pardo negruzco con mayor contenido en finos y abundante materia orgánica.

Estos materiales presentan una compacidad muy floja-media, y una resistencia del terreno de entre 0,25 y 1,50 kg/cm².

Nivel 2: subyacentemente, desde 7,80-9,45 m hasta 20,60 m de profundidad, cota máxima alcanzada con los sondeos, aparecería terreno arcósico mioceno en forma de tosco con pasadas de tosco arenoso, que en profundidad pasa a peñuelas. (Limos y arcillas algo arenosas con pasadas de arenas finas bastante limo-arcillosas. Aumenta el contenido de finos en profundidad). El terreno tiene colores pardos y pardos verdosos y una expansividad potencial baja-media.

Estos materiales presentan una consistencia muy firme-dura, y una resistencia del terreno de entre 2,00 y 5,00 kg/cm².

Las características principales de los tipos de terreno encontrado son las siguientes:

Tipo de terreno	Cohesión	Ángulo de fricción	Módulo de balasto horizontal (Kh)
Rellenos y terreno removilizado	≈ 0,25 t/m ²	≈ 27°	≈ 2.200 t/m ³
Posibles depósitos cuaternarios	≈ 0,25 t/m ²	≈ 33°	≈ 3.600 t/m ³
Tosco arenoso	≈ 4,90 t/m ²	≈ 20°	≈ 2.600 t/m ³
Tosco	≈ 2,50 t/m ²	≈ 22°	≈ 2.100 t/m ³
Peñuelas	≈ 3,15 t/m ²	≈ 14°	≈ 1.600 t/m ³

Se detectó en todos los sondeos ejecutados, la presencia del nivel freático entre 6,30 y 6,60 m de profundidad respecto de la superficie de los terrenos.

La instrucción EHE establece el uso de hormigón sulforresistente en obra a partir de un contenido de sulfatos solubles en suelo superior a 3.000 mg/kg (Ambiente Qb) o de un contenido de sulfatos solubles en agua superior a 600 mg/l (Ambiente Qb).

Los ensayos para la determinación del contenido de sulfatos solubles en agua han dado como resultado valores de 74,88 y de 86,20 mg/l. Por lo que según la instrucción EHE, se trataría de unas aguas subterráneas no agresivas.

En cambio, los resultados obtenidos en los ensayos realizados para la determinación del contenido de sulfatos solubles, han establecido que los rellenos antrópicos serían fuertemente agresivos (Ambiente Qc), el terreno removilizado sería medianamente agresivo (Ambiente Qb) y que los rellenos areno limo-arcillosos y el terreno arcósico mioceno no serían agresivos.

El índice de excavabilidad de los materiales afectados por las excavaciones, que en principio sería de 20-30 (indicativo de terrenos de fácil excavación) en todos los casos, aunque puntualmente podrían encontrarse tramos dispersos más difíciles de excavar. Las excavaciones previstas se podrán efectuar con maquinaria retroexcavadora convencional, que cuente con martillo picador y la suficiente potencia para acometer con garantías los movimientos de tierras necesarios.

11. ESTUDIO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL

En el anejo nº 20 se adjunta un estudio de integración ambiental que tiene como objetivo integrar la variable ambiental en el presente proyecto de cubrimiento de Calle 30, el cual implica una serie de intervenciones en el espacio urbano que no quedan recogidas entre los supuestos sometidos a procedimiento de impacto ambiental en base a lo señalado en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación ambiental y sus posteriores modificaciones.

La metodología utilizada para la elaboración del estudio, parte de la descripción de las actuaciones incluidas en el proyecto de construcción y la descripción ambiental del ámbito de estudio y sus alrededores, para la posterior identificación de los impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto, que permita establecer aquellas medidas protectoras necesarias para garantizar la correcta integración ambiental de las obras.

Además, se definen los criterios de control y vigilancia necesarios para garantizar el adecuado seguimiento de la efectividad de las medidas protectoras propuestas e implantadas durante las obras.

El ámbito de actuación se someterá a un análisis genérico de su estado actual y de las posibles afecciones causadas por la ejecución de las obras con objeto de mejorar la integración ambiental de la actuación.

De esta manera, desde las fases iniciales de diseño de las actuaciones previstas, quedan incorporadas al proyecto medidas de protección y adecuación ambiental, bajo la perspectiva permanente de la mejora del entorno y la minimización de la incidencia sobre la población residente próxima al espacio intervenido.

12. ARQUEOLOGÍA

Desde el punto de vista arqueológico y prehistórico el área queda incluida en el área protegida denominada Zona Arqueológica y Paleontológica de las Terrazas del Manzanares (CM/0079/797), declarada como Bien de Interés Cultural en la categoría de Zonas de Protección Arqueológica, mediante el Real Decreto 113/1993, de 25 de noviembre.

La extensión incluida dentro de la citada zona arqueológica de las Terrazas del Manzanares corresponde con el área donde se localizan más de un centenar de yacimientos, tanto arqueológicos como paleontológicos.

Esta zona abarca ambos márgenes del río Manzanares, cuyas terrazas han sido ocupadas por asentamientos humanos desde el Paleolítico hasta nuestros días, y

donde los hallazgos pre y protohistóricos tienen una continuidad espacial casi continua, añadiendo a ello que fueron también el medio geográfico donde en Época Terciaria se desarrolló una fauna hoy totalmente extinguida, de un interés científico excepcional. En su inmensa mayoría, y debido tanto a causas geológicas como a las condiciones topográficas: accesibilidad, defensa y proximidad a materias primas, los yacimientos se encuentran relativamente cercanos al río Manzanares y sus afluentes (Meaques, Butarque, Abroñigal...), pero siempre, y salvo contadas excepciones, dentro de la cota de los 600 metros.

En el anejo nº 21 se recoge la información de la carta arqueo-paleontológica y los expedientes arqueológicos más relevantes de la zona de estudio y sus alrededores.

Puesto que la obra proyectada es el cubrimiento de la actual M-30, la obra prevista bajo rasante, en la que pudiera haber hallazgos arqueológicos, se ciñe exclusivamente a la ejecución de las cimentaciones, zanjas de servicios y reposiciones de firmes.

Durante la fase de redacción del presente proyecto, se ha facilitado a la Dirección General de Patrimonio de la Consejería de Cultura y Turismo de la Comunidad de Madrid la documentación necesaria para solicitar la hoja informativa para efectuar la actuación arqueológica para el Proyecto de cubrimiento del tramo de Calle 30 en el ámbito APE.02.27. "Nuevo Mahou-Calderón" Madrid. Dicha solicitud se incluye en el anejo nº 21 del presente documento.

13. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS Y REPLANTEO PREVIO

Los suelos donde se proyectan las obras del cubrimiento de Calle 30, corresponden a suelo urbano, están calificadas como Red Viaria Principal y son de uso público. Además, se encuentran libres de vuelos u ocupaciones.

En el anejo nº 5 se incluyen las fichas del inventario municipal que justifican la propiedad del suelo.

Se ha procedido a comprobar la realidad geométrica de la obra para garantizar la normal ejecución del proyecto.

14. PLANEAMIENTO VIGENTE

Las obras incluidas en el presente Proyecto se ajustan a las prescripciones de planeamiento recogidas en la vigente Modificación puntual del Plan General de Ordenación Urbana Madrid 1997 con ordenación pormenorizada en el ámbito de los

API.02.17, API.02.09 y APR.02.15. Delimitación de una nueva APE.02.27 "Nuevo Mahou Calderón" aprobada definitivamente el 19 de diciembre de 2017 por el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid.

En el anejo de planeamiento se han incluido los planos principales del citado documento.

15. SERVICIOS AFECTADOS

Se ha solicitado información de los servicios existentes a los propios servicios del Ayuntamiento de Madrid, a la empresa Calle 30 y al portal de INKOLAN.

Se ha incluido toda la información recibida en los planos de servicios existentes y en el anejo nº 15 "Servicios afectados".

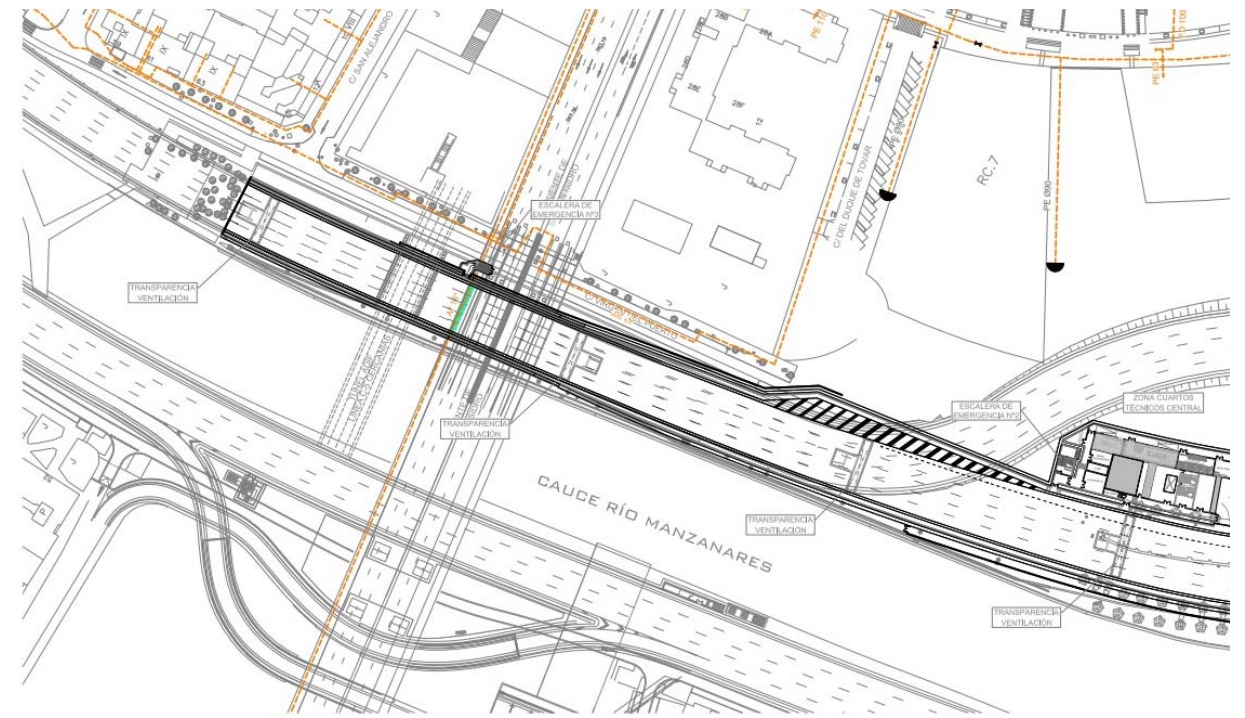
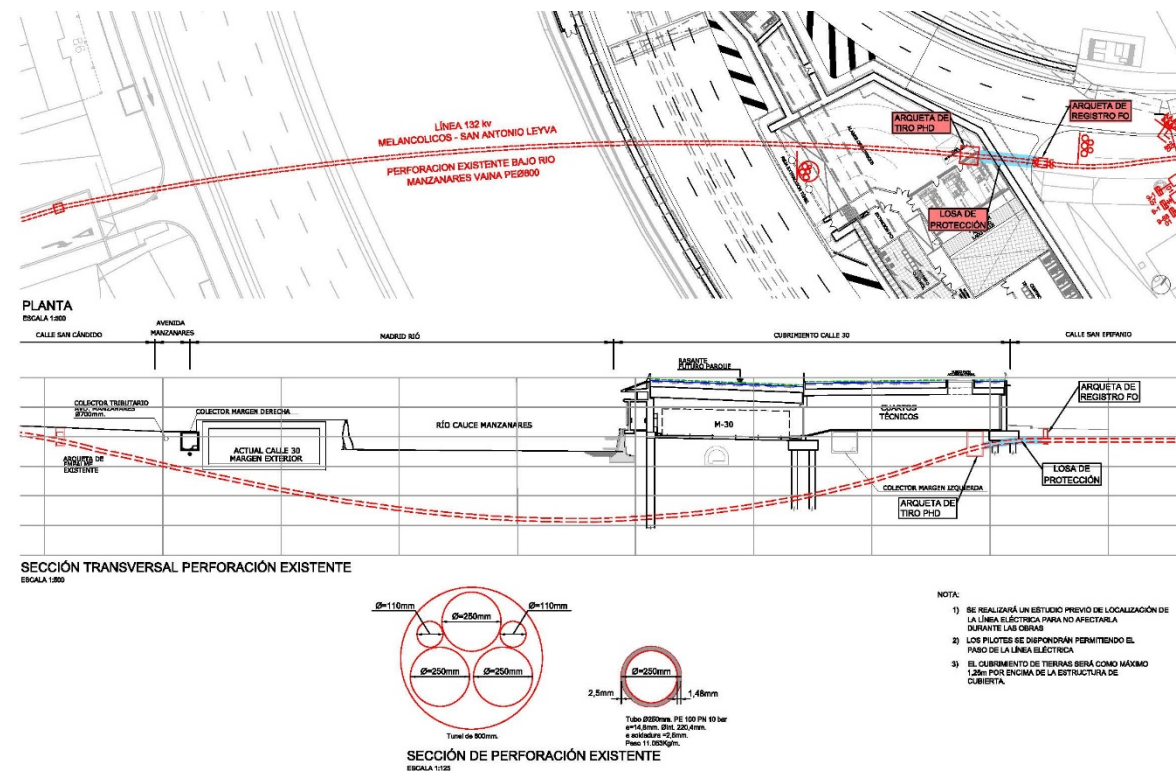
El Contratista adjudicatario de las obras además de recabar cuanta información sea necesaria de las Compañías de Servicios, deberá contrastar in situ la ubicación exacta de las instalaciones existentes.

La infraestructura existente de más relevancia que hay en el ámbito de las obras es la línea de alta tensión denominada "Melancólicos - San Antonio Leyva" de 132 kV propiedad de Iberdrola, la cual está soterrada y atraviesa el cauce del río Manzanares mediante una perforación con una vaina de Ø600 mm.

No se prevé afección sobre la misma, realizándose los trabajos de cubrimiento de la Calle 30, mediante la ejecución una losa de protección y con las precauciones y medidas de seguridad oportunas debidas a su proximidad.

En conversaciones mantenidas con Iberdrola, esta compañía se ha comprometido a localizar la traza de la línea eléctrica mediante la introducción de una sonda con un emisor, u otro procedimiento alternativo, que permita desde la superficie replantear el trazado. Una vez localizada, se ajustará la ejecución de los pilotes, de forma que se mantenga una distancia de seguridad entre el pilote más próximo y la línea eléctrica.

En el esquema que se incluye a continuación puede verse la zona de obra que se ve atravesada por la línea eléctrica, Así como el perfil longitudinal de la misma, según información facilitada por la compañía eléctrica.



Por otro lado, en el puente de San Isidro hay una conducción de Gas Natural. Se trata de una tubería de acero de 16 pulgadas de diámetro que se encuentra colgada de la parte inferior del tablero del puente.

Con motivo de la realización de los trabajos de cubrición, esta tubería quedaría confinada en un recinto cerrado. Este recinto será accesible para labores únicamente de mantenimiento de la zona del tablero del puente.

Por este motivo, se prevé la ejecución de un elemento de protección, vaina o similar, que envuelva la tubería de gas, y de este modo aisle de un posible escape al recinto confinado visitable. Este elemento estará abierto en sus extremos, conectando éstos con el exterior, estando por tanto ventilada. Así, en el caso de que se produjera un escape, el gas se disiparía en unas condiciones equivalentes a las que tiene en la actualidad. La avería podría ser subsanada cortando el suministro y trabajando en el recinto confinado.

16. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El marco normativo que regula la gestión de los residuos de construcción y demolición no peligrosos para los proyectos es: Real Decreto 105/2008 del Ministerio de la Presidencia, por el que se regula la producción y la gestión de los residuos de construcción y demolición y la Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.

Conforme a lo dispuesto en el art. 4 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, y el artículo 9.2 de la Orden 2726/2009, de 16 de julio, se ha incluido en este proyecto, como anejo, un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, que contiene la siguiente información:

- Identificación de los residuos a generar, codificándolos con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por la Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, y sus modificaciones posteriores.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y en metros cúbicos.
- Medidas de segregación "in situ" previstas (clasificación /selección)
- Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos (indicando en este caso el destino previsto)

- Previsión de operaciones de valoración "in situ" de los residuos generados.
- Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".
- Planos de las zonas previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la Dirección Facultativa de la obra.
- Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción.
- Valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición, en capítulo independiente.

En el citado anejo, se ha incluido la legislación vigente de obligado cumplimiento en dicha materia, la identificación de los residuos que previsiblemente se generarán en la ejecución de las obras, la estimación de las cantidades de residuos que se generarán, las medidas que deberán adoptarse en obra de segregación in situ, operaciones de reutilización y de valorización, así como la valoración de la gestión de los residuos.

Dicho documento tiene como objetivo servir de base para la redacción, por parte del Contratista adjudicatario de las obras, del Plan de Gestión de Residuos, en cumplimiento de la legislación estatal y autonómica actualmente en vigor en esta materia y que deberá aportar a los técnicos municipales antes del inicio de las obras.

17. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El R.D. 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el Art. 4 la obligatoriedad del promotor de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras. Por tanto, se incorpora en el anejo Nº 12 el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud.

El Estudio de Seguridad y Salud que se incluye en el citado anejo, describe los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse en las obras, establece las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes.

En aplicación del estudio de Seguridad y Salud, el contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio que se incluye en el citado anejo. Por ello los errores u omisiones que pudieran existir en el mismo, nunca podrán ser tomados por el contratista en su favor.

En el presupuesto de las obras se ha incluido un capítulo Seguridad y Salud que contempla las medidas a tener en cuenta relativas a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales durante la ejecución de las obras proyectadas.

18. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Los controles y ensayos necesarios para la comprobación de las condiciones que han de cumplir los materiales y unidades de obra, así como las condiciones de aceptación o rechazo de las mismas, serán como mínimo los definidos expresamente en el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto, o en su defecto, los indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3.

Al inicio de la obra, el Contratista presentará al Director de Obra el Plan de Control de Calidad, así como propuesta del laboratorio que realizará los ensayos, que deberá estar acreditado por el organismo correspondiente. El director facultativo de las obras designará los laboratorios encargados de la realización de los mismos, los cuales deberán estar debidamente acreditados de acuerdo con la normativa vigente de aplicación (UNE, NLT, EHE, ...)

Los trabajos que realicen las empresas deberán contar con un Plan de Aseguramiento de la Calidad que deberá incluir al menos la siguiente documentación:

- Los objetivos de calidad, las directrices y los compromisos sobre la adecuada dotación de medios materiales y humanos.
- Procedimientos y protocolos de actuación.
- El contenido mínimo del Plan, la responsabilidad sobre su redacción y actualización, y las condiciones para la realización de éstas.
- Ensayos de materiales, equipos y pruebas de verificación a realizar por el adjudicatario.
- La distribución del Plan.

La totalidad de las actividades de construcción que realicen los adjudicatarios estarán cubiertas por programas de control de calidad, que abarcarán desde la recepción de materiales hasta las pruebas finales de recepción de la obra. También se incluye la auscultación, tanto de las estructuras proyectadas, como de las existentes en las proximidades que puedan verse afectadas por la obra. La organización del control de calidad efectuará las inspecciones de acuerdo con procedimientos o guías de inspección.

La redacción y cumplimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad, incluida la realización de los ensayos y análisis es responsabilidad exclusiva del adjudicatario. Es obligación de la empresa adjudicataria llevar un adecuado sistema de archivo de cuanta documentación se genere relacionada con la calidad de las obras. Dicha información estará en todo momento a disposición de la Dirección de las obras.

La Dirección de la Obra podrá solicitar de la empresa adjudicataria información sobre la marcha y resultados de los controles. La empresa adjudicataria está obligada a la presentación, al Ayuntamiento del Informe Final (resumen del control de calidad de la obra, pruebas finales, documentación final, etc.). La empresa adjudicataria remitirá a la Dirección de las obras con la periodicidad que éste determine, informes, estudios y recomendaciones basados en el tratamiento técnico-estadístico de la información suministrada por el análisis de los datos y por la marcha de las obras.

Se considera incluido en los precios de las unidades de proyecto el coste de los ensayos y controles necesarios para la caracterización de los distintos materiales y unidades de obra, y por tanto dicho coste correrá en su totalidad a cargo del contratista.

Independientemente de lo anterior, el Ayuntamiento podrá exigir al adjudicatario la realización de ensayos suplementarios o informes de verificación de la calidad para garantizar la correcta ejecución de los trabajos, con el límite en porcentaje del presupuesto indicado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la licitación.

Además, el Ayuntamiento podrá encargar a su costa ensayos o informes cuando considere que las necesidades para el control de calidad de las obras requieran de trabajos cuyo presupuesto supere el porcentaje (indicado en PCAP) que ha de asumir la empresa adjudicataria.

El laboratorio de ensayos de la empresa adjudicataria será distinto del que efectúe los ensayos suplementarios o informes de verificación, que deberá contar con la conformidad de la Dirección facultativa de las obras para su aprobación (su regulación estará sujeta a lo especificado en el art. 145 del RGLCAP).

El laboratorio de ensayos que disponga la empresa adjudicataria para el control de calidad estará inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos para el Control de la Calidad del Ministerio de Fomento.

La Declaración Responsable del laboratorio, definida en el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad, contendrá los ensayos y pruebas de servicio incluidos en los planes de control que elabore.

El laboratorio que realice los ensayos tiene que ser independiente de sociedades o empresas dedicadas a la construcción y fabricación de materiales, equipos e instalaciones y, en consecuencia, cualquier vinculación en este sentido será causa determinante de incompatibilidad. Además, será incompatible la realización por el laboratorio de ensayos del control de las obras en las que hubiere intervenido o tuviere algún tipo de conexión con el proyecto o dirección de las mismas.

El laboratorio de ensayos se ubicará dentro del municipio de Madrid o en sus inmediaciones en un emplazamiento que presente fácil acceso.

19. REVISIÓN DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en la Ley 2/2015, de 30 de marzo, de Desindexación de la Economía Española, de Jefatura del estado, no procede en este proyecto la revisión de precios.

20. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se propone un plazo de ejecución para las obras definidas en este proyecto de **VEINTE (20) MESES**, que comenzará el día laborable siguiente al de la firma del acta de comprobación de replanteo.

Las obras incluidas en el presente Proyecto deberán coordinarse entre sí, estableciéndose un orden lógico que no obligue a la repetición de actividades y evite la destrucción de unidades de obra ya ejecutadas para efectuar instalaciones que debieron haber sido previas.

De acuerdo con las indicaciones contenidas en la Ley de Contratos del Sector Público, se incluye en el anejo correspondiente el programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo con previsión del tiempo y coste.

Las obras contempladas en este proyecto se realizarán en el plazo que se fije en el Contrato de Adjudicación. Para estimar, en el momento de la redacción del proyecto, el plazo de ejecución de las obras se ha considerado que el trabajo se realizará mediante turnos de tal manera que se cubra una jornada laboral de 40 horas semanales.

El plazo de ejecución de las obras será contado a partir del replanteo de las mismas. El inicio de la ejecución de las obras tendrá lugar el primer día laborable siguiente al de suscripción del Acta de Replanteo.

Se incluye en anejo el Plan de Obra que justifica el plazo previsto.

21. CLASIFICACIÓN TIPO DE OBRA

Según la Ley de Contratos del Sector Público, las obras incluidas en el presente Proyecto se incluyen en el grupo a) que abarca obras de primer establecimiento, reforma o gran reparación.

22. OBRA COMPLETA

Se hace constar que el presente proyecto se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el R. D. 1.098/2.001, de 12 de octubre (B.O.E. 26/10/2001 y 19/12/2.001), es decir, "susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra".

Con esta Memoria y con los demás documentos de que consta el presente proyecto, el mismo queda definido como obra completa en el sentido permitido, conforme señala la Ley de Contratos del Sector Público.

23. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La Clasificación del Contratista, con objeto de calificar las posibilidades respecto de las exigencias que comporta el cumplimiento del Contrato, se establece en el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (aprobado mediante RD 1098/2001, de 12 de octubre), según los artículos 25, 26, 27, 28 y 29 y del citado Reglamento. Y el artículo 77.1 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, así como en el RD 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098/2001).

De acuerdo con el Artículo 79. Criterios aplicables y condiciones para la clasificación, de la Ley 9/2017, la clasificación de las empresas se hará en función de su solvencia, valorada conforme a los criterios reglamentariamente establecidos de entre los

recogidos en los artículos 87, 88 y 90, y determinará los contratos a cuya adjudicación puedan concurrir u optar por razón de su objeto y de su cuantía.

A estos efectos, los contratos se dividirán en grupos generales y subgrupos, por su peculiar naturaleza, y dentro de estos por categorías, en función de su cuantía.

La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de este sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

Conforme al artículo 77. Exigencia y efectos de la clasificación de la Ley 9/2017, dado que el valor estimado del contrato es superior a 500.000 €, será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de los poderes adjudicadores.

De acuerdo al art. 36.3 del Reglamento, cuando en el conjunto de las obras se dé la circunstancia de que una parte de ellas tenga que ser realizada por casas especializadas, como es el caso de determinadas instalaciones, podrá establecerse en el pliego de cláusulas administrativas particulares la obligación del contratista, salvo que estuviera clasificado en la especialidad de que se trate, de subcontratar esta parte de la obra con otro u otros clasificados en el subgrupo o subgrupos correspondientes y no le será exigible al principal la clasificación en ellos. El importe de todas las obras sujetas a esta obligación de subcontratar no podrá exceder del 50 por 100 del precio del contrato.

Las categorías de los contratos de obras, determinadas por su cuantía, se ajustan a los rangos indicados en el artículo 26 del Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.

De acuerdo al artículo 79 de la Ley 9/2017, el cálculo de la clasificación del contratista se realizará de acuerdo al valor estimado del contrato, siendo la clasificación exigible la siguiente:

CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA		
GRUPO	B	Puentes, viaductos y grandes estructuras
SUBGRUPO	3	De hormigón pretensado
CATEGORÍA	6	5.000.000 euros < valor medio anual
GRUPO	J	Instalaciones mecánicas
SUBGRUPO	2	De ventilación, calefacción y climatización
CATEGORÍA	4	840.000 euros < valor medio anual

CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA		
GRUPO	K	Especiales
SUBGRUPO	2	Sondeos, inyecciones y pilotajes
CATEGORÍA	4	840.000 euros < valor medio anual

24. DOCUMENTOS INTEGRANTES DEL PROYECTO

Documento I: MEMORIA Y ANEJOS

Documento II: PLANOS

Documento III: PLIEGO DE CONDICIONES

Documento IV: PRESUPUESTOS

25. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

El presupuesto de ejecución material es el resultado de la suma de los productos de las mediciones de cada unidad de obra por su precio unitario.

El presupuesto base de licitación se obtiene incrementando el presupuesto de ejecución material, en base a los siguientes conceptos y porcentajes:

- Del 13 por 100, en concepto de gastos generales de la empresa.
- El 6 por 100 en concepto de beneficio industrial del contratista.

El presupuesto total se obtiene aplicando al presupuesto base de licitación el Impuesto sobre el Valor Añadido vigente.

1. LEVANTADOS Y DEMOLICIONES			
1.1. TUNEL M-30	436.564,16		
1.2. DESVIO PROVISIONAL	60.593,41		
TOTAL 1. LEVANTADOS Y DEMOLICIONES		497.157,57	
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS			532.020,73
3. ESTRUCTURAS			
3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	311.049,00		
3.2. PILOTES	3.106.785,80		
3.3. ENCOFRADOS	1.579.748,95		
3.4. HORMIGONES	8.439.979,07		
3.5. ACEROS	7.371.189,54		
3.6. VARIOS	213.834,29		
3.7. CONTROL ESPECIAL DE EJECUCIÓN	114.987,18		
TOTAL 3. ESTRUCTURAS		21.137.573,83	
4. FIRMES Y PAVIMENTOS			1.186.086,54
5. DRENAJE Y ALCANTARILLADO			
5.1. TUNEL	268.387,72		
5.2. CUARTOS TÉCNICOS	43.589,12		
TOTAL 5. DRENAJE Y ALCANTARILLADO		311.976,84	
6. INSTALACIONES			
6.1. INSTALACION DE ELECTRICIDAD	4.634.903,63		
6.2. ALUMBRADO	904.281,27		
6.3. VENTILACION	6.612.231,36		
6.4. PROTECCION CONTRA INCENDIOS	492.896,11		
6.5. INSTALACIONES ESPECIALES	2.129.670,73		
6.6. SEÑALIZACIÓN	30.000,00		
TOTAL 6. INSTALACIONES		14.803.983,10	
7. SEÑALIZACIÓN			
7.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	89.704,64		
7.2. SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIAS	13.696,74		
TOTAL 7. SEÑALIZACIÓN		103.401,38	
8. SERVICIOS AFECTADOS			
8.1. SANEAMIENTO	19.134,17		
8.2. RED DE AGUA REGENERADA	133.135,43		
8.3. ENERGÍA ELÉCTRICA	130.881,80		
8.4. ALUMBRADO	8.660,29		
8.5. GAS	73.739,67		
8.6. TELEFONOS ORANGE	759,82		
8.7. TRÁFICO	106.320,52		
TOTAL 8. SERVICIOS AFECTADOS		472.631,70	

9. DESVIOS PROVISIONALES DE TRÁFICO			
9.1. PRIMERA FASE	111.676,68		
9.2. SEGUNDA FASE	368.830,79		
9.3. TERCERA FASE	371.670,85		
9.4. CUARTA FASE	262.878,37		
TOTAL 9. DESVIOS PROVISIONALES DE TRÁFICO		1.115.056,69	
10. ACABADOS INTERIORES			
10.1. ACABADOS TUNEL	1.701.821,59		
10.2. CUARTO TÉCNICO SUR	472.864,39		
10.3. CUARTO TÉCNICO CENTRAL	887.288,87		
10.4. ESCALERAS DE EMERGENCIAS	445.123,01		
10.5. ACOMETIDA DE AGUA A CUARTOS TÉCNICOS	7.039,28		
TOTAL 10. ACABADOS INTERIORES		3.514.137,14	
11. IMPERMEABILIZACION			1.597.890,72
12. FACHADA RÍO			
12.1. MUROS	31.984,76		
12.2. ESTRUCTURA	21.363,93		
12.3. PAVIMENTOS	190.455,66		
12.4. REVESTIMIENTOS	1.188.712,92		
12.5. CARPINTERÍAS	3.021,84		
12.6. MOBILIARIO URBANO	133.438,52		
12.7. ALBAÑILERÍA	1.884,48		
12.8. IMPERMEABILIZACIONES	42.914,19		
12.9. ILUMINACIÓN	21.823,98		
12.10. REPOSICIÓN DE CAJERO RIO	114.593,30		
TOTAL 12. FACHADA RÍO		1.750.193,58	
13. PLANTACIONES Y RED DE RIEGO			
13.1. PLANTACIONES	70.579,26		
13.2. RED DE RIEGO	8.237,67		
TOTAL 13. PLANTACIONES Y RED DE RIEGO		78.816,93	
14. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS			45.840,15
15. CONTROL DE LA EROSIÓN			
15.1. ESTABILIZACIÓN ENTRADA Y SALIDA	578,21		
15.2. VALLADO DE CONTROL DE SEDIMENTOS	5.694,87		
15.3. RIEGO PERIÓDICO DE VIALES Y ACCESOS	3.106,40		
TOTAL 15. CONTROL DE LA EROSIÓN		9.379,48	
16. GESTIÓN DE RESIDUOS			
16.1. LEVANTADOS Y DEMOLICIONES	192.810,99		
16.2. SERVICIOS AFECTADOS	7.150,76		
16.3. DESVIOS PROVISIONALES DE TRÁFICO	20.119,82		
TOTAL 16. GESTIÓN DE RESIDUOS		220.081,57	
17. SEGURIDAD Y SALUD			
17.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES	226.011,00		
17.2. PROTECCIONES COLECTIVAS	260.647,48		
17.3. PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8.764,90		
17.4. EXTINCIÓN DE INCENDIOS	7.128,00		
17.5. SERVICIOS AUXILIARES EN OBRA	197.754,50		
TOTAL 17. SEGURIDAD Y SALUD		700.305,88	
18. INFORMACIÓN CIUDADANA			10.799,16
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		48.087.332,99	
13% GASTOS GENERALES		6.251.353,29	
6% BENEFICIO INDUSTRIAL		2.885.239,98	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A.		57.223.926,26	
21% I.V.A.		12.017.024,51	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (I.V.A. INCLUIDO)		69.240.950,77	

El presupuesto base de licitación de las obras (I.V.A. incluido) asciende a la cantidad de **SESENTA Y NUEVE MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA MIL NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS (69.240.950,77 EUROS)**.

26. CONFORMIDAD TÉCNICA AL PROYECTO

La conformidad a este proyecto será dada por el propio Ayuntamiento de Madrid, habiéndose presentado a dicho organismo un ejemplar para su aprobación técnica.

27. CONCLUSIONES

El contenido del presente Proyecto cumple los requisitos exigidos en la Ley de Contratos del Sector Público. Ha sido dirigido por la Dirección General del Espacio Público, Obras e Infraestructuras, cumple con las Normas vigentes.

Con todo lo indicado anteriormente, junto con los restantes documentos que integran este Proyecto, se considera en condiciones de ser presentado para su aprobación.

Madrid, marzo de 2020

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO



Fdo: D. Juan M. Fisac Gozalo

Ingeniero de C.C.P. Coleg. Nº 20.072