

# ANEJO N.º 07

# PROCESO CONSTRUCTIVO

## Índice

<b>PROCESO CONSTRUCTIVO.....</b>	<b>1</b>
1. OBJETO.....	4
2. ESTADO ACTUAL .....	4
3. PROCESO CONSTRUCTIVO .....	5
3.1. Fase 0. Ejecución de las cimentaciones. ....	5
3.2. Fase 1. Ejecución de pila y estribos.....	6
3.3. Fase 2. Ejecución de las aletas y relleno de los estribos. ....	7
3.4. Fase 3. Cimbrado, encofrado y hormigonado del primer vano. ....	7
3.5. Fase 4. Desencofrado, descimbrado.....	9
3.6. Fase 5. Cimbrado, encofrado y hormigonado del segundo vano. ....	9
3.7. Fase 6. Desencofrado, descimbrado apeo y del segundo vano. Tesado paso superior. ....	11
3.8. Fase 7. Retirada de apeos y acondicionamiento del emplazamiento. ....	11
3.9. Fase 8. Materialización de los equipamientos.....	13
4. REFERENCIAS .....	15
<b>ANEXO 1. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS Y DETALLE DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA</b>	
.....	16

**Índice de figuras**

Figura 1. Planta general de la actuación sobre el estado actual.....	4
Figura 2. Fase inicial del proceso constructivo. ....	5
Figura 3. Detalle del desmonte y subestructura del estribo derecho en la fase 0. ....	5
Figura 4. Armadura de espera en las cimentaciones para la construcción de los estribos. ....	5
Figura 5. Detalle del cimbrado sobre la cimentación en el apoyo central para su construcción. ....	6
Figura 6. Detalle del cimbrado sobre la cimentación en el apoyo central para su construcción. ....	6
Figura 7. Detalle de los cabezales utilizados en las proximidades al apoyo central. ....	7
Figura 8. Fase 1 del proceso constructivo.....	7
Figura 10. Fase del proceso constructivo.....	7
Figura 11. Fase 3 del proceso constructivo.....	8
Figura 12. Detalle del encofrado sobre al poyo central.....	8
Figura 13. Detalle del colector de aguas junto a la bajante y el sumidero en una sección tipo.....	8
Figura 14. Fase 4 del proceso constructivo.....	9
Figura 15. Castillete permanente en el vano izquierdo para la reducción de momentos durante la construcción.....	9
Figura 16. Relleno del talud en el interior del estribo izquierdo según proyecto. ....	9
Figura 17. Fase 5 del proceso constructivo.....	10
Figura 18. Detalle de los aligeramientos de polietileno expandido en una sección tipo. ....	10
Figura 19. Fase 5 del proceso constructivo.....	11
Figura 20. Fase 6 del proceso constructivo.....	11
Figura 22. Gato hidráulico para el tesado del paso superior.....	11
Figura 23. Nivelación del terreno conforme proyecto en apoyo central y estribo derecho. ....	11
Figura 24. Fase 7 del proceso constructivo.....	12
Figura 9. Detalle de la losa de transición en el estribo izquierdo. ....	12
Figura 25. Detalle del sumidero y capa de aglomerado. ....	12
Figura 26. Detalle del sumidero y capa de aglomerado. ....	13
Figura 27. Pretil H4b para la contención de vehículos.....	13
Figura 28. Detalle del recrecido del hormigón para el anclaje del pretil.....	13
Figura 29. Detalle del recrecido del hormigón para el anclaje del pretil.....	14
Figura 30. Detalle de la señalización horizontal del paso superior.....	14

## 1. OBJETO

El objetivo del siguiente anejo es la descripción del proceso constructivo del paso superior sobre la Autopista de Llevant (Ma-19) que da acceso a Mercapalma.

En el documento presente se van a caracterizar las obras desde el estado actual hasta la finalización de ella, pasando por la cimentación y subestructuras, tablero y demás hasta concluir con la colocación de los equipamientos necesarios para el correcto funcionamiento del paso superior.

## 2. ESTADO ACTUAL

Actualmente, el puente que se proyecta sobre la autopista de Llevant Ma-19, tienen como objeto dar acceso a Mercapalma, situada en el Coll de'n Rabassa, para así poder canalizar de una forma más eficaz el tráfico actual y el del año horizonte.

El paso superior forma parte de la nueva remodelación de este enlace, construido hace 26 años, que daba acceso a a Mercapalma, desde un paso superior con una rotonda a cada extremo.

Este enlace es uno de los tramos más transitados de la red viaria de Mallorca, siendo un punto que el propio usuario asocia a retenciones y que suele descartar por otras alternativas viarias. Actualmente, la IMD es de 25.000, siendo unos 4.000 vehículos pesados, por lo que la justificación de este nuevo enlace estaría más que justificado.

La propuesta es mantener la posición original del enlace para situar la intersección entre la autopista de Llevant y el segundo cinturón, donde el actual paso superior será sustituido por la propuesta actual que se ha elaborado.



Figura 1. Planta general de la actuación sobre el estado actual.

### 3. PROCESO CONSTRUCTIVO

#### 3.1. Fase 0. Ejecución de las cimentaciones.

La importancia de aligerar el tráfico actual y el futuro en este enlace justifica la importancia en la realización del nuevo enlace para así poder captar el tráfico futuro y canalizarlo sin retenciones ni problemas asociados al tráfico, es por eso que para poder llevar a cabo la construcción se deben realizar los trabajos de una forma eficaz, afectando de una forma minoritaria al tránsito actual para evitar problemas relacionados a los usuarios.

De este modo, es necesario que para proyectar sobre el terreno el nuevo trazado y las estructuras necesarias se haya de afectar lo menos posible al enlace actual, es por eso que para la construcción de nuestro paso superior y su la elección de la mejor alternativa posible se ha tenido en cuenta el no interrumpir el tráfico durante su localización, construcción y un futuro mantenimiento y reparación que sea necesaria.

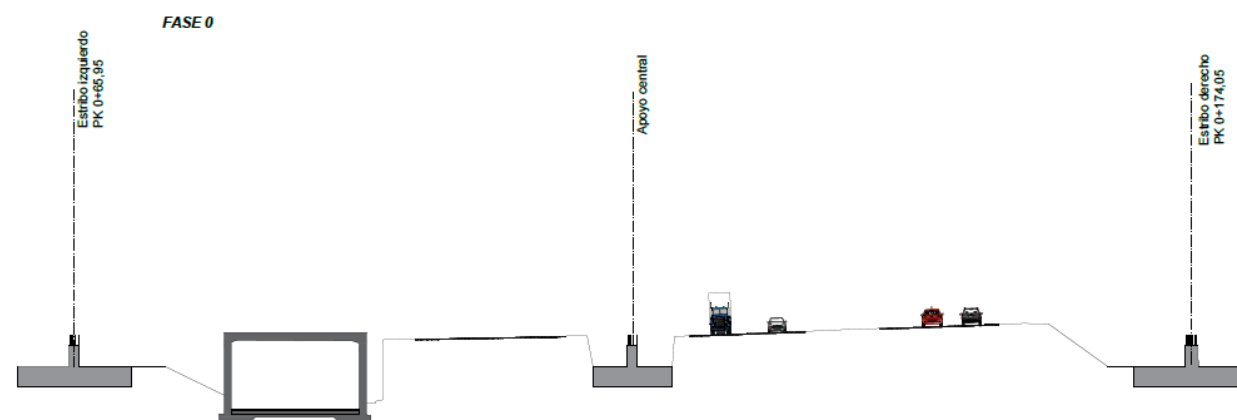


Figura 2. Fase inicial del proceso constructivo.

Para ello, se procede a realizar una limpieza del terreno alrededor de donde se colocarán las cimentaciones y subestructuras necesarias para construir el paso superior que dé acceso a Mercapalma desde la Autopista de Llevant.

En terreno se preparará según asesoramiento geotécnico y topográfico, además de tener una previsión de drenaje para evacuar aguas en caso de lluvias.

Para llevar a cabo las obras necesarias, se pretende desviar el tráfico de un sentido de la actual autopista al otro lado de la mediana actual, sobre la que se proyectará el apoyo central del paso superior.

De esta forma, el tráfico será ininterrumpido y se podrán llevar dar acceso al personal y la maquinaria necesaria para poder preparar el terreno donde se situará la cimentación del apoyo central evitando causar conflictos innecesarios entre los operarios y los usuarios de la autopista.

Por otro lado, existe espacio suficiente en los márgenes de los extremos donde se situarán los estribos del puente, así no se interrumpirá el tráfico actual en el lado derecho ni izquierdo, donde el cajón del ramal será evitado.

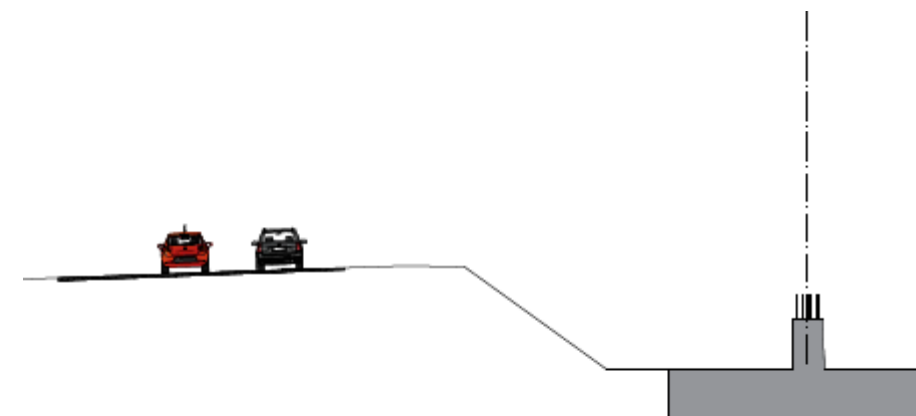


Figura 3. Detalle del desmonte y subestructura del estribo derecho en la fase 0.

Así, en la fase inicial, se realizarán los preparativos para poder realizar las subestructuras, excavando la profundidad necesaria que se puede observar en el *Anejo nº 3. Diseño y comprobación de la cimentación y subestructuras*, pudiendo poner el armado necesario para poder resistir los estados de sollicitación a los que se verá envuelto en un futuro. Además, se colocará el armado de espera, para poder así realizar en la siguiente fase el armado, encofrado y volcado de hormigón para poder realizar la pila central y los estribos.

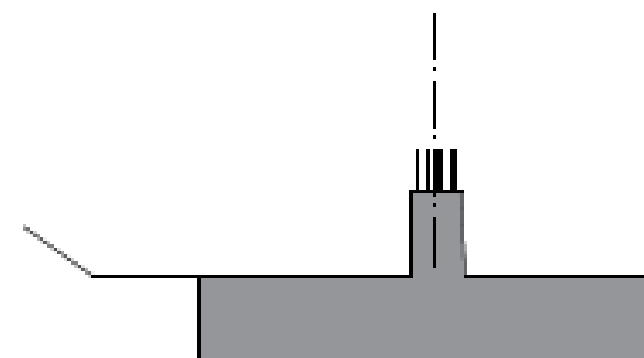


Figura 4. Armadura de espera en las cimentaciones para la construcción de los estribos.

### 3.2. Fase 1. Ejecución de pila y estribos.

En la siguiente fase, se procede a la realización de los elementos que sustentarán el paso superior, desde las cimentaciones realizadas en la fase anterior.

Para proceder, se realiza el armado del apoyo central, así como de los estribos, para así poder realizar un encofrado y hormigonado de las estructuras hasta la cota necesaria por proyecto.

Para realizar el hormigonado de los estribos y apoyo central será necesario realizar un encofrado dándole la forma de la estructura final según el proyecto. Para poder llegar a la cota necesaria se realizará un cimbrado alrededor de estas superficies. Para la construcción de los estribos y el apoyo central, se colocarán cimbras alrededor de su emplazamiento y que se apoyarán directamente en la cimentación de estas para asegurar así la transmisión de esfuerzos sin hacer movimiento en el terreno ni esfuerzos alrededor.

En la cima de los estribos en la primera parte, separando la ménsula corta para losa de cimentación, se realizará un canalillo con machinales para poder evacuar aguas que se puedan filtrar hasta esa posición.

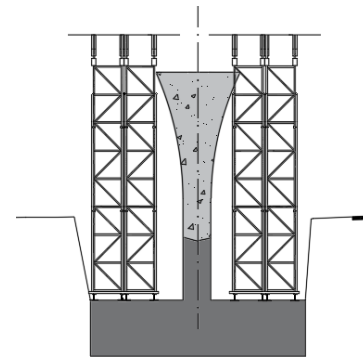


Figura 5. Detalle del cimbrado sobre la cimentación en el apoyo central para su construcción.

Las cimbras que se colocan juntos a los estribos, a la parte interna de la autopista, se aprovecharán para el cimbrado y encofrado del tablero, y se podrá observar en la *Figura 8*, de este modo la cimbras que se colocan a las partes exteriores de los estribos no serán de utilización. Por otro lado, la cimbra que se utilizará en el encofrado y hormigonado del apoyo central, se desmontará para nivelar el terreno en la siguiente fase, y trabajar desde la superficie del terreno.

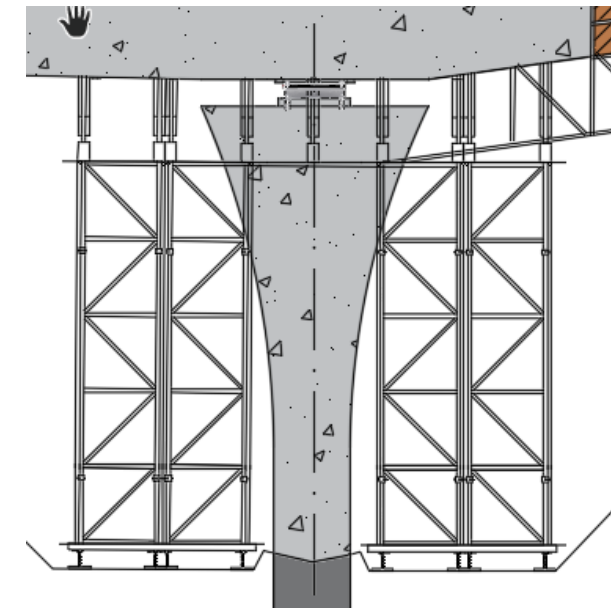


Figura 6. Detalle del cimbrado sobre la cimentación en el apoyo central para su construcción.

Las torres de apeo, tal y como se puede observar en la figura de arriba consta de distintas partes y sujeciones.

Entre ellas, podemos empezar por las placas reguladoras que se colocarán sobre el terreno o cimentación, depende de la ubicación de la torre de apeo y servirán para nivelar los desniveles con el objetivo de construir una torre de apeo lo máximo vertical posible para facilitar la operación.

Las torres de apeo están formadas por marcos, compuestos de diagonales horizontales y diagonales verticales, los cuales permiten un arriostramiento y una estabilidad a la estructura. Además, para la sujeción de las diagonales y la construcción de las torres será necesario el empleo de abrazaderas y empalmes de conexión entre las diagonales.

Para los niveles superiores de nuestra estructura será necesario la utilización de marcos de regulación, los cuales nos permiten establecer y regular la cimbra, para seguridad del trabajador sobre la plataforma de seguridad.

Finalmente, en la parte superior de las torres de apeo, se encuentran los cabezales, los cuales se pueden ajustar a las distintas cotas de nuestro tablero, para así sujetar a las correas y barcos con el objetivo de la regularización de los paneles de encofrado para formar la estructura final del tablero.



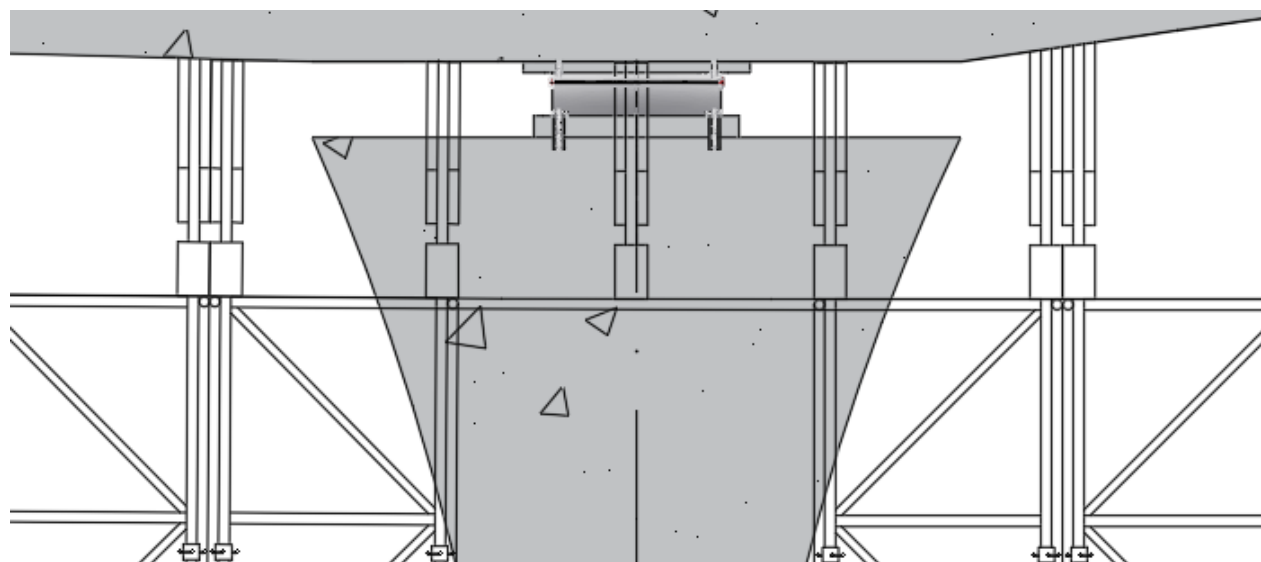


Figura 7. Detalle de los cabezales utilizados en las proximidades al apoyo central.

Con el objetivo de poder ayudar a la sección a resistir los esfuerzos solicitantes que vienen directamente del tablero o del empuje de tierras será necesario la realización de un armado en estas estructuras con el fin de poder colaborar con el hormigón a resistir los esfuerzos de compresión, flexión o cortante.

Para ello, se realizará la colaboración con las armaduras de espera de la fase anterior, y además se añadirán armaduras longitudinales y transversales para poder resistir los esfuerzos.

Una vez se ha colocado toda la armadura pasiva en los estribos y en el apoyo central, se procede a verter el hormigón por fases hasta llegar a la cota deseada.

Durante esta fase, el tráfico continuará habilitado en el margen derecho de la mediana en ambos sentidos de circulación como se puede observar en la siguiente figura.

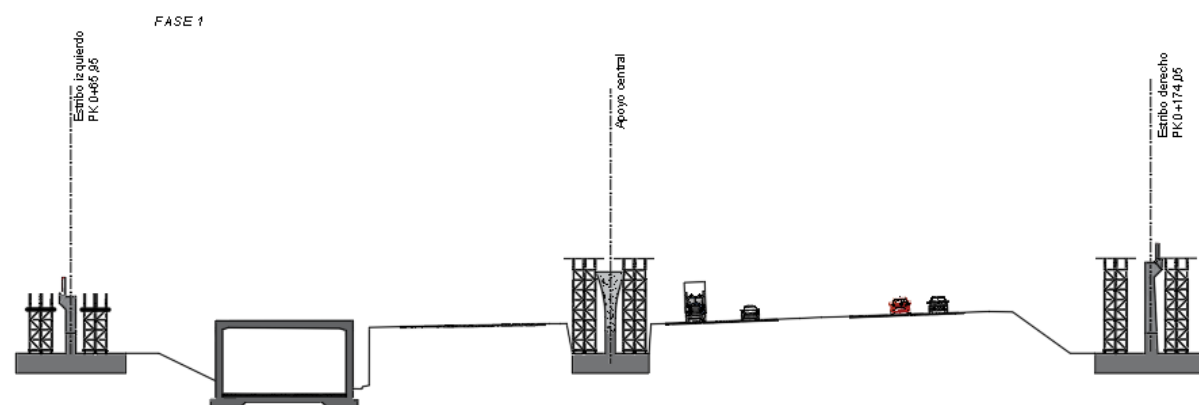


Figura 8. Fase 1 del proceso constructivo.

### 3.3. Fase 2. Ejecución de las aletas y relleno de los estribos.

En objetivo de la siguiente fase será la realización de los muros de contención en los estribos principalmente.

Durante la fase 2, se procederá a desmontar las cimbras de los exteriores de los estribos para así realizar en estos el relleno de tierras para así alcanzar las cotas sobre las cuales descansará el aglomerado.

En cuanto al apoyo central se puede, se decide realizar un recredido del terreno sobre el que descansará la cimbra, dándole una forma horizontal para facilitar así el trabajo posterior, es decir el cimbrado, encofrado y hormigonado del tablero.

En cuanto a la preparación para el descanso del tablero sobre los estribos y el apoyo central, se realizarán apoyos elastoméricos en los estribos, así como un recrimiento de hormigón donde se ubicarán estos elastómeros que han sido diseñados en el Anejo 6. Equipamientos. Por otro lado, en el apoyo central se ha decidido dar uso de un Apoyo POT, que también se puede ver el diseño en el anterior anejo. Para este apoyo, también se han realizado recredidos de hormigón para no dañar así la estructura de apoyo.

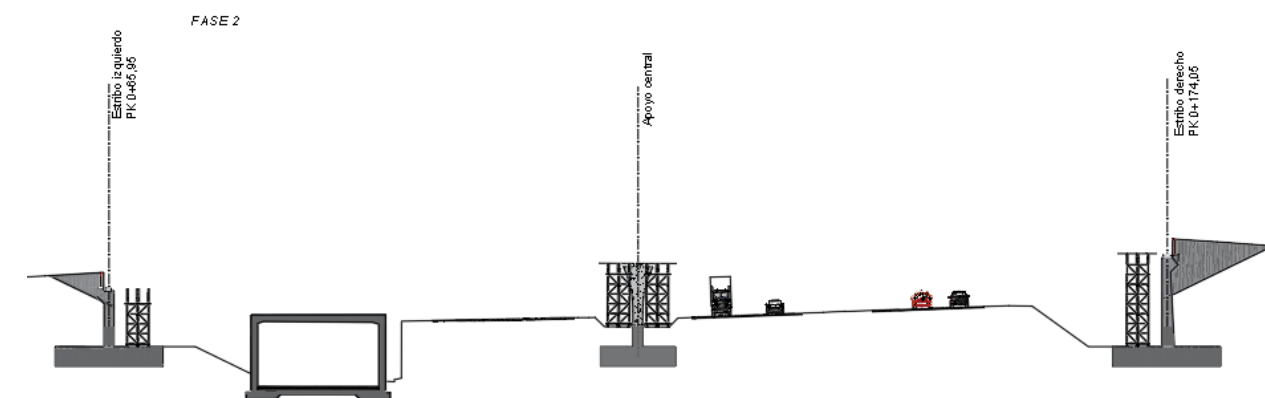


Figura 9. Fase del proceso constructivo.

### 3.4. Fase 3. Cimbrado, encofrado y hormigonado del primer vano.

El objetivo principal es la materialización del cimbrado y encofrado del primer vano del paso superior.

Para poder realizar el hormigonado del primer vano es necesario realizar un encofrado, que descansará y se realizará desde un cimbrado previo. En el paso superior, se ha proyectado un cimbrado aporticado, el cual tendrá 4 torres de cimbrado para el primer vano, para evitar y disminuir el material, descansando sobre terreno firme y horizontal.

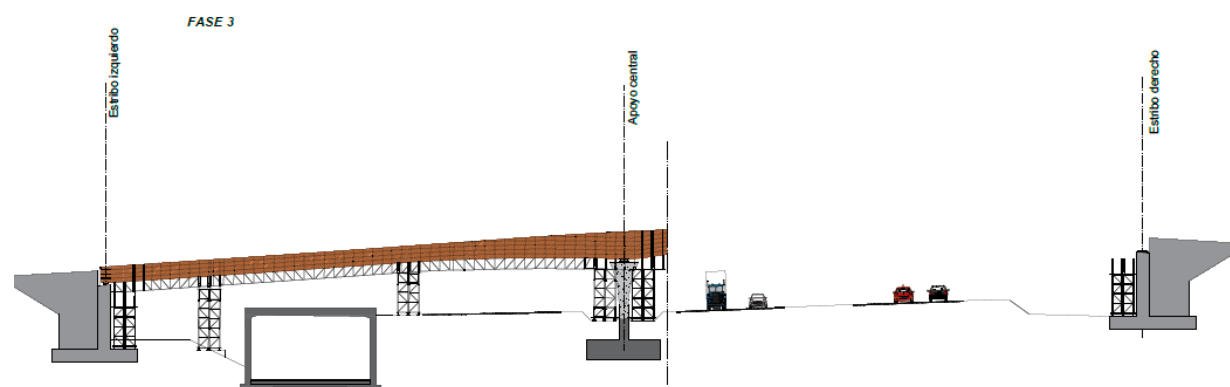


Figura 10. Fase 3 del proceso constructivo.

En las torres de apeo descansarán escaleras y plataformas de trabajo sobre las cuales podrán acceder los operarios para poder realizar el encofrado del tablero. Además, en el apoyo central, se realizará un cimbrado alrededor de este para poder realizar el encofrado sobre todo el apoyo, para poder realizar un correcto anclaje y tesado en el tablero posterior.

El encofrado se realizará en el primer vano, dando un pequeño espacio en el estribo izquierdo para poder realizar una junta de dilatación en el puente para que el tablero en funcionamiento no entre en colapso por las fuerzas climáticas.

Para realizar el encofrado, alrededor de la madera se colocarán correas y barcos atando así el encofrado y dándole rigidez para que a la hora de verter el hormigón este no se muevan, y la forma final sea la deseada.

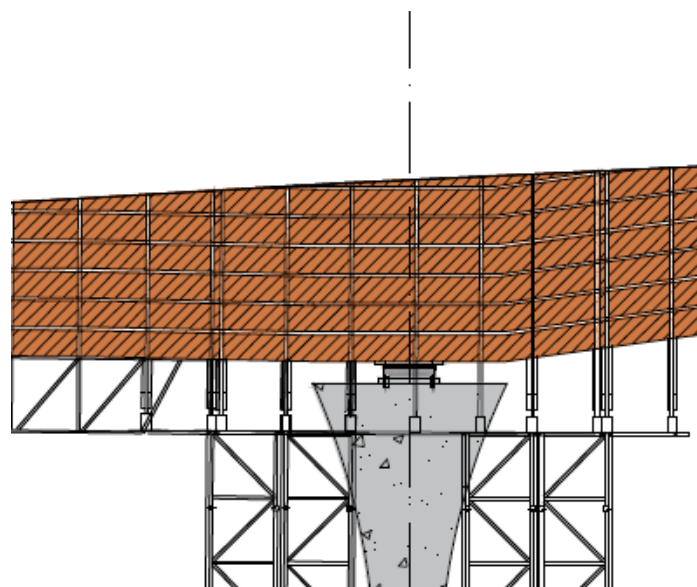


Figura 11. Detalle del encofrado sobre al poyo central.

Una vez realizado el encofrado se colocará el armado para el tablero. Este armado estará compuesto por armado longitudinal a lo largo de losa, y armado transversal para poder resistir los esfuerzos a los que estará sometido. Además, encima del apoyo central, el tablero contará también con barras levantadas para poder resistir los cortantes a los que está solicitado el tablero en el centro del paso superior.

Una de las características principales del tablero tipo losa es el aligeramiento, para reducir el peso propio en secciones en las que los esfuerzos no son tan característicos como en los extremos o en el apoyo central, por lo que se introducirán 4 cilindros de polietileno expandido de 0,4 metros de radio, comprendidos entre en la sección B-B' que se puede observar en los planos geométricos detallados.

Por otro lado, la losa para poder resistir los esfuerzos y disminuir las flechas donde existen luces tan largas como las de nuestro paso superior, se introducen las vainas por donde se tesará el primer vano. Así, se dejarán los conductos por donde se introducirá el tesado y se rellenará con mortero para poder tener un funcionamiento eficaz trabajando conjuntamente con el hormigón.

Otro de los elementos que se tendrán en cuenta son las bajantes de aguas. En estructuras de hormigón o zonas que están expuestas a aguas, debidas a lluvia u otros, es necesario prevenir estos efectos para evitar daños y afecciones a la estructura, y reducir en costes en el mantenimiento, reparación o sea ya en el funcionamiento de la estructura. Es por ello, que se colocarán bajantes a lo largo del margen interno de la planta curvilínea ya que es hacia donde las aguas se dirigirán debido al peralte constante a lo largo del paso superior de 5,73%. Así, se podrán recoger todas las lluvias, evitando filtraciones y deterioros en el hormigón.

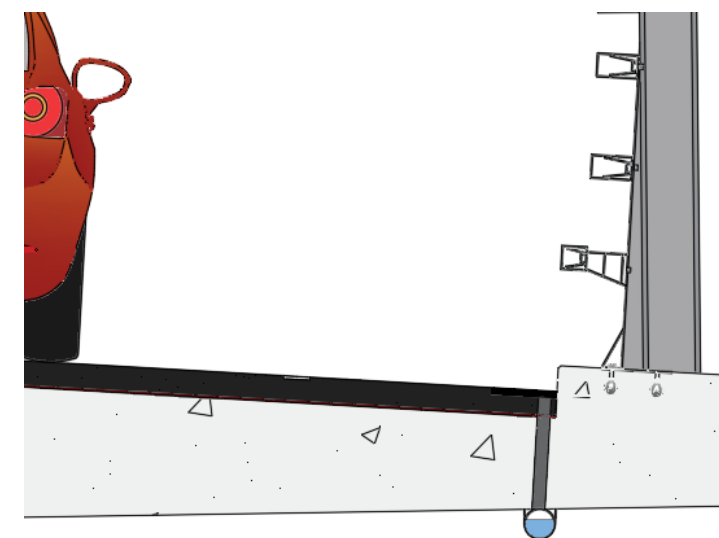


Figura 12. Detalle del colector de aguas junto a la bajante y el sumidero en una sección tipo.



Establecidos todos los materiales necesarios para hormigonar, se empezará a verter el hormigón en el tablero.

### 3.5. Fase 4. Desencofrado, descimbrado.

En la siguiente fase se pretende desencofrar el primer vano con el objetivo de dejar operativo los carriles inferiores y poder empezar las obras en el otro vano.

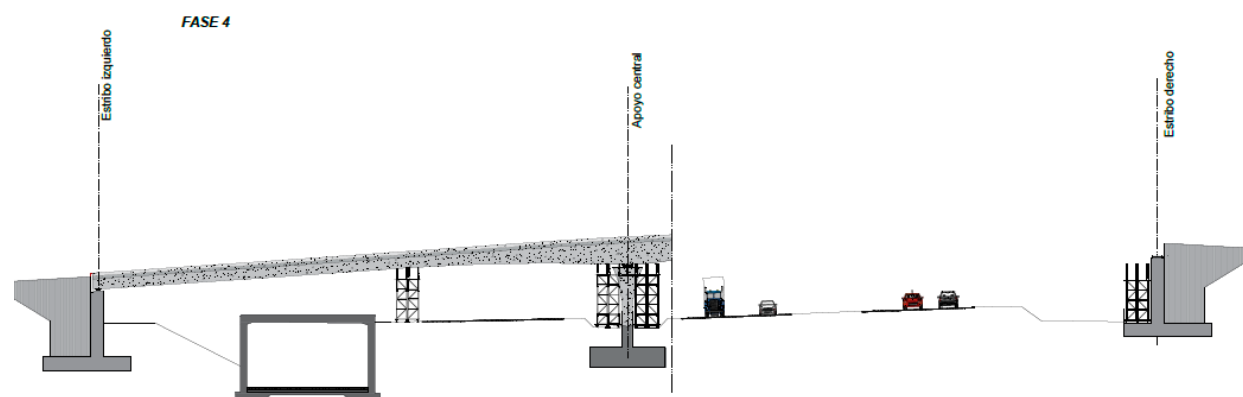


Figura 13. Fase 4 del proceso constructivo.

El desencofrado del hormigón se realizará cuando el hormigón tenga la rigidez y consistencia suficiente para mantenerse por su propio peso, se procede a quitar las correas, barcos y paneles de encofrado.

Cuando estos han sido removidos, se procede a la eliminación de las torres de apeo, salvo el castillete que se encuentra a mitad vano. Este castillete, permitirá reducir los momentos que se producirán en el vano de 54 metros, y de este modo, las armaduras que se deben introducir para poder resistir a los esfuerzos durante la construcción. El castillete se ha decidido colocar próximo a la estructura del paso inferior al encontrarse más o menos a mitad de distancia entre ambos apoyos, sin intervenir en la estructura del paso inferior ni la calzada existente de la autopista Ma-19.

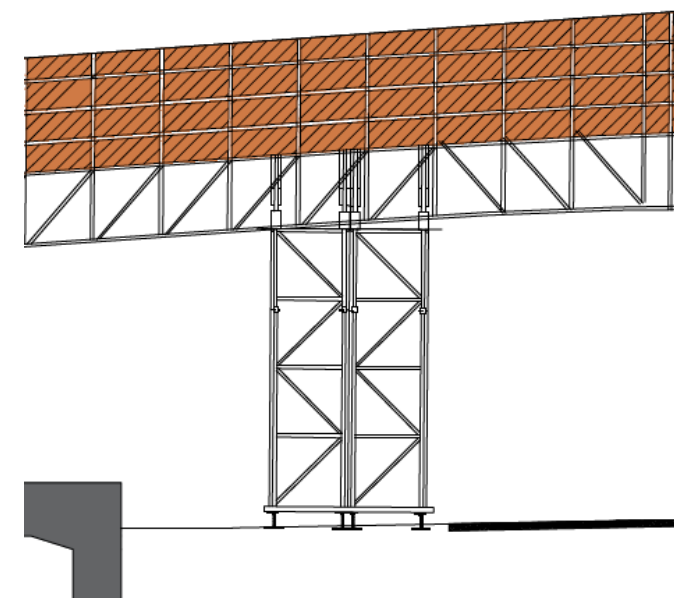


Figura 14. Castillete permanente en el vano izquierdo para la reducción de momentos durante la construcción.

Durante esta fase, se realizará el relleno de tierras en las proximidades del estribo derecho para conformar el talud proyectado en el paso superior.

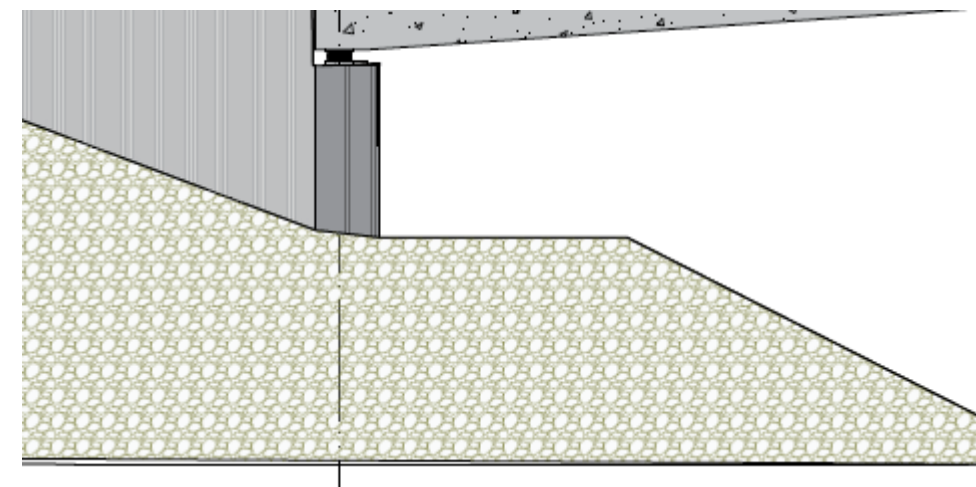


Figura 15. Relleno del talud en el interior del estribo izquierdo según proyecto.

### 3.6. Fase 5. Cimbrado, encofrado y hormigonado del segundo vano.

Durante la siguiente fase se pretende realizar el cimbrado y encofrado del segundo vano, es decir del vano del margen derecho de la mediana, para poder hormigonar el tablero del segundo vano.

Con el objetivo de operar y empezar a construir el segundo vano, se procede a desviar el tráfico de este lado del paso inferior, al paso inferior del primer vano. De este modo, el tráfico para los usuarios de la autopista se cerrará para permitir el paso de la maquinaria y operarios necesarios para poder cimbrar el lado derecho.

Para el cimbrado, se van a reutilizar el máximo posible de los elementos del anterior vano, no obstante, los paneles de encofrado al ser una sección de canto variable y cuya pendiente a lo largo del puente es distinta, estos van a ser distintos a los anteriores, pero las correas y demás elementos se podrán reutilizar al máximo.

En este vano, se va a proceder a la construcción de 2 torres de apeo intermedias para ayudar al cimbrado y encofrado del vano dos del proceso constructivo. Estas nuevas torres de apeo, se apoyarán en el terreno existente premiando la estabilidad de ellas y la verticalidad gracias a los elementos de apoyo como las placas reguladoras.

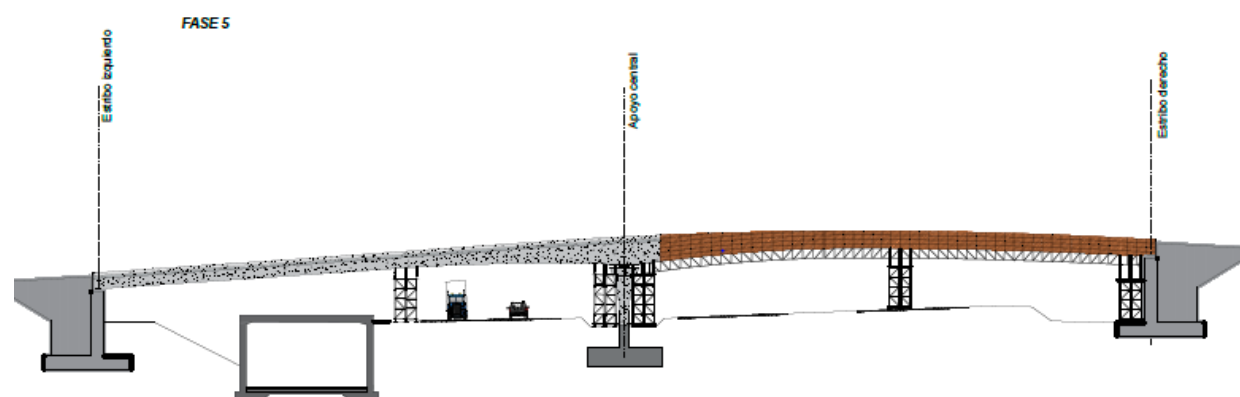


Figura 16. Fase 5 del proceso constructivo.

Consecuentemente se realizará el encofrado con las correas y barcos, que atarán los paneles de encofrando dándole la geometría final al tablero, sobre la cual colocaremos del segundo vano, con las armaduras de conexión del primer vano.

Las armaduras que se tendrán en cuenta para el segundo vano serán las de conexión con el primer vano, así como el armado longitudinal y transversal para resistir los esfuerzos a los que se verá expuesto el paso superior.

Otro de los materiales que deberemos colocar serán los cilindros de polietileno expandido, que serán los aligeramientos de la losa. Estos, al igual que en el primer vano, irán a una distancia de 5 metros sobre los estribos y a 6 metros medidos desde el centro del apoyo central, y facilitarán la reducción del peso

propio y en si la resistencia en zonas donde las resistencias debido a los esfuerzos no serán tan limitantes.

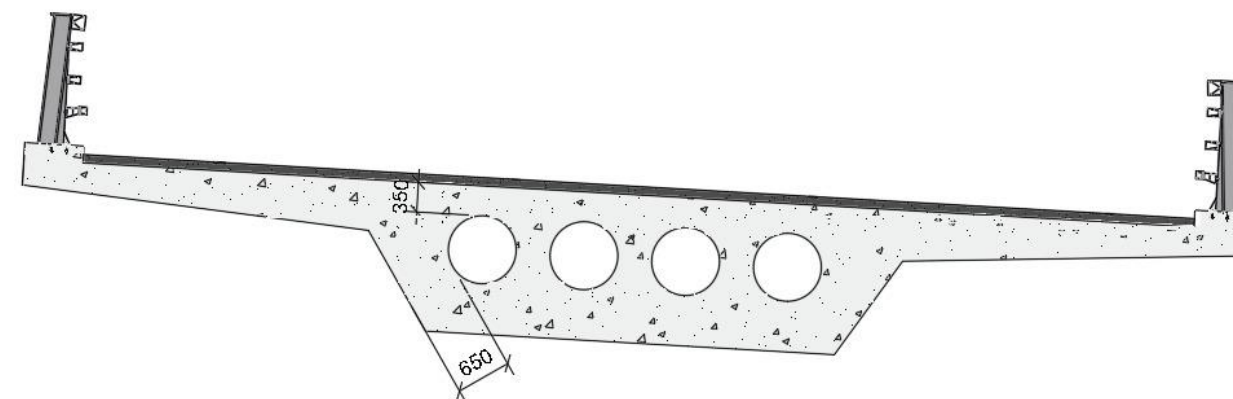


Figura 17. Detalle de los aligeramientos de polietileno expandido en una sección tipo.

Tal y como se ha comentado en la Fase 3 para evitar las infiltraciones debido a lluvias, se introducirán bajantes en el hormigón, en la parte interna de la planta curvilínea con el fin de evitar reparaciones y mantenimiento en la estructura.

Una de las características principales de nuestra losa es el pretensado. Para ello se introducirán los 4 tubos por los que se enroscarán y tesarán los cables para darle la compresión necesaria.

Para evitar problemas en nuestro paso superior debido al incremento de temperaturas o descenso en los materiales de nuestro puente, se procede a dejar espacios donde se incluirán las juntas de dilatación, para así permitir movimientos debidos a los cambios de temperatura a los que puede estar expuesto. Dichas juntas de dilatación se encontrarán justo donde se encuentra el hormigonado del vano uno con el hormigonado del vano 2, y cerca del estribo derecho junto con la transición del trazado con la carretera.

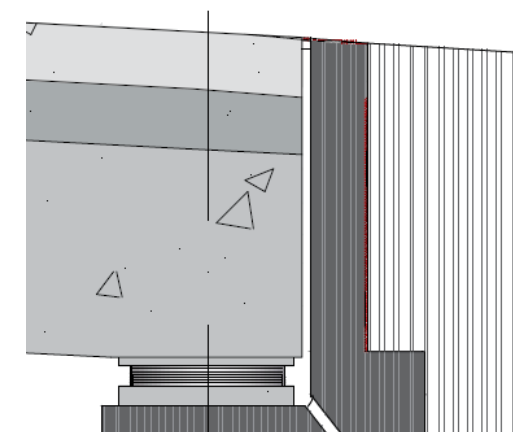


Figura 18. Fase 5 del proceso constructivo.

Finalmente, cuando ya se han finalizado todas las tareas previas al hormigonado, se procede al vuelco de este en la sección tipo, distribuyéndolo correctamente a lo largo de los paneles de encofrado hasta la cota final.

### 3.7. Fase 6. Desencofrado, descimbrado apeo y del segundo vano. Tesado paso superior.

En la presente fase, se introducirá el tesado de la losa aligerada de nuestro vano superior.

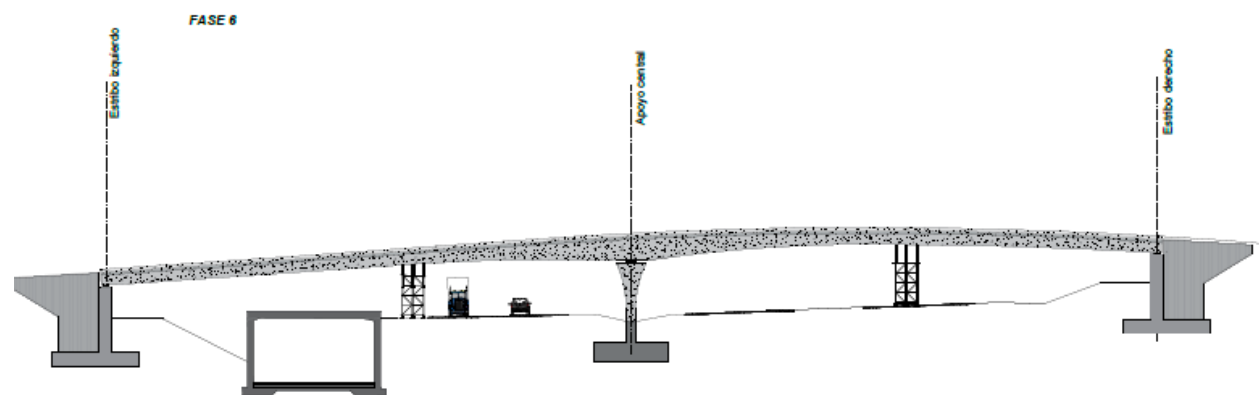


Figura 19. Fase 6 del proceso constructivo.

Con el objetivo de tesar el puente, una vez el hormigón del segundo vano ha tomado suficiente resistencia para mantenerse por su propio peso, se procede a la eliminación de las cimbras y torres de apeo del segundo vano, estribo derecho y apoyo central, salvo el castillete que se encuentra a mitad vano sobre la autopista a mitad distancia entre apoyo central y estribo derecho.

Una vez llegados a los 10 días desde el hormigonado del vano segundo, se iniciarán las tareas de postesado. Con este tesado, conseguiremos introducirle una compresión a nuestro puente.

Anclaremos los cables en el estribo derecho, y colocaremos los gatos hidráulicos en el estribo izquierdo, 91.168 Kn se introducirán con el objetivo de poder coser las tracciones que aparecerán en el tablero de hormigón debidos a los esfuerzos a resistir, además este tesado ayudará a reducir la flechas que podrán ocurrir en los vanos de 54,05 metros de nuestro paso superior, siendo de gran preocupación debido a la tipología estudiada y a la longitud de estos. Además, una vez tesados, se rellenará con mortero que ayudará a la conexión y resistencia entre los cables y el hormigón.



Figura 20. Gato hidráulico para el tesado del paso superior.

Por otro lado, durante esta fase se realizarán tareas de nivelación del terreno según proyecto. Para ello, se producirán rellenos alrededor del apoyo central, alrededor de 0,5 metros y 1 metro, mientras que, en el apoyo derecho, se rellenará el talud hasta alcanzar la cota de nivelación correcta.

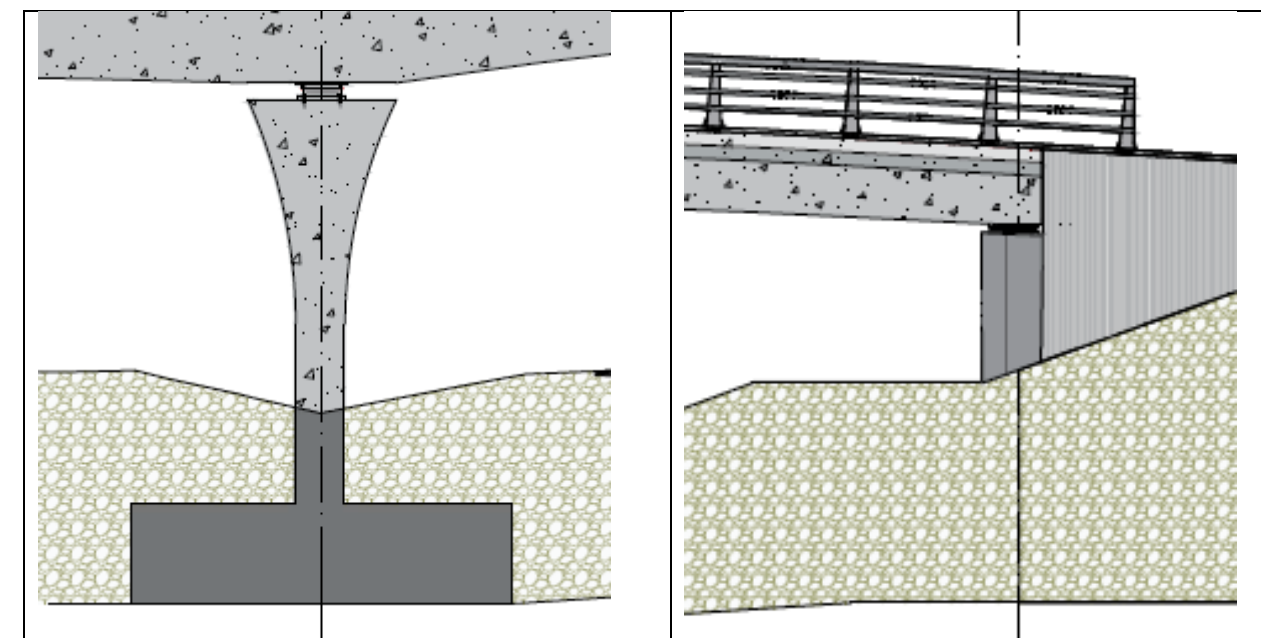


Figura 21. Nivelación del terreno conforme proyecto en apoyo central y estribo derecho.

### 3.8. Fase 7. Retirada de apeos y acondicionamiento del emplazamiento.

Una vez tesado el puente entero, se procede a la eliminación de los apeos a ambos lados de los vanos para permitir la circulación y el paso inferior al tránsito de la autopista de Llevant, y se procederá a extender el aglomerado sobre el hormigón.

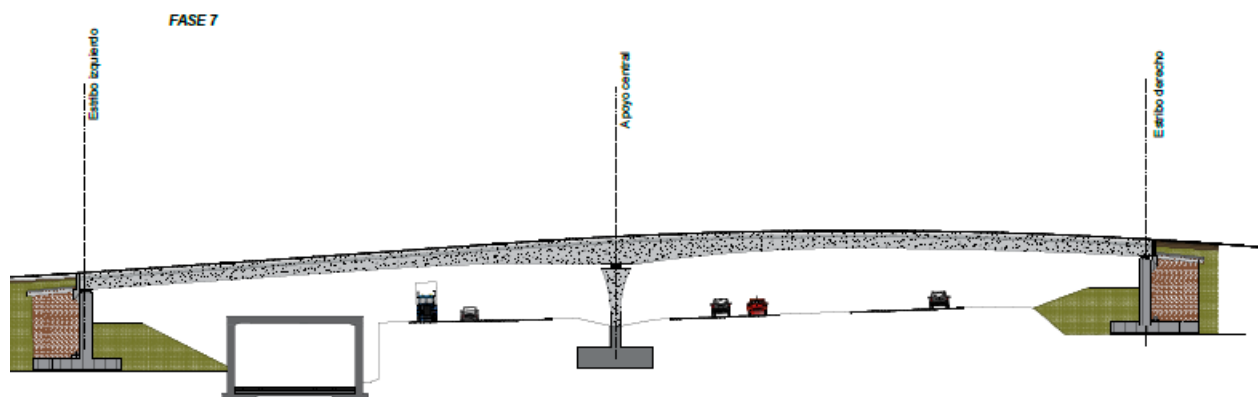


Figura 22. Fase 7 del proceso constructivo.

Para crear un aislamiento del hormigón frente a las filtraciones del agua u otros entre el aglomerado y que alcance el tablero, se ha propuesto incluir una capa de estanqueidad que se extenderá por toda la superficie del tablero, sobre la cual se colocará el aglomerado. Dicha capa de estanqueidad queda explicada en el *Anejo 6. Equipamientos*.

En el trasdós del muro de los estribos se colocará terreno que sea capaz de soportar los esfuerzos del tráfico y efectos climáticos, sufriendo el mínimo asiento posible. Alrededor del estribo, se colocarán muros de contención de tierras para cuando este sea solicitado no se produzcan movimientos en el terreno y puedan verse afectados.

Una vez alcanzada la cota a la que se encontrará la ménsula corta para la losa de transición, se colocará una capa de grava compactada, con una pendiente del 10% sobre la cual descansará la losa de transición, la cual ayudará a rebajar los asientos diferenciales. Esta losa de transición, cuya longitud será superior a 5 metros, estará conectada a la ménsula corta a través de un pequeño aparato de apoyo.

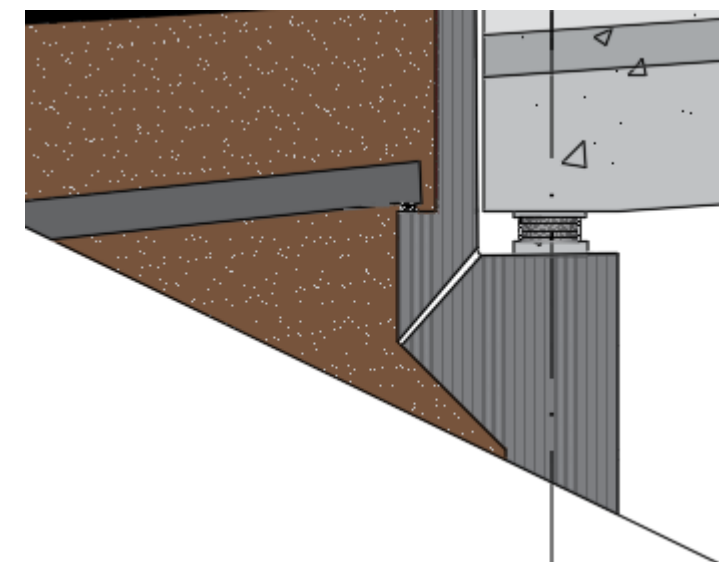


Figura 23. Detalle de la losa de transición en el estribo izquierdo.

Otro equipamiento que se coloca en esta fase del proceso, es la colocación de los sumideros sobre las bajantes para los colectores de agua, de esta forma, se le da la solución a cualquier precipitación y curso de agua sobre el paso superior.

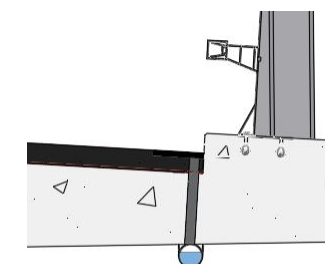


Figura 24. Detalle del sumidero y capa de aglomerado.

Antes del aglomerado se procederá a colocar las juntas de dilatación que se ha comentado anteriormente, para así hacer frente a dilataciones y contracciones del hormigón. Estas juntas se colocarán en los estribos y en la conexión entre el hormigonado de ambos vanos.



Con todos los equipamientos anteriores, y el estado del paso superior se procede a la extensión del aglomerado. Este aglomerado tendrá un espesor de 10 cm, y será la capa de rodadura sobre la cual los vehículos transiten.

### 3.9. Fase 8. Materialización de los equipamientos.

La fase 8 corresponde a la última fase del proceso constructivo, en ella se pretende colocar el resto de equipamientos necesarios para el correcto funcionamiento del paso superior.

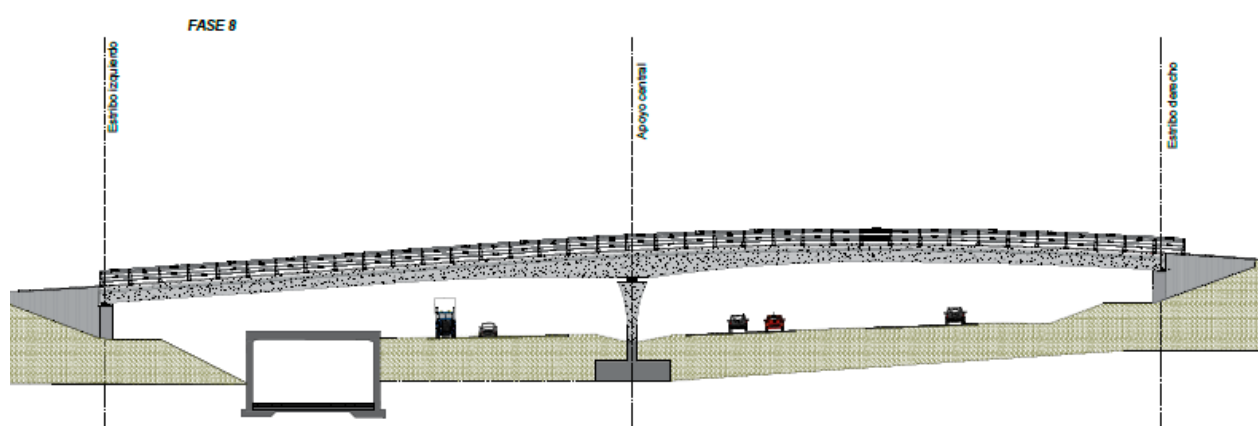


Figura 25. Detalle del sumidero y capa de aglomerado.

Debido a la IMD de la carretera y de la espera de vehículos pesados que utilizarán dicha sección debido al acceso a la zona industrial de Mercapalma, se han calculado el nivel de contención, considerando como diseño un pretil H4b, el cual queda recogido en el *Anejo 6. Equipamientos*.

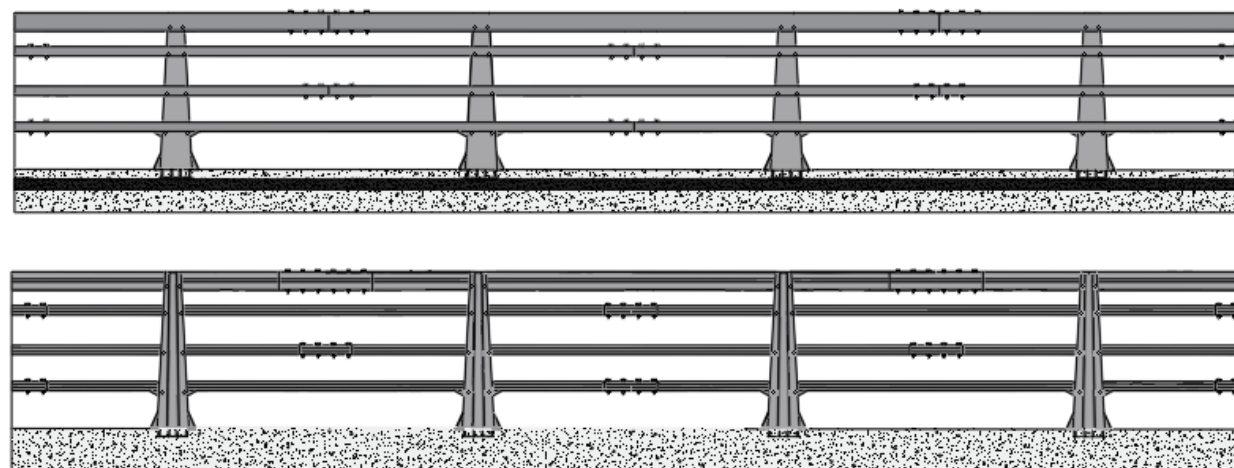


Figura 26. Pretil H4b para la contención de vehículos.

Así, para la colocación del pretil, se ha de colocar un recrecido de hormigón a los extremos de las alas de las secciones de 0,2 metros, donde se anclarán los pretiles. A continuación, se muestra una figura en la que se puede apreciar este recrecido.

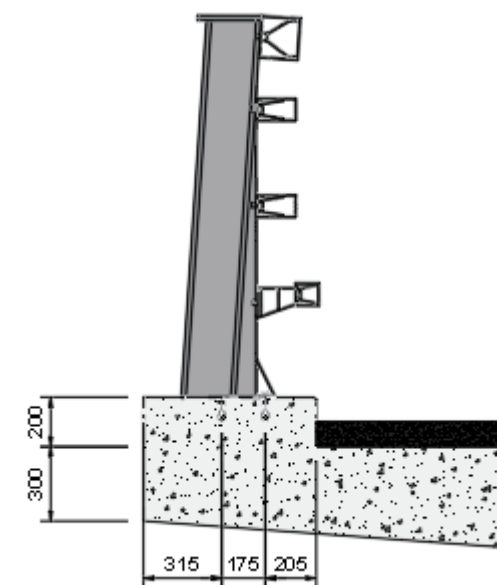


Figura 27. Detalle del recrecido del hormigón para el anclaje del pretil.

Otro de los equipamientos que se colocará en esta fase será el colector de aguas, que recogerá el agua que proviene de las bajantes y lo verterá en los estribos, evitando así que las aguas caigan directamente al paso inferior sobre los vehículos, plataformas o los taludes provocando así deterioros.

En la siguiente figura, observamos el colector que se colocará en la parte interna tal y como se ha comentado con las bajantes y sumideros, ya que será hacia donde irá la escorrentía de lluvias sobre el tablero.

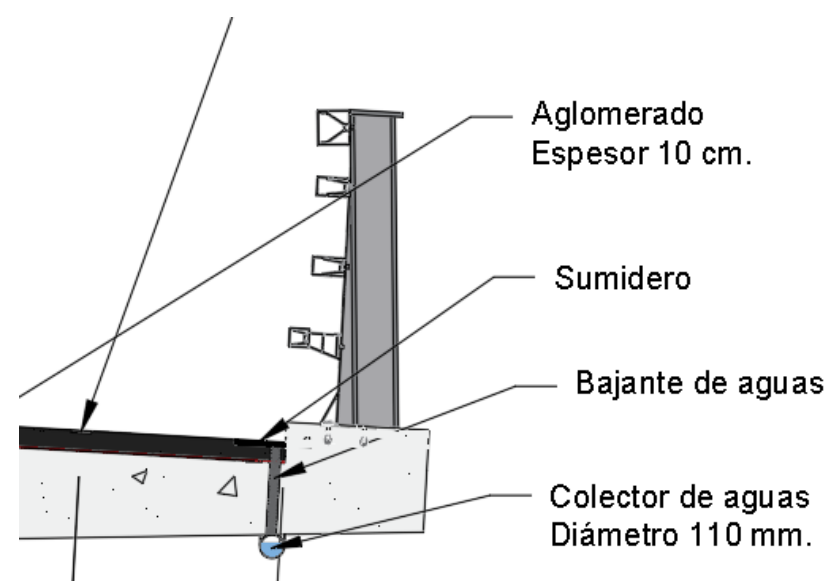


Figura 28. Detalle del recrecido del hormigón para el anclaje del pretil.

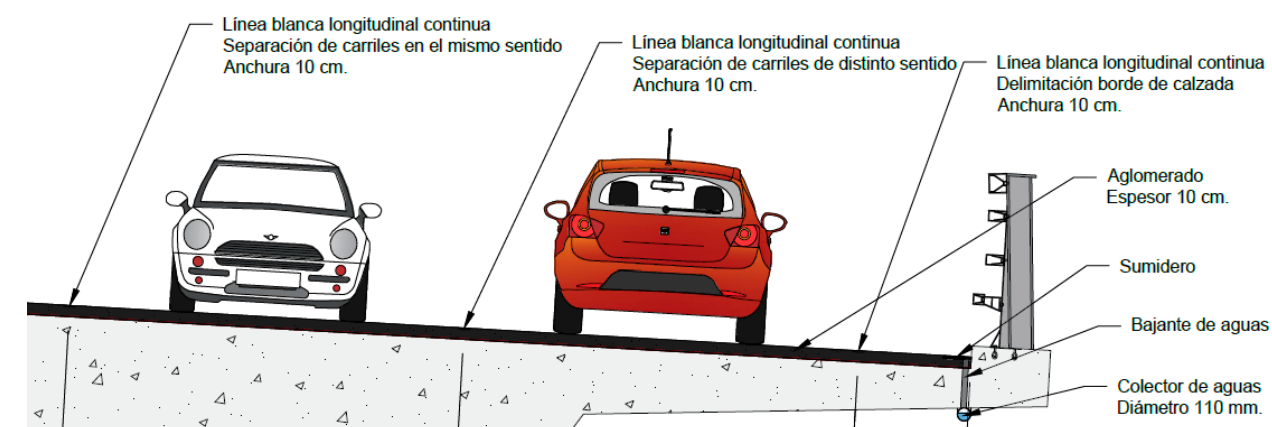


Figura 29. Detalle de la señalización horizontal del paso superior.

Con todo esto, el paso superior estaría finalizado y ya se podría abrir a los usuarios. En el anexo al presente Anejo se puede seguir el proceso constructivo por secuencias.

Por último, y antes de finalizar el paso superior, se deberá colocar el último equipamiento que da funcionamiento al puente. La señalización horizontal se basará en líneas continuas que delimitará el borde de calzada, la separación de carriles en ambos sentidos y en el mismo sentido.

Como se observa en la siguiente imagen, la línea separadora del borde de la calzada será distinta a ambos lados, debido al arcén que existe en el paso superior. En el interior de la planta curvilínea, por proyecto, existe un margen inferior a 1 metro por lo que la línea tendrá una anchura de 10 cm, mientras que en la parte externa de la calzada está será de 15 cm.

Por otro lado, las líneas continuas que delimitan los carriles en ambos sentidos, o la que delimita los carriles en el mismo sentido tendrá una anchura de 10 cm.

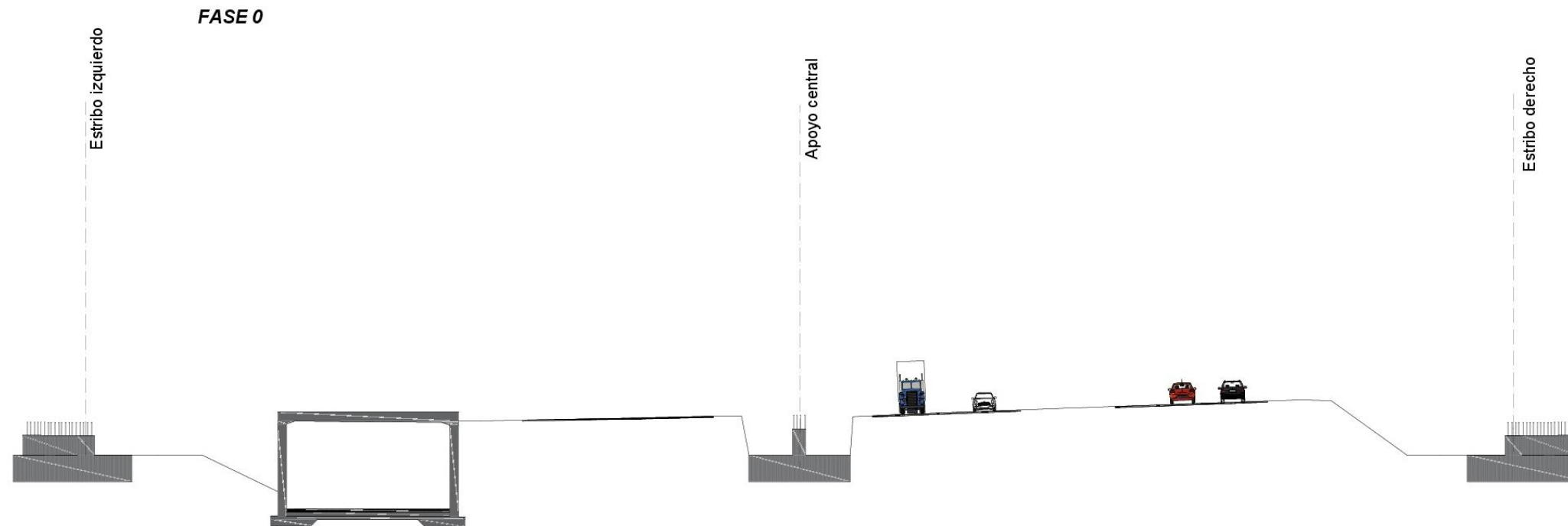


#### 4. REFERENCIAS

- MONLEÓN CREMADES, S. *Introducción a la construcción de puentes. Ejecución de puentes de hormigón*. Departamento de los Medios Continuos. València, España. Universitat Politècnica de València (UPV).
- YOUTUBE, "GATO DE TESADO" en Youtube  
<https://www.youtube.com/watch?v=0vDCUA6SWxM> [Consulta: 15 de Agosto de 2018]
- YOUTUBE, Construcción de puentes losa en RP Nº 11 "" en Youtube  
<https://www.youtube.com/watch?v=-Z7UheOBZH8> [Consulta: 15 de Agosto de 2018]

# ANEXO 1. DISEÑO DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS Y DETALLE DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

## FASE 0

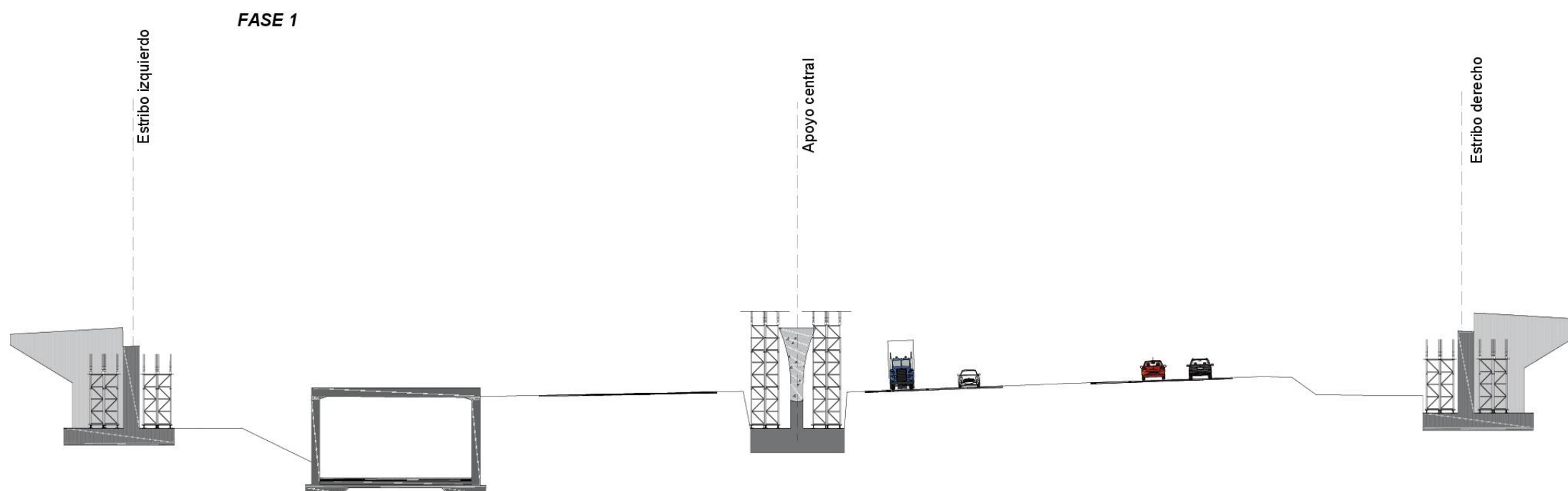


### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 0:

- (1) Desvío del tráfico al paso inferior del segundo vano para realizar las operaciones de construcción del primer vano.
- (2) Limpieza del terreno alrededor de las cimentaciones y subestructuras proyectadas.
- (3) Asesoramiento por parte del equipo topográfico y previsión de drenaje para evacuar aguas.
- (4) Excavación de la superficie correspondiente a las subestructuras.
- (5) Colocación de la armadura pasiva de espera y de las armaduras de espera para el futuro vertido de hormigón de estribos y apoyo central.
- (6) Vertido de hormigón en las cimentaciones y recredido de hormigón para la futura conexión con los apoyos.

## FASE 1

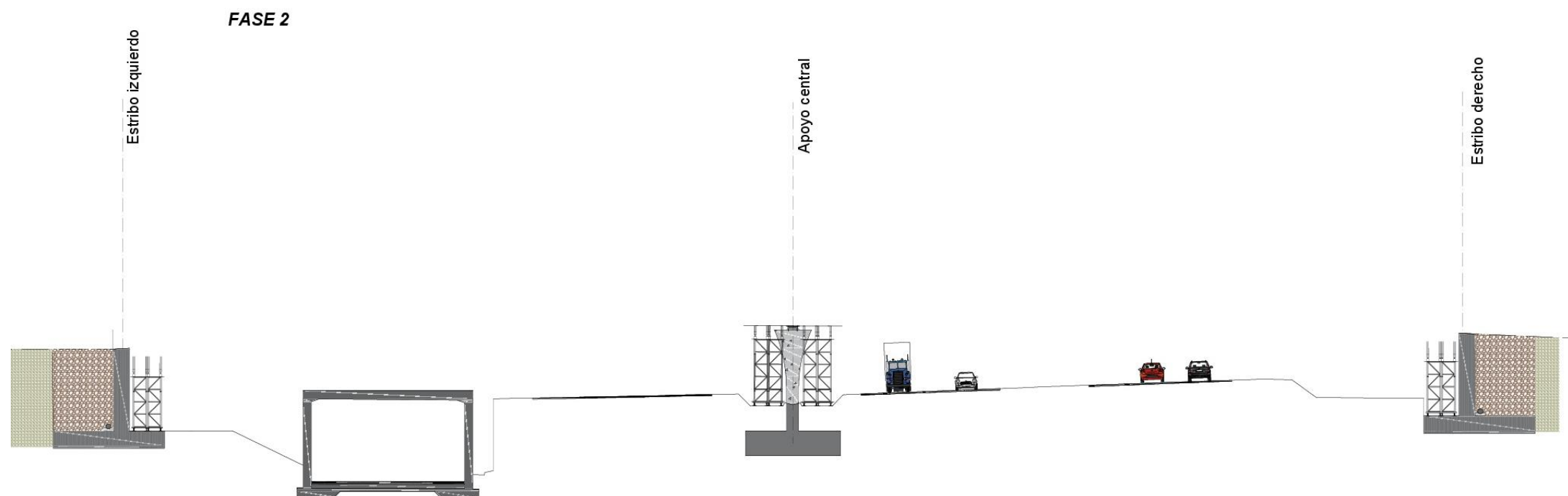


### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 1:

- (1) Cimbrado alrededor de los estribos y apoyo central que se pretende construir.
- (2) Colocación de paneles de encofrado sobre la superficie del apoyo central y estribos.
- (3) Introducción de las armaduras de las armaduras pasivas y conexión con las armaduras de espera.
- (4) Creación de un machinal en los estribos para evacuar aguas por filtración.
- (5) Vertido de hormigón por fases hasta la cota deseada.

## FASE 2

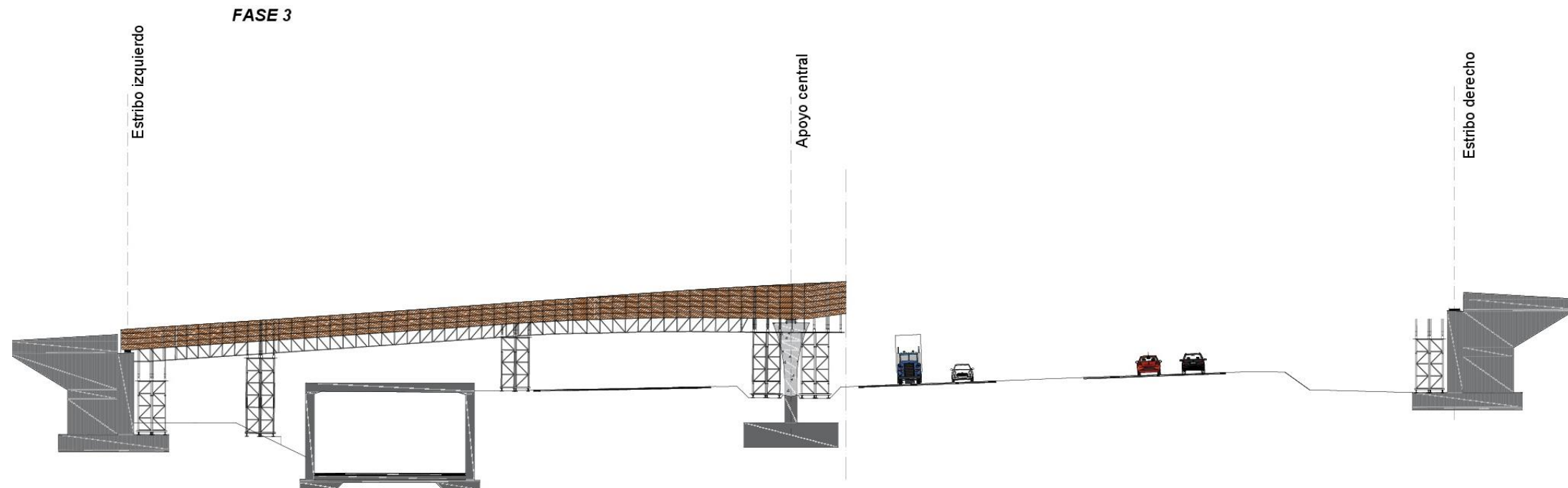


### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 2:

- (1) Descimbrado en el trasdós de los muros de contención.
- (2) Relleno del trasdós de los muros de contención.
- (3) Creación de los muros de contención de tierras.
- (4) Ubicación de los aparatos elastoméricos de apoyo en los estribos y el apoyo tipo POT en en apoyo central.

## FASE 3



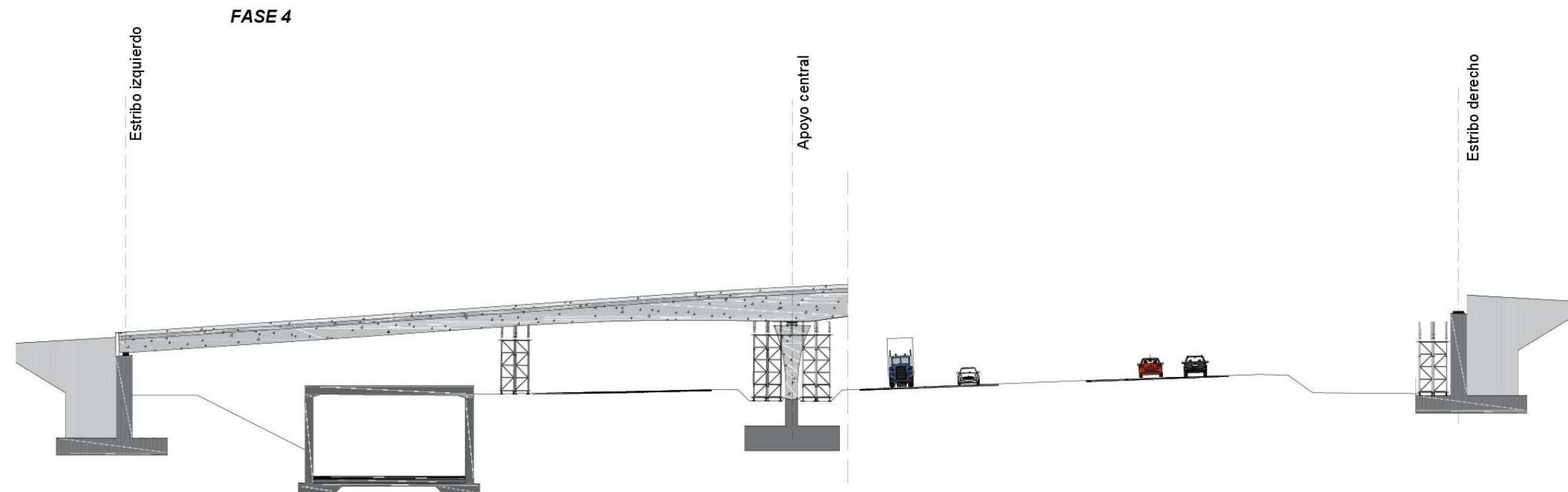
### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 3:

- (1) Cimbrado y torres de apoyo para el encofrado del vano izquierdo.
- (2) Colocación de los paneles de encofrado y sujeción mediante correas, barcos y demás elementos de sustentación.
- (3) Disposición de las armaduras pasivas del tablero, y barras levantadas cerca del apoyo central para aumentar la resistencia a cortante.
- (4) Ubicación de los aligeramientos de *Poliexpan*.
- (5) Introducción de las vainas para el tesado.
- (6) Emplazamiento de las bajantes de aguas de escorrentía.
- (7) Espaciamiento para la colocación de las juntas de dilatación.
- (8) Hormigonado del segundo vano del paso superior.



## FASE 4

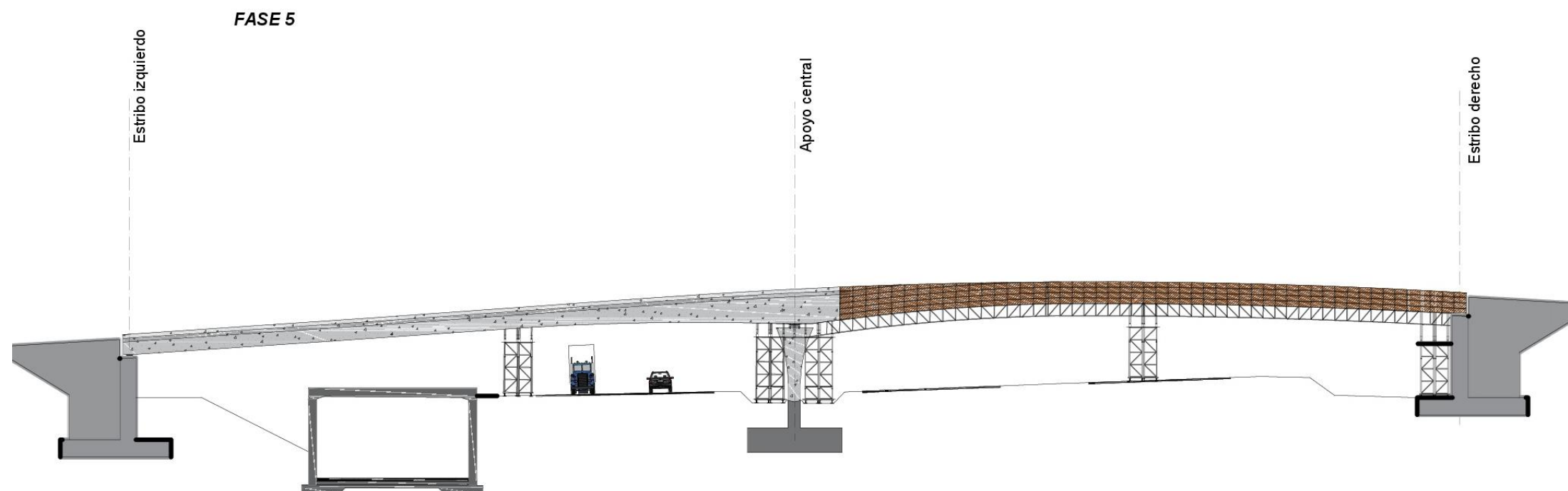


### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 4:

- (1) Eliminación de los elementos de sujeción y paneles de encofrado.
- (2) Remoción de las cimbras y torres de apeo del vano izquierdo a excepción del castellet central.
- (3) Nivelación del terreno del paso inferior en el estribo izquierdo.

## FASE 5

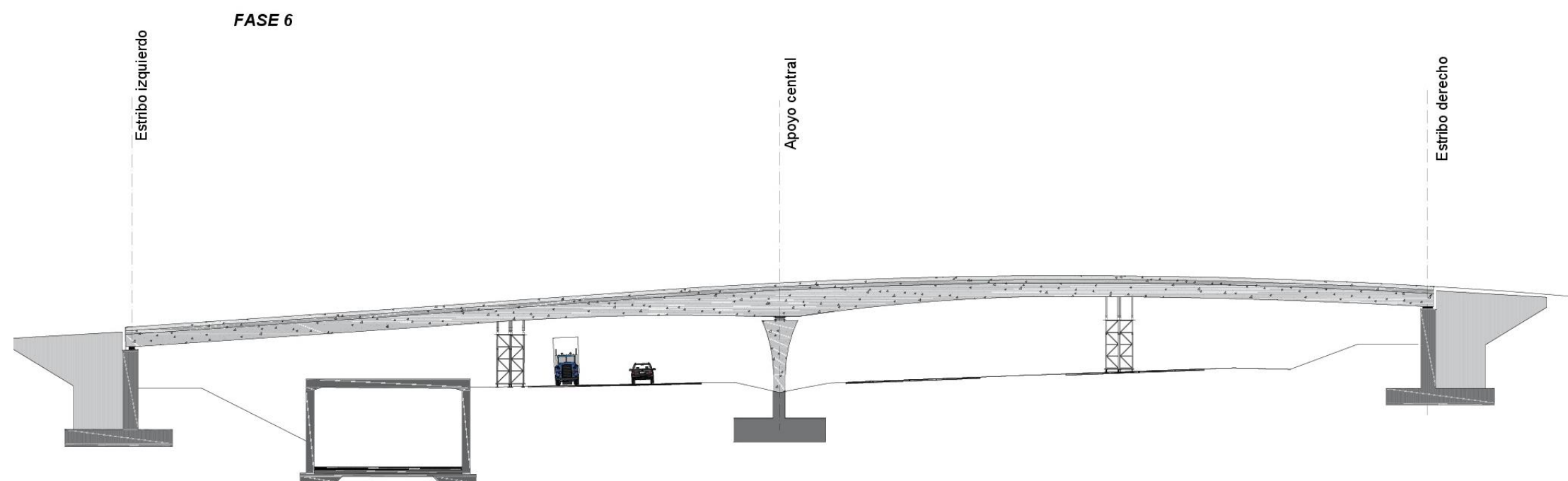


### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 5:

- (1) Desvío del tráfico del paso inferior al otro lado de la mediana para operar en el segundo vano.
- (2) Cimbrado y torres de apeo para el encofrado del vano derecho.
- (3) Colocación de los paneles de encofrado y sujeción mediante correas, barcos y demás elementos de sustentación.
- (4) Disposición de las armaduras pasivas del tablero.
- (5) Ubicación de los aligeramientos de *Poliexpan*.
- (6) Emplazamiento de las bajantes de aguas de escorrentía.
- (7) Introducción de las vainas para el tesado.
- (8) Espaciamiento para la colocación de las juntas de dilatación.
- (9) Hormigonado del segundo vano del paso superior.

## FASE 6

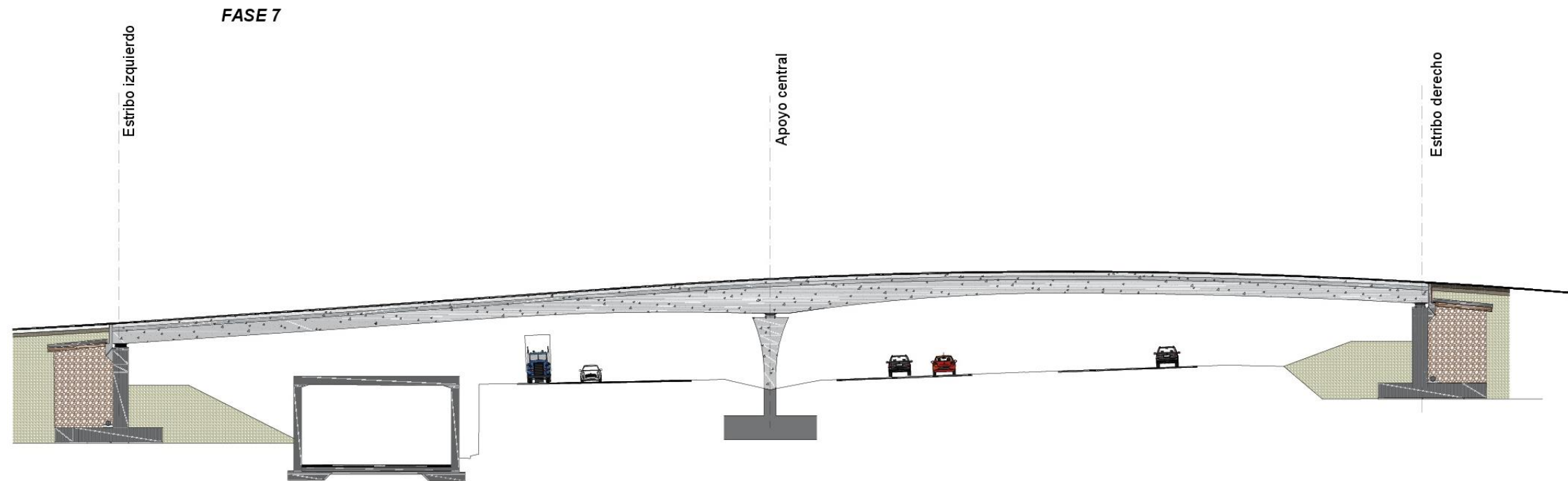


### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 6:

- (1) Eliminación de los elementos de sujeción y paneles de encofrado.
- (2) Remoción de las cimbras y torres de apeo del vano derecho.
- (3) Colocación de puntal en el vano derecho.
- (4) Nivelación del terreno del paso inferior en el apoyo central y estribo derecho.
- (5) Tesado del paso superior.
  - (5)1) Anclaje en el estribo derecho.
  - (5)2) Tesado desde el estribo izquierdo.

## FASE 7

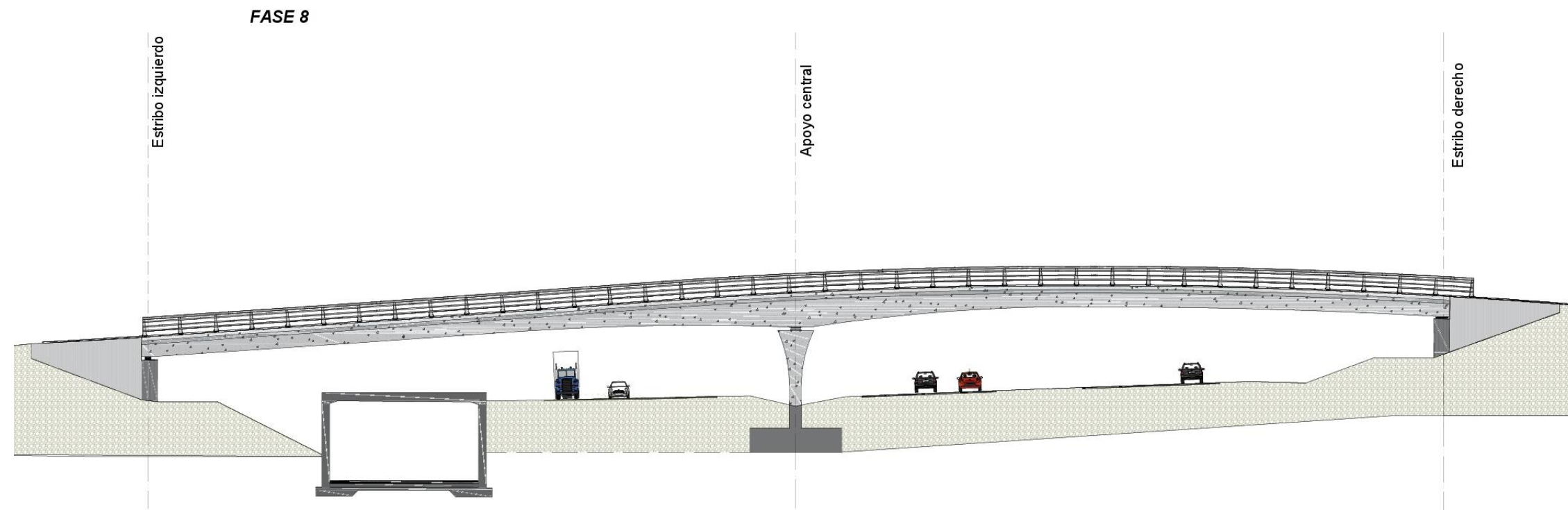


### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 7:

- (1) Retirada de los apeos colocados para sostener los vanos.
- (2) Colocación de sumideros en el lado interno para la recogida de escorrentía.
- (3) Extendido de la capa de estanqueidad entre el hormigón y el aglomerado.
- (4) Colocación de la losa de transición apoyada en la ménsula corta a través de un pequeño aparato de apoyo.
- (5) Recrecido del terreno cerca del apoyo central y cimbrado alrededor de este.
- (6) Emplazamiento de las juntas de estanqueidad en estribos y conexión de ambos vanos.
- (7) Extendido del aglomerado sobre la superficie del tablero.

## FASE 8



### NOTA

#### PROCESO CONSTRUCTIVO - FASE 8:

- (1) Recrecido del hormigón en las alas para la colocación del pretil.
- (2) Colocación del Pretil H4b.
- (3) Emplazamiento y sujeción del colector de aguas bajo el tablero en la parte interna de la planta curvilínea.
- (4) Señalización horizontal:
  - (4)1) Líneas delimitadoras del borde de calzada.
  - (4)2) Líneas delimitadoras de los carriles de distinto sentido.
  - (4)3) Líneas delimitadoras de los carriles de mismo sentido.



