



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# DOCUMENTO Nº 3. PROCESO CONSTRUCTIVO

AUTOR: Fernández Morocho, Rubén

Tutor: Llopis Camps, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024





## Contenido

<b>1. Objeto .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Seguimiento de la fase de construcción de la solución realmente ejecutada .....</b>	<b>4</b>
2.1. Análisis de incoherencias entre el proceso constructivo definido en Proyecto y el ejecutado en fase de obra .....	15
<b>3. Proceso constructivo de la solución alternativa .....</b>	<b>19</b>
<b>4. Conclusiones .....</b>	<b>27</b>



## 1. Objeto

El objeto del presente Documento es la descripción del proceso constructivo de la solución planteada para la Conexión de dos tramos del Paseo Anselmo Balaguer de Cheste (Valencia) bajo el trazado de la CV-378, así como la comparación desde un punto de vista constructivo y de obra, entre esta solución y la que se ejecutó realmente en el año 2019.

Al mismo tiempo, este Documento plasma ciertas incongruencias que surgieron en fase de obra con el proceso constructivo que definido en proyecto, tratando de dilucidar tanto en qué se podría haber mejorado la definición en fase de proyecto, como en qué se podría haber mejorado la ejecución en fase de obra.

## 2. Seguimiento de la fase de construcción de la solución realmente ejecutada

Tal como se ha descrito anteriormente en la Memoria, en el año 2018 se redactó el “PROYECTO DE MEJORA DE LAS CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD EN EL PASEO ANSELMO BALAGUER. ELIMINACIÓN DE LA BARRERA QUE SUPONE LA CV-378 A LA CONTINUIDAD DEL PARQUE URBANO”, que más adelante, en 2019, se llevaría a cabo. En este Proyecto se definió una solución a la conexión de los dos tramos de paseo condicionada por motivos económicos, que evidentemente se tradujo en una limitación de los medios y metodologías disponibles para la solución del problema, y del mismo modo un detrimento en lo que se refiere a la calidad del resultado final (un estrechamiento brusco del Paseo).

Dada la imposibilidad del cierre total al tráfico del paso superior, y a la imposibilidad de actuar sobre el estribo (por los motivos económicos anteriormente mencionados), se definió una solución sencilla consistente en la ejecución de un muro de contención ejecutado por bataches, lo que permitiría su ejecución progresiva asegurando la estabilidad tanto del terraplén, como del estribo del paso superior.

El muro definido para la contención del terraplén se dividió en seis bataches de 2 metros de ancho bajo el tablero y otros siete bataches más, de 3 metros de ancho en los laterales, conformando las aletas de contención del terraplén.

El proceso constructivo se basa en la excavación y ejecución progresiva de cada uno de los bataches de muro, que van sustentando el terreno del trasdós, de tal modo que se pueda trabajar con seguridad en el frente e ir avanzando hasta completar la totalidad del muro.



Ilustración 1. Croquis la estructura proyectada dividida en 13 bataches. Fuente: propia

Siendo este el principio fundamental para la ejecución de la estructura, el proceso constructivo completo de la obra, tal como se definió en fase de proyecto es el siguiente:

### **FASE 0: TABAJOS PREVIOS, REBAJE DEL TALUD Y DESVÍOS DE TRÁFICO**

Se procede en primer lugar a delimitar la zona de trabajo y a la retirada de todos los vallados y elementos de mobiliario existentes en el entorno más próximo a la obra.

Dado lo tendido de los taludes existentes, la altura de los muros proyectados hubiera sido demasiado alta, por lo que en primer lugar, se debe realizar un rebaje de los mismos, adaptándolos a una pendiente máxima de 3H:2V, estable de acuerdo con lo indicado en el Estudio Geotécnico realizado.

Este rebaje también incluye la zona bajo el tablero del puente, dado que en caso contrario, existiría demasiado poco espacio entre el tablero y el terreno como para poder realizar los trabajos de encofrado y hormigonado del muro.

Dado que se define en proyecto el corte de tráfico de uno de los dos sentidos y a los vehículos pesados de la CV-378, se requiere la señalización de los desvíos previamente a iniciar los trabajos que pudieran afectar a la estructura.



Ilustración 2. Fotografía tomada durante las obras: talud existente a rebajar, se aprecian algunas vallas a retirar y arbolado a proteger. Fuente: propia

### **FASES 1 A 5: EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE MURO POR BATACHES – BATACHES 13, 12, 11, 10 Y 9**

Tal como se ha indicado anteriormente, la ejecución se planifica por tramos (o bataches), donde cada uno de los cuales sostiene temporalmente al terreno del trasdós durante la ejecución del batache contiguo. Por este motivo se comenzará la ejecución de los muros desde los extremos (los tramos de menor altura) y avanzando hacia la parte central (de mayor altura), bajo el tablero del puente.

La ejecución de cada batache consta de los siguientes trabajos:

- 1- Excavación hasta cota de limpieza de toda la superficie ocupada por la zapata. Como se prevé ejecutar el hormigonado del muro contra el terreno, se debe prestar atención al acabado del frente de excavación de tal modo que se asegure una regularidad suficiente de la superficie y un recubrimiento adecuado de las armaduras. En el fondo de excavación debe apreciarse que se ha alcanzado el estrato sobre el que desea cimentar.





Ilustración 3. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: excavación. Fuente: propia

- 2- Extendido de mínimo 10 cm de hormigón de limpieza (más en caso de que haya sido necesario profundizar para alcanzar el cambio de estrato), hasta la cota inferior de cimentación.

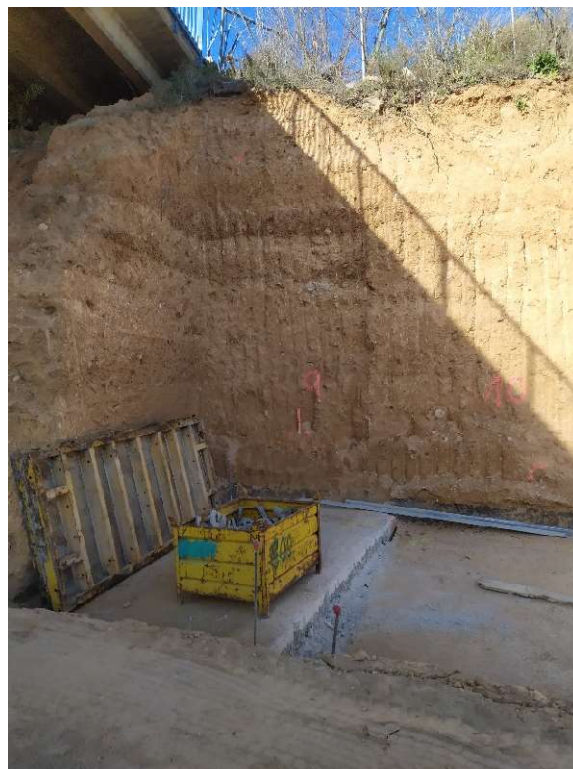


Ilustración 4. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: extendido de hormigón de limpieza. Fuente: propia

- 3- Ferrallado de la zapata y colocación de esperas de muro, así como de las barras de conexión entre bataches. La ferralla se debe colocar sobre calzos de hormigón o mortero que aseguren el recubrimiento definido.
- 4- Hormigonado de la zapata dejando visibles las esperas para la conexión de la misma con el alzado del muro.



Ilustración 5. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: hormigonado de una zapata, previamente ferrallada. Fuente: propia

- 5- Ferrallado del alzado del muro, colocando separadores de plástico que aseguren el recubrimiento de las armaduras tanto en el trasdós como en el intradós del muro.





Ilustración 6. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: ferrallado de alzado de muro.

Fuente: propia

- 6- Encofrado a una cara del alzado del muro. Previamente a la colocación de los paneles, se debe comprobar que la junta entre la zapata y el alzado de muro, se encuentra limpia y rugosa para asegurar una adecuada adherencia entre hormigones. Se debe prestar del mismo modo atención a la junta entre bataches para asegurar que trabajen y se deformen conjuntamente.



Ilustración 7. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: encofrado de alzado de muro.

Fuente: propia

- 7- Hormigonado del alzado de muro. Se debe prestar atención al correcto vibrado del hormigón, en especial al ser un muro visto, para evitar la aparición de coqueras.
- 8- Desencofrado del alzado de muro.

### **FASES 6 A 8: EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE MURO POR BATACHES – BATACHES 1, 2 Y 3**

Una vez ejecutados los cinco bataches laterales en el extremo este de la actuación, se procede a hacer lo propio en el extremo oeste, siguiendo el mismo procedimiento descrito para la ejecución de estos tres bataches.

### **FASES 9 A 13: EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE MURO POR BATACHES – BATACHES 4, 5, 6, 7 y 8**

Finalizados tanto la zona lateral este como la oeste, da comienzo la excavación de los bataches más delicados por ser los que se encuentran bajo el tablero del puente, y cuya excavación podría afectar a la estabilidad del estribo del mismo. Por este motivo, el ancho de los bataches en esta zona se reduce a 2 metros, en lugar de 3 metros como los ejecutados anteriormente.



Ilustración 8. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: excavación del batache 4. Fuente: propia





Ilustración 9. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: alzado de muro del batache 5 encofrado. Fuente: propia

#### **FASE 14: EXTENDIDO DE ZAHORRA EN LA PLATAFORMA PARA FORMACIÓN DE LA BASE DEL FIRME**

Una vez ejecutados los trabajos de estructuras, comienzan los de urbanización y acabados, comenzando por la formación de la base para el posterior hormigonado tanto de la zona peatonal como del carril bici. En este caso esta base está compuesta por una capa de espesor mínimo 15 centímetros de zahorras.

El procedimiento para ello es el siguiente:

- 1- Regularización y compactación de fondo de caja (terreno existente)
- 2- Extendido de capa de mínimo 15 cm de zahorra artificial 0-20
- 3- Regado y compactado de la zahorra. Comprobación del replanteo en cota para asegurar una regularidad del espesor de la capa posterior de  $\pm 50/-20$  mm.

- 4- Curado de las zahorras de al menos 5 días antes del hormigonado y ensayo de compactación para asegurar que se ha alcanzado mínimo un 98% de la densidad del Proctor modificado.
- 5- Comprobación de la existencia de blandones mediante el paso de un camión 3 ejes cargado antes del hormigonado.
- 6- Saneo de blandones y relleno con zahorras que deben extenderse, humectarse y compactarse de forma adecuada.



Ilustración 10. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: extendido y compactación de zahorras. Fuente: propia

## **FASE 15: INSTALACIÓN DE SERVICIOS**

Colocación de tubos corrugados y ejecución de arquetas para alumbrado, riego, saneamiento, etcétera. Dado que el pavimento es continuo de hormigón, es necesario realizar la colocación y nivelación de las tapas

## **FASE 16: COLOCACIÓN DE BORDILLOS Y RIGOLAS**

Colocación de la rigola que separa el carril bici de la zona peatonal, así como de los bordillos que marcan el límite del pavimento de hormigón.

## **FASE 17: HORMIGONADO DE CARRIL BICI (HORMIGÓN TEXTURIZADO RAYADO)**

Colocación de plástico y mallazo para posteriormente hormigonar de la zona de carril bici. La colocación de plástico es recomendable para evitar la rápida deshidratación del hormigón, que podría producir la aparición de fisuras en superficie.

Tratamiento superficial de coloreado en tono rojizo y texturizado rayado. Una vez fraguado el hormigón, y con una demora máxima de dos días para evitar la aparición de fisuras, se realizan cortes de mínimo  $\frac{1}{3}$  del espesor de la solera cada 6x6 metros.



Ilustración 11. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: muestra del acabado coloreado y texturizado. Fuente: propia

### FASE 18: HORMIGONADO DE ZONA PEATONAL (HORMIGÓN IMPRESO)

Siguiendo el mismo procedimiento que el descrito para el hormigonado del carril bici, se procede al hormigonado de la zona peatonal, que en este caso no va coloreada, y en superficie se colocan planchas para darle un acabado de hormigón impreso.



Ilustración 12. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: extendido de hormigón en zona peatonal. Fuente: propia



## FASE 19: INSTALACIÓN DE VALLADOS, JARDINERÍA, ALUMBRADO Y RED DE RIEGO

Finalizada la ejecución de los pavimentos de la obra, se procede a la instalación del vallado en el linde con la zona de protección de la línea de ferrocarril, así como a la plantación de la línea de cipreses junto a la misma.



Ilustración 13. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: obra finalizada. Fuente: propia

Se realiza el montaje de la red de riego así como del alumbrado bajo el tablero del puente, consistente en unos proyectores tipo led.



Ilustración 14. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: obra finalizada. Fuente: propia

Los taludes reperfilados se protegen:

- En la zona bajo el tablero del puente mediante una capa de hormigón que impida la entrada de agua al tradós y con ello minimice el movimiento del terreno en el mismo que pudiera afectar al estribo del puente
- En el resto de la actuación, mediante la colocación de mallas de fibra e hidrosiembra.



Ilustración 15. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: obra finalizada, protección de talud reperfilado con hidrosiembra. Fuente: propia

## 2.1. Análisis de incoherencias entre el proceso constructivo definido en Proyecto y el ejecutado en fase de obra

Como es habitual en el sector de la construcción, el modo en que se ejecutan las obras no siempre coincide exactamente con el definido en fase de Proyecto. Habitualmente a petición de la empresa constructora, se introducen modificaciones que permiten llevar a cabo procesos más óptimos en el uso de los recursos, bien sean materiales, horas de maquinaria, mano de obra, o medios auxiliares, con el fin de reducir costes o plazos de ejecución.

La obra de referencia no es la excepción, y por ello aparecieron una serie de diferencias, algunas aprobadas por la Dirección facultativa y otras no, que en este apartado se van a analizar.

### EJECUCIÓN DE VARIOS BATACHES EN UNA SOLA FASE EN LOS LATERALES ESTE Y OESTE

Como se puede apreciar en algunas ilustraciones previas, pese a haberse definido en proyecto la ejecución por bataches de estos tramos laterales de muro, la realidad es que en fase de obra se

lograron unos taludes verticales bastante estables y se admitió la ejecución de estos tramos de muro (bataches del 13 al 10 y del 1 al 3) en dos únicas fases, lo que disminuyó en cierta medida las condiciones de seguridad de la obra, pero permitió subir los rendimientos de la misma así como reducir plazos considerablemente.



Ilustración 16. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: excavación simultánea de varios bataches al mismo tiempo en los laterales. Fuente: propia

No se permitió, por considerarse peligroso para la estabilidad del estribo del puente, el recorte del talud bajo el tablero hasta no estar ejecutados y finalizados totalmente los muros en los laterales, realizándose los bataches del 4 al 8 uno a uno, tal como estaba previsto en Proyecto.

### **ENCOFRADO A DOS CARAS DE ALGUNOS DE LOS BATACHES LATERALES**

Del mismo modo durante la ejecución de los trabajos, algunos tramos de muro en que no se logró una buena regularidad o hubo algún problema con el replanteo de las caras interiores de los mismos, tuvieron que encofrarse a dos caras.

Si bien esto supuso un cierto ahorro en lo que a volumen de hormigón vertido se refiere, ya que la regularidad de la sección de un muro encofrado a dos caras es notablemente mejor a la de un muro encofrado a una cara, también supuso un incremento en los costes del encofrado, por lo que desde un punto de vista meramente económico, la solución que se adoptó en obra tampoco es tan ventajosa.





Ilustración 17. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: encofrado a dos caras de algunos bataches de muro laterales. Fuente: propia

A su vez, este procedimiento trae asociados dos problemas bastante evidentes, el primero de ellos es la seguridad durante su ejecución para la colocación de la cara del trasdós del encofrado, haciéndose necesaria la entrada de los trabajadores al espacio confinado entre las armaduras del muro y el corte vertical del terreno.

El segundo se trata de la dificultad de lograr un relleno firme y compactado en un espacio tan pequeño, que permita asegurar que los empujes del terreno son transmitidos de forma adecuada al muro. En este sentido, se solicitó a la empresa constructora la protección del corte vertical del terreno con un geotextil y el relleno con material granular libre de finos (material que no sería necesario compactar por capas).



Ilustración 18. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: protección del corte vertical del terreno y relleno del trasdós del muro con material granular. Fuente: propia

No obstante, tal como se aprecia en la Ilustración 18, el resultado no fue el más adecuado, realizándose un relleno con un material que sí contenía bastantes finos y que convendría haber compactado.

## **REALIZACIÓN DEL REBAJE DEL TALUD, UNA VEZ FINALIZADA LA EJECUCIÓN DE LOS MUROS**

Otra incoherencia ente el proceso constructivo definido en Proyecto y el que se llevó a cabo en fase de obra se trata de la realización del rebaje del talud en el lado este. Pese haberse previsto como un trabajo previo, no se realizó hasta una vez finalizada la ejecución del muro.

Esto supuso un importante detrimento en la seguridad de la obra debido en primer lugar a la presencia de alturas de terreno mayores durante la ejecución de los muros, y en segundo lugar a la dificultad posterior de realizar el trabajo, una vez se encontraba el muro acabado.



Ilustración 19. Fotografía tomada durante la ejecución de las obras: miniexcavadora realizando rebaje del talud, una vez finalizada la ejecución del muro. Fuente: propia



## HORMIGONADO DE LOS PAVIMENTOS SIN UTILIZAR PLÁSTICO BAJO LOS MISMOS

Pese haberse prescrito la colocación de láminas de plástico sobre la zahorra antes del hormigonado para evitar la rápida deshidratación del hormigón, que podría producir la aparición de fisuras en superficie, la realidad es que en obra no se emplearon.

Esto podría haber conllevado problemas graves a nivel de acabado, pero la realidad es que no los hubo, probablemente gracias a que los hormigonados se realizaron en meses no muy calurosos y días no muy soleados, prestando atención a que hubiera un curado adecuado del hormigón, y realizando los cortes en cuadrícula de menos de 6x6 metros en una profundidad de mínimo 1/3 del espesor del pavimento al día siguiente del hormigonado.

### 3. Proceso constructivo de la solución alternativa

La solución alternativa desarrollada en este Trabajo presenta algunos trabajos adicionales a los descritos anteriormente, dado que incluye la ejecución de un recalde de la cimentación del puente que en el Proyecto del año 2018 no se contemplaba.

Además, dada la experiencia y el aprendizaje tomados durante la ejecución de las obras, se introducen algunos cambios en el proceso constructivo que a continuación se detallan.

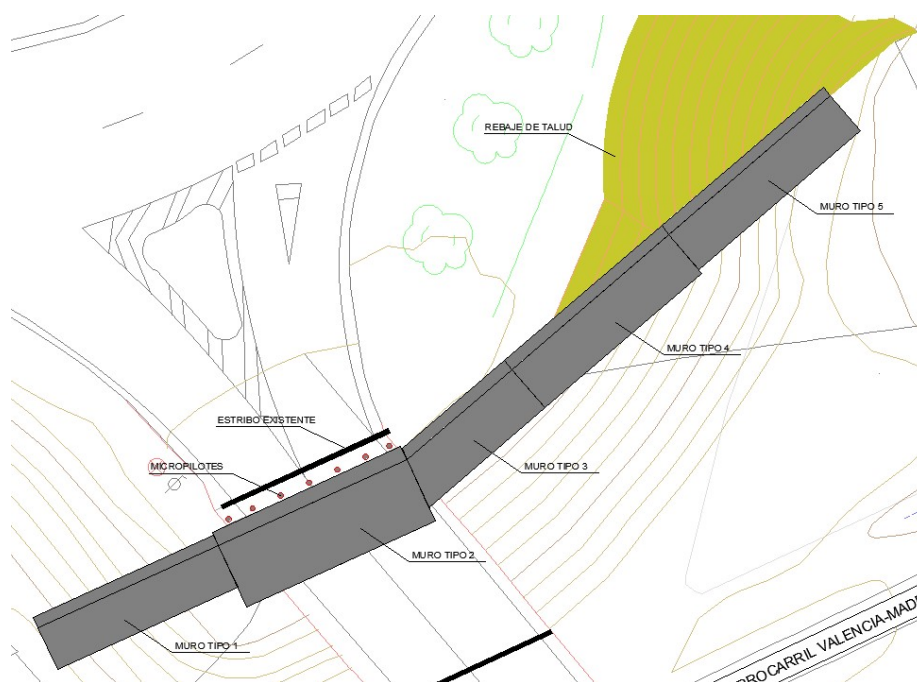


Ilustración 20. Planta de la actuación. Fuente: propia

## FASE 0: TRABAJOS PREVIOS, REBAJE DEL TALUD, DESVÍOS DE TRÁFICO Y PLAN DE AUSCULTACIÓN

Se comienza del mismo modo, con la retirada y protección de elementos de mobiliario, vallado de la obra, el rebaje del talud, y los correspondientes desvíos de tráfico.

También antes de que comiencen los trabajos de estructuras, dado que se va a realizar el recalce del estribo del puente, tal como prescribe la Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera, se debe llevar a cabo una monitorización de los movimientos en la estructura. La manera más sencilla de llevar esto a cabo es la colocación de dianas, inclinómetros y fisurómetros en el tablero del puente, en las proximidades del estribo.



Ilustración 21. Diana de topografía para medir desplazamientos en el tablero. Fuente: LEICA

Se debe realizar un seguimiento por medio de topografía en caso de las dianas, y visual en caso de los inclinómetros y fisurómetros, después de la realización de cada micropilote y después de la excavación del muro, comprobando que no se han producido asentamientos significativos en el estribo

## FASE 1: CORTE DEL TABLERO DEL PASO SUPERIOR PARA LA EJECUCIÓN DE LOS MICROPILOTES

Se comienzan los trabajos de estructuras con el recalce del estribo. En primer lugar se debe acceder al estribo desde la parte superior del tablero del puente, para lo cual se realizan una serie de ventanas utilizando sierras de corte de hormigón armado con disco diamantado.



Ilustración 22. Apertura de ventanas en el tablero del puente con sierra de corte de hormigón armado. Fuente: HILTI ESPAÑA (<https://www.hilti.es>)

Dado que no es posible cortar el tráfico en su totalidad, sino solo uno de los dos sentidos, se realizan primero la mitad de las aperturas, se finalizan los micropilotes y cierran los huecos antes de realizar la modificación en el desvío de tráfico y proceder con la actuación en la segunda mitad del tablero.

## FASE 2: PERFORACIÓN DEL ESTRIBO POR MEDIO DE CORONA DIAMANTADA

Se procede antes de la ejecución del micropilote a realizar la perforación del hormigón del estribo, empleando una corona diamantada.



Ilustración 23. Perforación del estribo con corona de corte de hormigón armado. Fuente: HILTI ESPAÑA (<https://www.hilti.es>)

## FASE 3: EJECUCIÓN DE LOS MICROPILOTES

Se realizan los micropilotes en la primera mitad del tablero del puente, para lo cual son necesarios los siguientes trabajos:

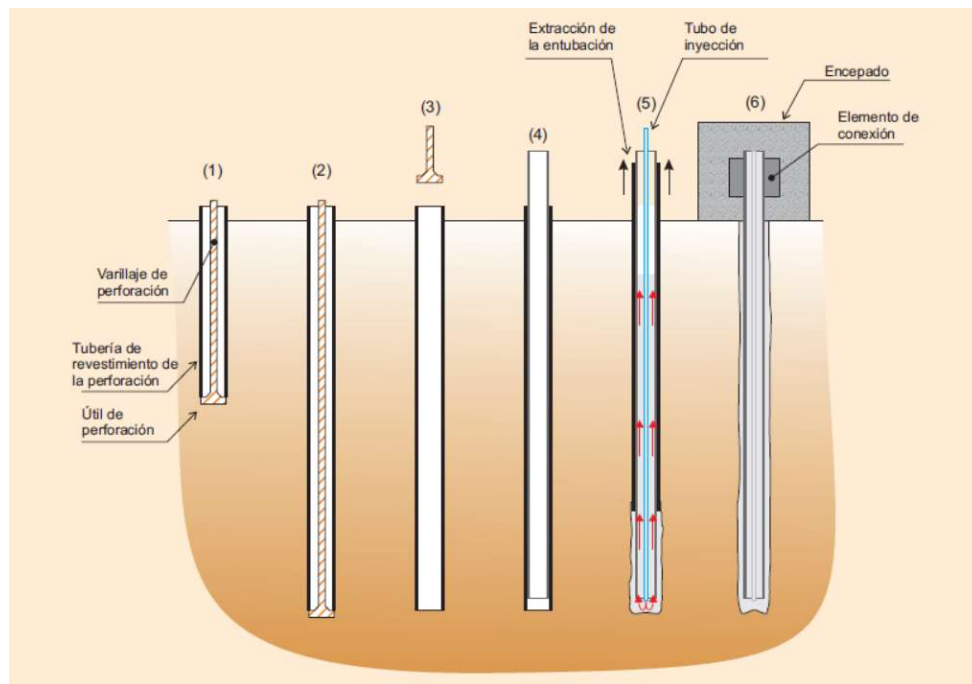


Ilustración 24. Trabajos para la ejecución de cada micropilote. Fuente: Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera

- 1- Perforación del micropilote (1, 2 y 3 en Ilustración 24). Se realiza por medio de una micropilotadora, introduciéndose en el terreno, hasta alcanzar la longitud prevista de 22 metros. Se logra el sostenimiento de la excavación mediante el uso de una entibación recuperable, dado que la Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera recomienda evitar el empleo de lodos en el caso de recalces de estructuras existentes. El método de perforación previsto es el de rotopercusión.



Ilustración 25. Micropilotadora realizando perforación. Fuente: PILOTECH LEVANTE (<https://www.pilotechlevante.com>)



- 2- Colocación de la armadura (4 en la Ilustración 24). Antes de la colocación de la armadura, se debe comprobar que la longitud del micropilote es suficiente. La armadura tubular se va introduciendo en la perforación por tramos cuya unión debe ser de rosca machihembrada, sin sección ensanchada y con contacto a tope en ambos extremos. Se emplean centradores cada 3 metros para asegurar el revestimiento de la misma.
- 3- Inyección del micropilote con lechada de cemento (5 en la Ilustración 24). Se realiza una inyección global única (IU) manteniendo una presión de inyección entre 0,5 MPa y 1 MPa. La lechada circula por el interior del tubo flexible de inyección hasta el fondo de la perforación y después fluye hacia la parte superior de la misma hasta alcanzar la parte superior tanto en la parte interior como en la exterior de la armadura tubular. A la vez que se va realizando la inyección, se va extrayendo el tubo de revestimiento de la perforación. En caso de que transcurridos unos minutos el nivel de la lechada baje por penetración en el terreno, es posible que sea necesario reinyectar.
- 4- Una vez fraguada la lechada, se procede a la eliminación de la misma en la zona en que el micropilote atraviesa el estribo existente, preferiblemente con chorro de arena o agua a presión, para posteriormente rellenar dicho espacio con lechada o mortero sin retracción, lo que permita garantizar el contacto efectivo entre las superficies del micropilote y del estribo.



Ilustración 26. Equipo de demolición por medio de agua a presión. Fuente: propia

#### **FASE 4: CONEXIÓN DE LOS MICROPILOTES CON EL ESTRIBO**

Al no ser suficiente el rozamiento para transmitir los esfuerzos del estribo a los micropilotes, se hace necesaria la conexión entre estos dos elementos por unas cabezas metálicas que se anclan al estribo y se sueldan a la armadura tubular de los micropilotes. El procedimiento de montaje del sistema de conexión es el siguiente:



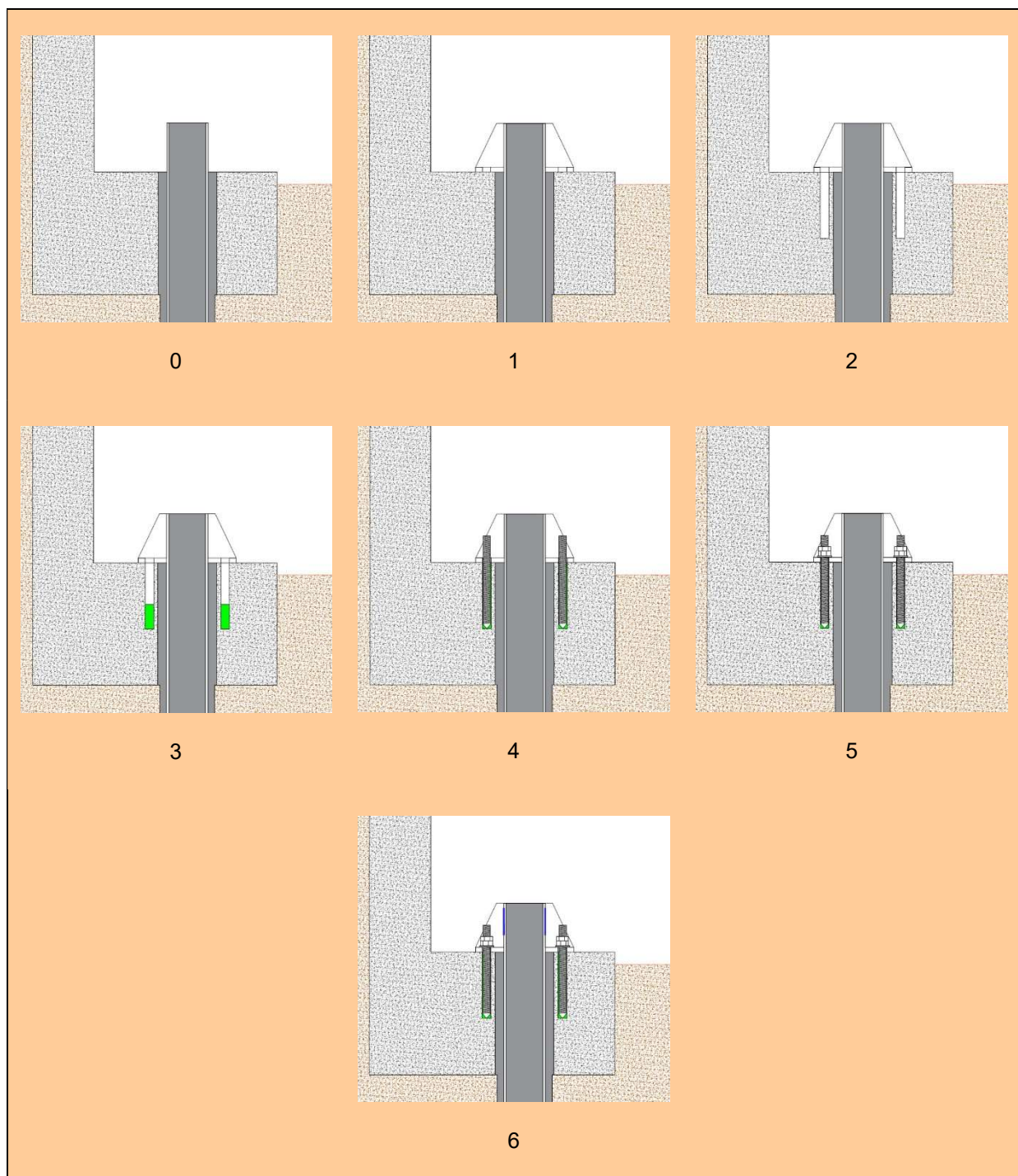


Ilustración 27. Procedimiento de montaje del sistema de anclaje del micropilote al estribo. Fuente: propia

- 0- Inicialmente se encuentra el pilote finalizado, con el mortero sin retracción con el que se ha rellenado la parte superior del mismo llegando hasta la parte superior del estribo en el exterior, y hasta la parte superior de la armadura tubular en el interior.



- 1- Se presenta la placa de anclaje con las cartelas presoldadas y con los agujeros para los anclajes. Se replantean los cuatro anclajes sobre el estribo.
- 2- Se procede a realizar las perforaciones de los cuatro anclajes, que previsiblemente se realizarán con una corona de diamante, que resultará en una perforación con una rugosidad muy ligera en las paredes, por lo que atendiendo siempre a las indicaciones del fabricante del anclaje, se deberá emplear un útil para aumentar la rugosidad de las mismas. Una vez finalizada la perforación, se sopla y se cepilla la perforación hasta asegurar que está libre de polvo.
- 3- Se introduce la resina de anclaje en la perforación, medida de acuerdo a las tablas del fabricante para evitar que rebose demasiado. La resina de los anclajes con que se ha diseñado, es el modelo HIT-RE 500 V3 de Hilti, que es utilizable tanto en hormigón fisurado como no fisurado.
- 4- Antes de que pase el tiempo de trabajo de la resina, se procede a la colocación de la varilla roscada de anclaje, que debe ser galvanizada o inoxidable. Se debe comprobar que la resina es desplazada por la varilla y llega hasta la parte superior de la perforación rebosando ligeramente. Las varillas de anclaje con que se ha diseñado son el modelo HAS-U 5,8 M30 de Hilti.
- 5- Se instala la arandela y la doble tuerca para evitar que el anclaje se afloje con el paso del tiempo. Estos dos elementos también deben ser galvanizados o inoxidables.
- 6- Finalmente se realiza la soldadura en cordón a ambos lados de cada una de las cartelas, uniéndose de ese modo el anclaje a la armadura tubular del micropilote. Se debe ensayar las soldaduras para asegurar su continuidad y el espesor de garganta de las mismas, ya que de ellas depende la correcta transmisión de esfuerzos del estribo a los micropilotes.

## **FASE 5: CEGADO DE LOS HUECOS ABIERTOS EN EL TABLERO**

Una vez finalizados los micropilotes y su anclaje al estribo, se procede a cegar las ventanas anteriormente cortadas para acceder al estribo. Para lo cual se emplea un sistema de encofrado perdido, se instalan conectores de varilla corrugada oportunamente anclada al canto del tablero, se reestablecen el armado del tablero, y finalmente se hormigona.

Pese a haber finalizado los trabajos sobre el paso superior, el tráfico no debe reestablecerse hasta finalizada la ejecución del muro que recorta al terraplén.

## **FASE 6: EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE MURO – TRAMO 1**

Para los trabajos de ejecución del muro, vista la experiencia durante la ejecución de la obra, se decide que en los laterales de la actuación (tramos 1, 3, 4 y 5) es viable la ejecución del muro sin la necesidad de emplear la construcción por bataches, permitiéndose ejecutar al mismo tiempo tantos metros de muro como vayan a poder ser hormigonados en un solo día.



El procedimiento de ejecución de los muros es el mismo descrito en el apartado 2 del presente Documento.

Se prescribe el hormigonado a una cara de todos los muros, vistos los defectuosos resultados obtenidos en fase de obra en lo relativo al relleno del trasdós.

### **FASES 7 A 9: EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE MURO POR BATACHES – TRAMO 2 (BATACHES 2.1, 2.2 Y 2.3)**

Una vez ejecutado el muro en el extremo oeste de la actuación, se procede a ejecutar el tramo se encuentra bajo el tablero del paso superior.

En este caso sí se requiere una construcción por bataches, dado que del cálculo a flexión de los micropilotes en fase de construcción se desprende que podría producirse el fallo estructural de los mismos en caso de soportar la totalidad de la carga del estribo cuando no presentan la coacción lateral que les ofrece el terreno que se excava para la ejecución del muro.

### **FASES 10 A 12: EXCAVACIÓN Y EJECUCIÓN DE MURO – TRAMOS 3, 4 Y 5**

Se finalizan los trabajos de estructura con la ejecución de los últimos tramos de muro del lateral este, que de nuevo no es necesario realizar por bataches.

### **FASE 13: EXTENDIDO DE ZAHORRA EN LA PLATAFORMA PARA FORMACIÓN DE LA BASE DEL FIRME**

Mismo procedimiento que el descrito en el apartado 2 del presente Documento (Fase 14).

### **FASE 14: INSTALACIÓN DE SERVICIOS**

Mismo procedimiento que el descrito en el apartado 2 del presente Documento (Fase 15).

### **FASE 15: COLOCACIÓN DE BORDILLOS Y RIGOLAS**

Mismo procedimiento que el descrito en el apartado 2 del presente Documento (Fase 16).

### **FASE 16: HORMIGONADO DE CARRIL BICI (HORMIGÓN TEXTURIZADO RAYADO)**

Mismo procedimiento que el descrito en el apartado 2 del presente Documento (Fase 17).

Se prescribe la utilización de lámina plástica sobre la zahorra a pesar de que en fase de obra su no colocación no produjera problemas, dado su bajo coste y el importante riesgo de condicionar el resultado de la obra en caso de no utilizarla.

## **FASE 17: HORMIGONADO DE ZONA PEATONAL (HORMIGÓN IMPRESO)**

Mismo procedimiento que el descrito en el apartado 2 del presente Documento (Fase 18).

## **FASE 18: INSTALACIÓN DE VALLADOS, JARDINERÍA, ALUMBRADO Y RED DE RIEGO**

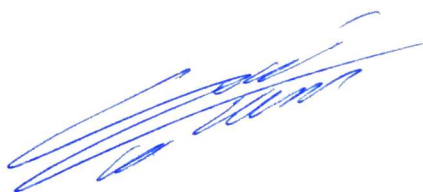
Mismo procedimiento que el descrito en el apartado 2 del presente Documento (Fase 19).

## **4. Conclusiones**

Se ha analizado el proceso constructivo de la solución que se construyó en el año 2019, teniendo en cuenta cómo fue la fase de obra, así como los problemas e incoherencias entre lo definido en proyecto y lo ejecutado. Este análisis ha permitido la mejor toma de decisiones y la optimización en la definición del proceso constructivo de la solución alternativa desarrollada en el presente Trabajo de Fin de Máster.

Gracias a ello, tal como se observa en el Anexo 2 Plan de Obra a la Memoria, pese a requerir una serie de trabajos adicionales (todo lo referido al recalce del estribo del tablero) que lo convierten en una obra de mayor envergadura, es posible encajar su ejecución en un plazo similar, con un incremento de únicamente dos semanas.

Valencia, en septiembre de 2024



Rubén Fernández Morocho

