

ANEJO 6: PROCESO CONSTRUCTIVO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

Autor: Javier García Latorre

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	2
<i>Preparación de la obra y operaciones previas</i>	2
<i>Movimientos de tierra</i>	2
<i>Ejecución de las cimentaciones de las subestructuras</i>	2
<i>Ejecución de las subestructuras</i>	3
– <i>Ejecución de pilas</i>	3
– <i>Ejecución de estribos</i>	3
<i>Colocación de aparatos de apoyo</i>	3
<i>Cimbrado</i>	3
<i>Ejecución del tablero</i>	4
<i>Instalación de la junta de dilatación</i>	4
<i>Pavimentación, aceras, defensas y barandillas</i>	4
<i>Iluminación, drenaje, reposición de servicios y marcas viales</i>	5
3. CONCLUSIONES	5

1. OBJETO

El objeto del presente Anejo consiste en la descripción del proceso constructivo a partir del cual se desarrolla el plan de obra para el Puente sobre el río Vinalopó en la Circunvalación Sur de Elche.

La estructura a dimensionar es la alternativa nº 4 del Anejo 1. Estudio de soluciones.

El puente en cuestión es un puente viga en cajón multicelular de canto variable de hormigón pretensado, con una luz total de 120 metros divididos en tres vanos de 30-60-30 entre ejes de apoyos, aunque la longitud total del puente es de 122 metros. Esto se debe a que la altura del estribo izquierdo es 30 cm, mayor que la del izquierdo, debido a una pendiente longitudinal del tablero de 0,25%.

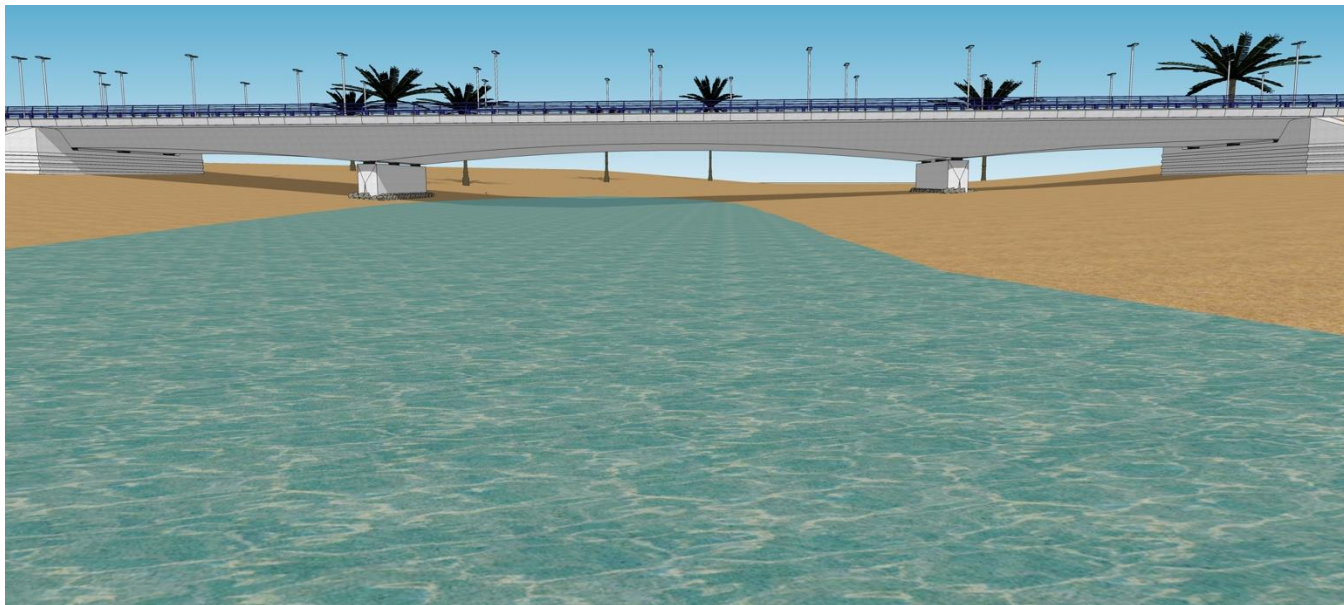


Figura 1. Alzado general del puente.

La sección transversal del tablero consiste en un cajón multicelular con 4 células, cuyo ancho total del ala superior es de 29,4 metros y un canto que varía parabólicamente de 4,058, sobre los 2 metros de sección maciza en los apoyos de las pilas y 2,558 en las secciones de centro-luz y sobre estribos, desarrollando así una superficie reglada a lo largo de la totalidad del puente.

En cuanto a las longitudes de cada sección del tablero, diferenciando entre secciones multicelulares o macizas en función de su posición en el eje x, así como si se realiza alguna variación es constante, quedan resumidos de la siguiente forma:

- De $x=0$ m a $x=1$ m: Sección maciza de canto constante.

- De $x=1$ m a $x=30$ m: Sección multicelular de canto variable parabólico.
- De $x=30$ m a $x=32$ m: Sección maciza de canto constante.
- De $x=32$ m a $x=90$ m: Sección multicelular de canto variable parabólico.
- De $x=90$ m a $x=92$ m: Sección maciza de canto constante.
- De $x=92$ m a $x=121$ m: Sección multicelular de canto variable parabólico.
- De $x=121$ m a $x=122$ m: Sección maciza de canto constante.

En cuanto a las almas que conforman las células exteriores tienen una inclinación de $47,1211^\circ$, mientras que las tres almas interiores son verticales. El canto de estas es de 0,597 metros en las exteriores y 0,4 metros para las interiores. La unión entre las almas interiores y la losa se realiza directa, mientras que en la unión de las almas exteriores a la losa superior e inferior, se lleva a cabo una transición en el cambio de geometría mediante unos acuerdos triangulares suavizando así los quiebros, tal como se puede observar en la figura 2

Por lo que se refiere a las alas del tablero, la superior tiene un voladizo de 2,665 metros en cada lateral, medido desde el acuerdo triangular. El espesor de ésta losa es de 30 centímetros con un recrecido de la sección que se extiende desde el eje de la sección hasta 11,65 metros a cada lado de altura en el centro 23,3 centímetros, para dotar a la calzada de una pendiente del 2%. Por otro lado, el ala inferior tiene un espesor de 40 centímetros.

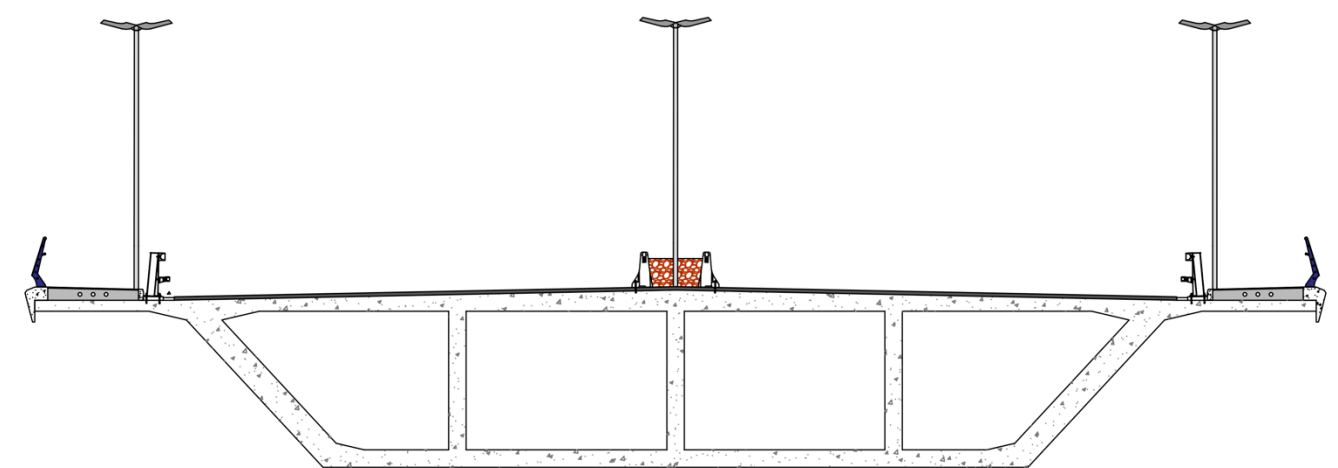


Figura 2. Sección transversal del tablero.

Las pilas de los apoyos intermedios, consisten en dos pantallas cuya anchura es igual al ancho de la base del tablero en ese punto, 16,174 metros, su espesor es de 2 metros y su altura inferior a 10 metros.

En cuanto a los estribos se ejecutan unos estribos cerrados con aletas laterales para evitar el derramamiento parcial de tierras, y que acogen la totalidad de la sección del tablero, recibiendo, dotando de un gran dinamismo al conjunto, acentuado por la presencia de unos berenjenos en las paredes verticales del muro frontal y aletas.

El proceso constructivo queda limitado por criterios económicos, además de por criterios hidrológicos, dado que el puente se ubica sobre un cauce fluvial, descrito en el *Anejo Nº2: Estudio Hidrológico e Hidráulico* desarrollado por Martínez Pérez, Laura.

2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El proceso previsto para la construcción del puente consiste en 10 fases, detalladas a continuación:

Preparación de la obra y operaciones previas

En primer lugar se debe llevar a cabo la retirada de los diversos servicios afectados por la ubicación de la obra y su desvío provisional.

A continuación se ejecutarán dos rampas de acceso. Una en el margen izquierdo y otra en el margen derecho del cauce, que permita el acceso de la maquinaria y medios auxiliares al lecho del cauce.

Adicionalmente se prepara una zona, mediante el desbroce de ésta con pala cargadora, en la que se ubicarán las distintas casetas de obra, suministros de agua y luz, así como otras instalaciones requeridas por los operarios. También se habilitará en esta zona un espacio destinado a los diversos acopios necesarios para las primeras fases de la ejecución de la obra.

Todas estas operaciones deben solaparse con los trabajos de replanteo del terreno, tanto para las zonas destinadas a acopios e instalaciones como para la definición de la ubicación de estribos y pilas, así como el replanteo de los movimientos de tierras a llevar a cabo.

Movimientos de tierra

Una vez preparada la rampa de acceso, y replanteado la posición de las subestructuras, se iniciará la excavación del terreno mediante retroexcavadora, eliminando los taludes inestables, así como el taludamiento

del cauce para mejorar el acceso a la ubicación de las cimentaciones de pilas y estribos. En la figura 1 se muestran los volúmenes de tierra a extraer, para crear el perfil con los nuevos taludes, del terreno.

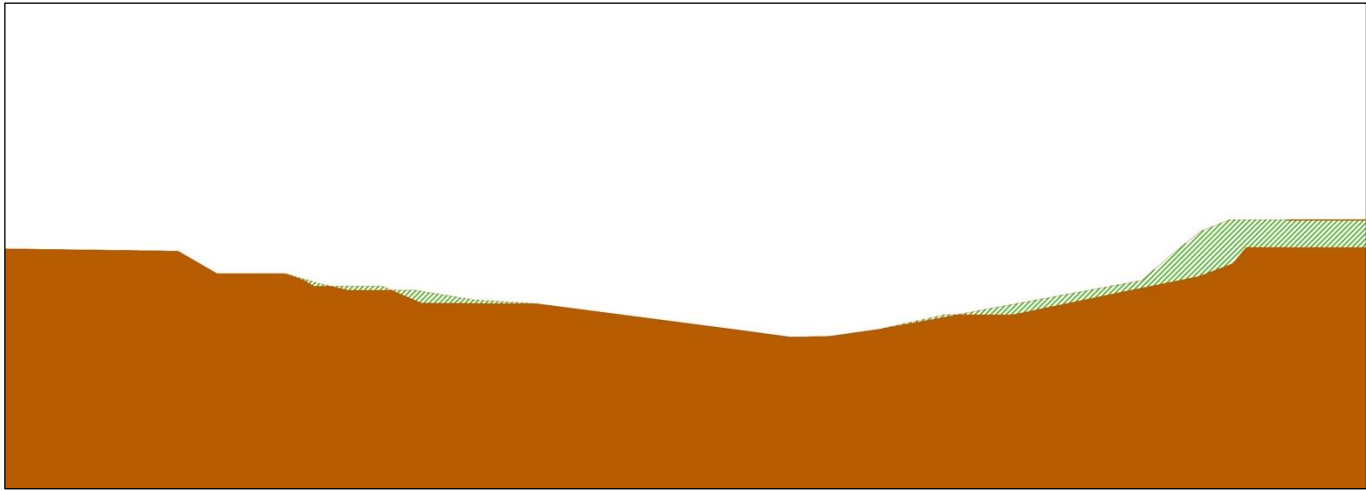


Figura 1. Movimiento de tierras.

Se llevará a cabo una plataforma transversal al cauce fluvial de 4 metros de ancho para permitir así el paso de camiones a través del cauce, mediante el posicionado de tuberías de sección hidráulica suficiente para el cauce permanente del río, sobre las que se dispondrá una escollera, y sobre ésta parte del material excavado y de aporte en caso de ser insuficiente el volumen excavado.

Todo el material extraído (distinto de tierra vegetal) será acopiado en el margen izquierdo para su posible posterior uso como material de aporte para la plataforma de trabajo (temporal) sobre el cauce o para rellenos localizados como el trasdós de estribos o base de pilas.

Esta plataforma será ejecutada una vez se hayan realizado las pilas, y su función es la de proporcionar una superficie estable sobre la que apoyar la cimbra y a su vez, permitir el paso de maquinaria y medios auxiliares. La ejecución de la plataforma debe realizarse de forma que mediante extensión y compactación del material aportado se garantice una capacidad portante suficiente como para servir de apoyo a la cimbra, además de permitir el paso de vehículos y maquinaria.

Ejecución de las cimentaciones de las subestructuras

Mediante perforadora rotativa con contención del terreno mediante lodos se realizarán las excavaciones de los pilotes, en las ubicaciones replanteadas. Una vez excavada hasta la profundidad requerida, se introducirán las armaduras de los pilotes y se hormigonará y vibrará de forma que se logre una homogeneidad de la mezcla.

Se dispondrán esperas en las cabezas de los pilotes con la finalidad de solapar el armado de los pilotes al del encepado.

A continuación procederá la excavación hasta la cota de cimentación de los encepado, llevando a cabo la operación mediante retroexcavadora.

Una vez ejecutada la excavación se dispondrá del encofrado de paredes verticales de los encepados (en caso de que la pendiente del talud de excavación sea distinto del vertical), el extendido de una capa de solidarización de grava de 20cm y sobre este el vertido de hormigón de limpieza de 10 cm en el fondo de ésta.

Sobre este hormigón se colocarán las armaduras, previamente preparadas en taller de acuerdo a lo dispuesto en el *Documento Nº2: Planos*, con los recubrimientos especificados en el proyecto mediante separadores y disponiendo de las esperas necesarias. Se comprobará la ejecución del armado tras su colocación.

Una vez colocado el armado de las cimentaciones, se procederá a la preparación del hormigón en planta, el transporte de éste hasta la obra, su vertido en los encofrados (o en su defecto, paredes de excavación), compactación mediante vibradores y posterior curado.

Para mejorar el rendimiento y coste de las operaciones, serán llevadas a cabo en serie, mediante un único equipo destinado a cada tarea:

- Equipo de replanteo
- Equipo de trabajo de excavación
- Equipo de trabajo de ferrallado
- Equipo de trabajo de hormigonado

De este modo todas las tareas descritas en este apartado se solaparán cada una con su anterior tal y como se puede observar en el *Anejo Nº 7: Programa de Trabajos*.

Ejecución de las subestructuras

La ejecución de las subestructuras se subdivide en dos fases, que son en primer lugar la ejecución de pilas y posteriormente la ejecución de los estribos.

– Ejecución de pilas

A continuación, se llevará a cabo la ejecución de las pilas sobre las cimentaciones en varios tramos de pila.

En primer lugar se colocará el armado de un tramo de pila. El armado estará previamente preparado en taller, y se dispone solapando éste con las esperas dispuestas durante la ejecución de la cimentación.

A continuación se encofrará el tramo ferrallado y se dispondrán los correspondientes separadores que garanticen los recubrimientos requeridos así como las juntas de dilatación necesarias. En la alineación de las paredes de las pilas, se dispondrá encofrado de madera con el fin de adaptarse a la geometría de los detalles constructivos de las caras laterales de las pilas además de por el acabado superficial de este material para encofrado. El encofrado debe estar correctamente apuntalado en todo momento.

Una vez encofrado el tramo, se procederá al hormigonado de este mediante camión bomba, con posterior compactación mediante vibrado, y curado.

– Ejecución de estribos

Los estribos cerrados serán ejecutados, en dos subfases a su vez, pero que comprenden las mismas operaciones:

En primer lugar, se ejecuta el muro frontal sobre la cimentación.

En segundo lugar se procede a la ejecución de las aletas del estribo y los detalles constructivos del muro frontal como el murete de guarda.

Las operaciones a llevar a cabo son el armado solapando las armaduras a las esperas incluyendo la colocación de separadores y juntas de dilatación de cada subfase, encofrado del muro y aletas, excepto detalles constructivos, y hormigonado de cada una de las fases, compactación mediante vibrado y curado del hormigón puesto en obra.

Tras la ejecución del muro frontal y aletas se procede al relleno del trasdós del estribo y ejecución de la losa de transición.

Colocación de aparatos de apoyo

Se dispondrán los aparatos de apoyo sobre las pilas y estribos en su posición definitiva.

Cimbrado

La cimbra sobre la que se dispondrá el encofrado de la superestructura es del tipo cimbra convencional cuajada.

Su ejecución se realizará una vez finalizada la plataforma provisional en el cauce, y se comenzará desde el centro luz del puente avanzando hacia ambos extremos, de forma que se pueda solapar la ejecución de la cimbra con la ejecución de los estribos.

Ejecución del tablero

En primer lugar se procede al montaje del encofrado sobre la cimbra de la losa inferior, almas exteriores y voladizos del tablero tal y como se indica en la siguiente figura:

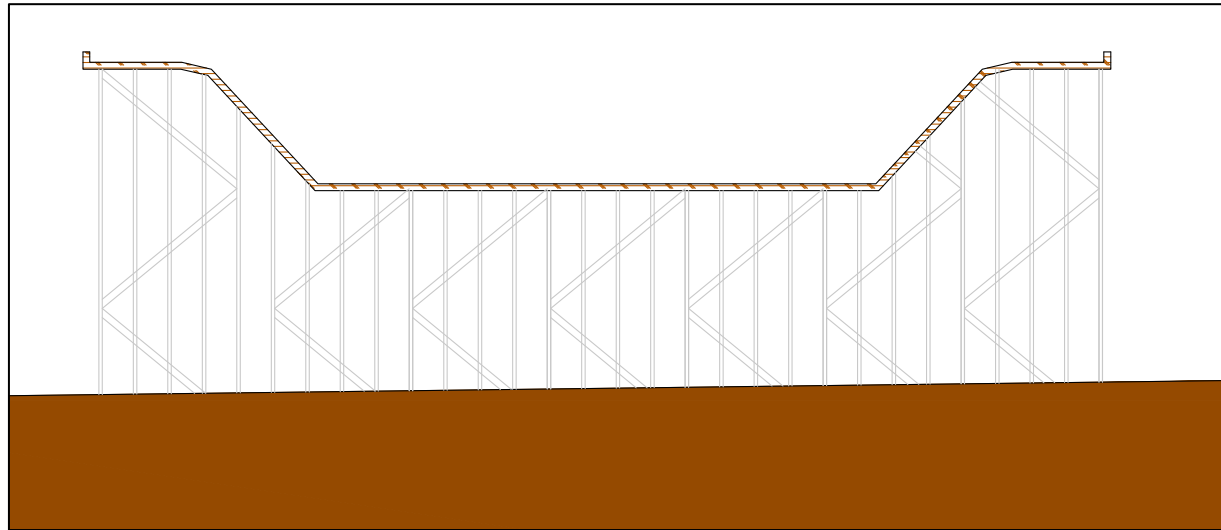


Figura 3. Cimbra y encofrado de losa inferior y voladizos. .

Tras esto se colocará las armaduras pasivas con sus correspondientes separadores, fabricadas en taller, de la losa inferior del tablero, diafragmas, almas exteriores e interiores, dejando libres las esperas de la losa superior del tablero que conformarán. Durante la colocación de las armaduras de diafragmas y almas se colocan las vainas de la armadura activa, quedando ésta definida geométricamente con las excentricidades especificadas en el proyecto.

A continuación se procede al hormigonado de la losa inferior del tablero, diafragmas y almas consistiendo este en los siguientes procesos: Se procederá a la preparación del hormigón en planta, el transporte de éste hasta la obra, su vertido en los encofrados, compactación mediante vibradores y posterior curado.

Por último se coloca un encofrado perdido en el interior del cajón sobre el que se dispone el armado de la losa superior. Una vez realizado el armado se procede al hormigonado de la losa superior del tablero.

Una vez hormigonado la totalidad de la sección resistente, y quedando embebido en éste armaduras pasivas y vainas de la armadura activa se procede al enfilar de los cables en éstas por empuje. Después se procede a la colocación de las placas de anclaje y posteriormente al tesado de cada uno de los cables y anclaje del cable una vez el hormigón haya adquirido las características resistentes necesarias para llevar a cabo la

operación. Y finalmente se realiza la inyección de las vainas mediante un mortero, evitando así la corrosión de las armaduras.

Tras el tesado se procede al descimbrado, desencofrado del tablero y retirada de la plataforma de trabajo provisional mediante retroexcavadora.

Una vez descimbrado y retirada la plataforma de trabajo se procederá a la colocación de la escollera en el terreno, y sobre la cimentación de las pilas para evitar la socavación y adecuar el cauce del río. Finalizada esta fase, la vista del cauce debería ser como la de la siguiente figura:

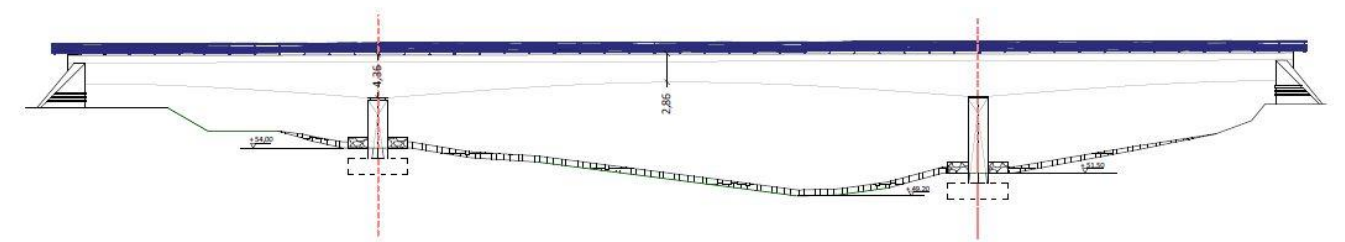


Figura 4. Vista definitiva del tablero ejecutado con barandillas e impostas..

Instalación de la junta de dilatación

La junta de dilatación será instalada mediante atornillado de ésta al tablero y murete de guarda.

Pavimentación, aceras, defensas y barandillas

Tras la realización de la estructura y la instalación de la junta de dilatación, se procede a la ejecución del pavimento y aceras así como la colocación de defensas.

En primer lugar se colocan simultáneamente las impostas prefabricadas y barandillas en el borde del tablero, pues la placa de anclaje de los montantes de la barandilla se sitúa sobre la imposta y se solapan las tareas de colocación de impostas con el montaje de barandillas .

La ejecución de la acera conlleva la colocación de armaduras y tuberías para conducciones y posteriormente ser hormigonada contra la imposta y el bordillo, los cuales hacen las veces de encofrado perdido de ésta.

A continuación se ejecuta el pavimento tanto del tablero como la acera, realizando la extensión de las distintas capas de éste con pavimentadora así como su compactación con rodillo metálico y rodillo neumático.

Una vez ejecutado el pavimento se instalan los pretilas metálicos separadores de calzada y acera así como los pretilas de hormigón armado en la mediana, definidos en el *Anejo Nº 5: Diseño de Equipamientos*.

Iluminación, drenaje, reposición de servicios y marcas viales

La instalación de conducciones, sumideros, además de la iluminación de la calzada y la acera mediante farolas se lleva a cabo tras la instalación de las juntas de dilatación.

La reposición de los servicios afectados ,revegetación, jardinería y ejecución de las marcas viales son los últimos procesos a llevar a cabo para dar por concluida la ejecución y construcción del puente.

El desmantelamiento de las instalaciones de obra provisionales se realizará una vez dada por concluida la construcción del puente.

Se realizará una prueba de carga tras la cual el puente podrá ser abierto al tráfico.

Durante todo el proceso constructivo se llevará a cabo las tareas correspondientes al control de calidad, gestión de residuos, gestión del proyecto y seguridad y salud.

3. CONCLUSIONES

El procedimiento de construcción descrito corresponde al tenido en cuenta para la concepción y cálculo de los distintos elementos del puente, y por tanto, se recomienda la ejecución de acuerdo a lo desarrollado en este, con las posibles modificaciones que puedan darse en el desarrollo de un posterior proyecto constructivo.

El desarrollo detallado de las distintas operaciones a llevar a cabo para el tiempo entre hormigonado de los diversos elementos estructurales además del tiempo para la adquisición de las resistencias suficientes para el tesado es objeto de un estudio con mayor exhaustividad propio del proyecto construcción del puente.

La conclusión del presente anejo es, por consiguiente, que el procedimiento constructivo descrito en el apartado 2, conjuntamente con el *Anejo Nº7: Plan de Obra* define la serie de procesos a llevar a cabo para la construcción del puente. Por consiguiente, debe ser desarrollado en mayor grado de detalle en un futuro proyecto constructivo tomando como base el proyecto básico del que este anejo forma parte.