

Anejo nº 6:

PLAN DE OBRA



Pedro Vilar Ferrero

1. OBJETO2

2. PROCESO CONSTRUCTIVO2

3. TAREAS Y ESTIMACIÓN DE TIEMPOS.....5

4. DIAGRAMA DE GANTT6

ANEJO N°6: PLAN DE OBRA

1. Objeto

En presente anejo se establece un Programa de Trabajos mediante el correspondiente diagrama de Gantt en el que se describe la secuencia de las distintas tareas previstas, así como la organización de las mismas de forma que la ejecución de las obras se realice coordinadamente para lograr asegurar la viabilidad de las obras desde el punto de vista de su ejecución y estimar un plazo de ejecución aproximado.

No obstante, la fijación a nivel de detalle del Programa de Trabajos corresponderá al adjudicatario de la obra, habida cuenta de los medios reales de que disponga y el rendimiento de los equipos.

El plazo de ejecución propuesto de las obras es de X meses, como puede verificarse en el citado diagrama a la vista de la sucesión lógica de todas las actividades que intervienen en la construcción de las obras del proyecto.

Para la estimación del plazo total de ejecución de las obras y dado que la fecha de inicio de las obras se desconoce, se han considerado meses de 4 semanas con 5 días laborables por semana de los cuales se descuentan 9 días anuales por días festivos. Además, se ha considerado un coeficiente reductor de días laborables anuales aproximado de 5% para tener en cuenta la posibilidad de condiciones meteorológicas adversas que imposibilitarían el trabajo así como la sujeción a la disponibilidad de parar el tráfico ferroviario para la realización de algunas de las tareas.

2. Proceso constructivo

Previo al inicio de las obras se realizará un análisis de los servicios que pueden verse afectados y por consiguiente de aquellos que hay que desviar y reponer tras finalizar la ejecución de la estructura.

También previo al inicio de las obras se tendrán que obtener todos los permisos y licencias requeridos por la administración.

Una vez se ha efectuado el análisis de servicios afectados y se han obtenido todos los permisos y licencias necesarios, se realizará el replanteo de la obra. Seguido de este se procederá al despeje y desbroce del terreno y al desvío de los servicios que se vayan a ver afectados.

A continuación se preparará la zona de trabajo, en la cual se deben localizar las zonas de acopio de materiales, así como la zona de ensamblaje de la estructura metálica, y se dotará el área de trabajo con las “casetas de obra” necesarias.

Tras finalizar con el acondicionamiento de la zona de trabajo se llevará a cabo el vallado perimetral de la zona de actuación y con ello se finalizarán las tareas que componen las operaciones previas. Seguidamente se iniciarán los movimientos de tierras que se compondrán de las tareas que se describen a continuación.

En primer lugar se procede a la retirada de la tierra vegetal existente, comenzando a continuación con la excavación. Esta se efectúa en dos fases. La primera de las fases tendrá como objetivo principal el perfilado y nivelación de la zona de hincado de tablestacas. Una vez alcanzada la nivelación deseada se procede al hincado de las tablestacas mediante martillo de simple efecto. Las características de las tablestacas están definidas en el Anejo nº3 “Cálculos geotécnicos”. Finalizado el hincado de las tablestacas se puede proceder al vaciado de los

pozos de excavación mediante retroexcavadora sobre orugas (Caterpillar 345D L o similar). Durante la excavación, el material extraído perteneciente a los estratos que puede ser reutilizado para relleno se acopiará en las zonas asignadas para tal fin, para poder emplearlo tras la ejecución de los estribos. El material extraído no valido para relleno se trasladará a vertedero.

Alcanzada ya la cota de cimentación, se puede proceder al encofrado de la zapata, seguido de la colocación de las armaduras de esta y su hormigonado dejando las esperas para los muros que componen el estribo. Cuando el hormigón adquiere la resistencia deseada en la zapata, se encofrarán los muros y se colocaran sus armaduras. Se hormigona todo el muro exceptuando el murete de guarda. Este se realizará a la vez que la losa estructural para asegurar que la separación necesaria entre ambas para la colocación de las juntas de dilatación no se ve afectada por defectos constructivos.

Una vez finalizada la ejecución de los estribos se procederá al relleno y compactación de los pozos y terraplenes con la correspondiente tierra procedente de las previas excavaciones y el relleno seleccionado procedente de cantera. Cuando se haya finalizado el relleno, se pueden extraer las tablestacas.

Mientras se están ejecutando los estribos, se estará montando el apoyo provisional necesario para la colocación de la estructura metálica en el espacio disponible en el hueco entre vías. Este apoyo debe servir tanto para la viga longitudinal de la calzada como para la de la pasarela, ya que como veremos a continuación, los módulos en los que dividimos la estructura metálica necesitan de apoyos en esos dos puntos para asegurar su estabilidad. A su vez se estará procediendo al montaje de la grúa torre necesaria para elevar cada una de las partes de la estructura metálica ensamblada en la explanada colindante. Esta grúa debe ser capaz de elevar el peso del tramo de estructura metálica para su colocación (Grúa Liebherr 4000 HC 80 o similar).

Para el montaje de la estructura metálica proponemos la división del tablero en diferentes partes. Cada una de estas partes estará constituida por un tramo de viga longitudinal tanto de la calzada como de la acera (de longitud igual a 35m, ya que el apoyo provisional estará situado a la mitad de la luz), unidas por las vigas de piso del hueco y con las vigas de piso de la acera. Además, para facilitar el ensamblaje de la estructura metálica en obra, las piezas se pedirán a taller con los nudos ya ensamblados, viniendo ya unida en todas las barras un tramo igual 1/5 de la luz de las mismas. De esta forma la soldadura a ejecutar en obra no se realiza en un punto tan conflictivo como es el nudo.

Por lo tanto el emparrillado resultante de vigas longitudinales, vigas de piso de hueco y acera y un tramo de 1/5 de longitud de vigas de piso de la calzada debe sostenerse biapoyado entre el estribo y el apoyo provisional, así que las vigas longitudinales deben resistir unos flectores importantes. Para comprobar que es posible la realización del método propuesto se verifica que la sección resiste el flector máximo que se produce en centro luz.

El peso que resisten las vigas longitudinales es igual a:

$$P = P_{Long\ calzada} + P_{Long\ acera} + P_{t\ hueco} + P_{t\ vol} + P_{tramos\ calzada+pendolas} \approx 621\ kN$$

Distribuyendo el peso a lo largo de toda la longitud de la viga y suponiendo un reparto del 50% entre las dos vigas longitudinales se obtiene una carga uniforme de valor:

$$q = \frac{400}{35 * 2} = 8.9\ kN/m$$

Que provoca en centro luz un flector de valor:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{5.7 * 35^2}{8} = 1362.8\ kN * m$$

Comprobamos que la viga longitudinal de menor tamaño, la de la pasarela, puede resistir este esfuerzo:

$$\sigma = \frac{M}{W_3} = \frac{1362.8}{1000 * 1.13 * 10^{-2}} = 120.6\ MPa < f_{yd} \rightarrow \text{resiste}$$

A la vista del resultado obtenido se comprueba la viabilidad resistente del proceso constructivo propuesto. Por tanto, una vez colocada la parte de tablero de una fase, lo siguiente será la colocación del arco. Para ello, una vez realizado el montaje del mismo en la explanada dispuesta con ese fin, se eleva el mismo con la grúa torre a su posición definitiva.

Debe recordarse que el arco viene ensamblado con 1/5 de la longitud de las péndolas rígidas. Para facilitar el ensamblaje del resto de las péndolas y la unión del mismo a la viga longitudinal se propone añadir al final de la viga longitudinal una cartela provisional para así atornillar fácilmente el resto de péndola rígida mientras lo sostiene la grúa torre. Una vez unidas esas piezas, se puede proceder a la soldadura en el arranque del arco, para a continuación soldar el resto de péndolas rígidas intermedias hasta que finalmente se pueda eliminar la cartela provisional de la péndola central y se realice la unión soldada definitiva. Mediante este método el peso del arco queda distribuido entre el apoyo provisional que se deberá dimensionar teniendo en cuenta el mismo.

Este procedimiento se repite cuatro veces para colocar cada una de las partes del puente. Una vez colocadas las partes paralelas, se puede proceder a la colocación del tramo central restante de las vigas de piso uniéndolo mediante cordones de soldadura a los dos esqueletos metálicos ya dispuestos.

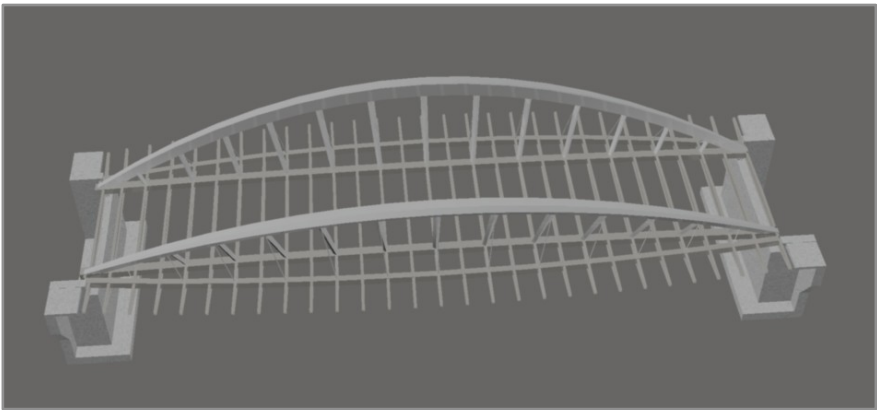


Figura 1. Estructura metálica en su posición definitiva (no se representa el terreno).

Tras finalizar el la colocación del esqueleto metálico se retirarán los apoyos provisionales y se procederá a ejecutar la losa estructural. Para ello, primero se colocará la chapa colaborante y los encofrados necesarios, se llevará a cabo el ferrallado y finalmente se hormigonará la losa.

Para la losa estructural de las pasarelas habrá que tener en cuenta que previo al hormigonado de las mismas se deberá llevar a cabo la soldadura de todos los montantes de las barandilla exterior a los cuchillos transversales que componen el emparrillado del tablero en las pasarelas.

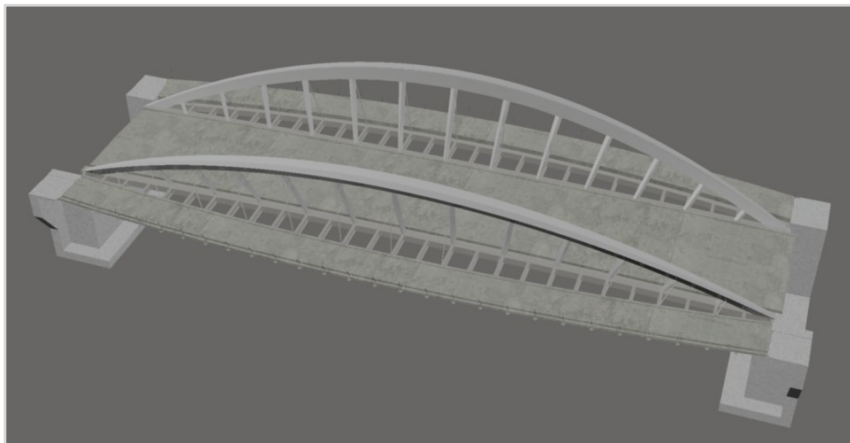


Figura 2. Losa colaborante ya ejecutada (no se representa el terreno).

Finalizada la ejecución de las losas estructurales, se lleva a cabo el tendido de conducciones en las pasarelas y se ejecutan las aceras seguido de la pavimentación tanto de calzada como de acera.

Una vez finalizada la disposición de las aceras se procede a la colocación de los módulos prefabricados de imposta corrigiendo los posibles defectos de nivelación.

Tras finalizar completamente la ejecución de aceras y calzada se repondrán los servicios desviados, se dispondrán las juntas de dilatación, se terminarán los equipamientos (barandillas e iluminación), los acabados finales del puente (como la colocación del trámex sobre los huecos) y se llevará a cabo el acondicionamiento y la nivelación de los accesos a la vez que se realizan las tareas correspondientes a jardinería y vegetación de los entornos del puente.

Una vez finalizada la construcción se realiza la prueba de carga del puente tras la cual se podrá abrir al tráfico.

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

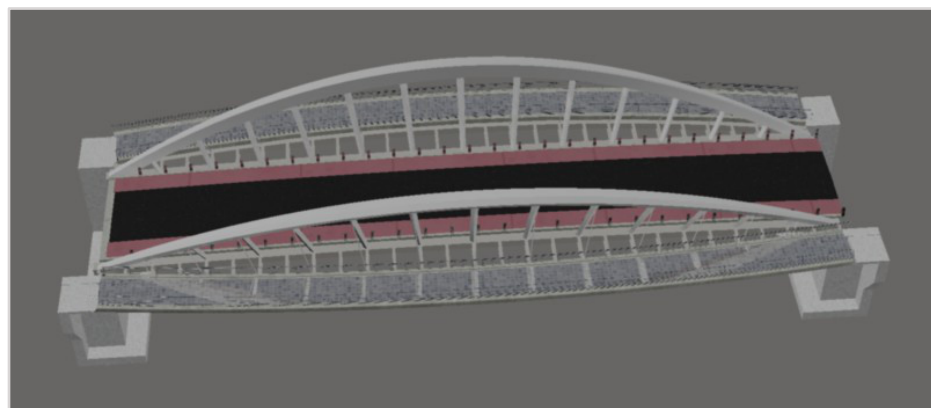


Figura 3. Equipamientos ya ejecutados (no se representa el terreno ni los accesos al puente).

3. Tareas y estimación de tiempos

ID	TAREA	DURACIÓN
	Operaciones previas	
1	Replanteo	1 día
2	Despeje y desbroce	10 días
3	Acondicionamiento de la zona de trabajo : Colocación de casetas de obras, localización de zonas de acopio, localización de explanada para montaje de la estructura metálica	2 días
4	Desvío de servicios	2 días
5	Vallado de la zona de actuación.	2 días
	Movimiento de tierras	
6	Excavación a cielo abierto	20 días
7	Hinca del tablestacado	6 días
8	Excavación segunda fase (pozos)	10 días
9	Retirada del tablestacado	5 días
10	Relleno y compactado de terraplenes y estribos	28 días
	Subestructuras	
	Zapata	
11	Encofrado	6 días
12	Ferrallado	6 días
13	Hormigonado	8 días
	Muros	
	Primera fase	
14	Encofrado	6 días
15	Ferrallado	6 días
16	Hormigonado	7 días
	Segunda fase	
17	Encofrado	5 días
18	Ferrallado	5 días
19	Hormigonado	6 días
20	Colocación de aparatos de apoyo	2 días
	Superestructura	
	Estructura metálica	
21	Ingeniería	30 días
22	Prefabricación y transporte	60 días
23	Ensamblaje estructura metálica	21 días
24	Montaje de grúa (incluido transporte y ejecución de base de apoyo)	5 días
25	Montaje de apoyo provisional entre vías	3 días
26	Colocación de la estructura metálica en posición definitiva	10 días
27	Colocación chapa grecada	5 días
28	Barandillas exteriores (soldadas a vigas de piso)	5 días

	Losa colaborante	
29	Encofrado	6 días
30	Ferrallado	6 días
31	Hormigonado de la losa estructural	6 días
	Ejecución de servicios y equipamientos	
32	Tendido de conducciones	2 días
34	Ejecución de las aceras (chapas de barandilla embebidas)	6 días
35	Imposta (Módulos prefabricados con huecos para las barandillas)	4 días
36	Barandilla interior	5 días
37	Pavimentación acera y calzada	6 días
38	Colocación de juntas	1 día
39	Instalación de sistemas de iluminación	4 días
40	Acondicionamiento y nivelación de accesos	10 días
41	Reposición de servicios	2 días
41	Jardinería y vegetación	5 días
43	Prueba de carga	2 días
	Gestión de proyecto	
	Gestión de residuos	
	Seguridad y salud	
	Control de seguridad	

4. Diagrama de Gantt

A continuación se muestra el diagrama de Gantt elaborado para las tareas definidas en el apartado anterior en el cual se observan las relaciones entre tareas, el camino crítico y la holgura de aquellas tareas que la tienen.

Dado que la finalidad de este plan de obra es obtener un plazo de ejecución aproximado y puesto que se desconoce el inicio de las obras así como la disponibilidad de recursos se ha supuesto una fecha de partida (4 de Enero de 2016) y no se ha tenido en cuenta limitación de recursos.

Con ello se ha obtenido un plazo total de 206 días laborables que suponiendo el inicio de las obras el 4 de Enero de 2016, terminaría el 18 de Octubre de 2016 que resulta en un total 288 días naturales. Para aproximar más a la realidad el plazo de ejecución, incrementamos el plazo en un 3,95% que corresponde al incremento que provoca el 5% de disminución de días laborables anuales para considerar la posibilidad de condiciones meteorológicas adversas que imposibilitarían el trabajo así como los inconvenientes producidos por las tareas que requieren la interrupción del tráfico ferroviario y que por tanto dependerán de la posibilidad de interrumpirlo. Con ello obtenemos finalmente un plazo de ejecución de 300 días naturales.

