

ANTEPROYECTO DE PUENTE SOBRE LA MANCHA DE H. HERSENT, SCHNEIDER Y C.^a
POR L. G.

(Continuación.)

V.

ESTUDIO DE LA SUPERESTRUCTURA.—ELECCIÓN DE SISTEMA DE VIGA.

No puede admitirse el sistema de tramos discontinuos apoyados en pilas distantes entre si 500 metros. Este sistema reduciría notablemente el número de pilas que oponen obstáculo á la navegación; pero en cambio tiene el grave inconveniente de conducir á un peso considerable. Se sabe que el peso de una viga con dos apoyos aumenta mucho más rápidamente con la luz, que el de una viga dispuesta con partes voladas.

Convien, pues, disponer los grandes tramos con partes voladas; pero esta disposición exige que entre los apoyos de una misma viga exista una distancia suficiente para asegurar la estabilidad de la obra durante la construcción y para resistir á las diversas reparticiones de la sobrecarga y á los efectos de los vientos.

Aunque bajo el punto de vista económico no conviene que sean de grandes luces los tramos en que se apoye una misma viga, para no aumentar las dificultades de la navegación, se ha adoptado una luz de 300 metros para los tramos contiguos á los de 500, constituidos por partes voladas. Estos grupos de tramos alternados de 300 y 500 metros corresponden, como se ha indicado anteriormente, á los puntos de máxima profundidad, adoptándose otros grupos de 200 y 350 metros y de 100 y 250 respectivamente en los altos fondos.

Considerando los grupos de 300 y 500 metros, ocurre desde luego la idea de formar los tramos de 500 con dos partes voladas de los tramos contiguos, que lleguen á tocarse en el centro, teniendo las partes voladas 250 metros. Pero en el puente de Forth estas partes voladas no llegan á tocarse, sino que á la vez sostienen otro tramo independiente apoyado en los extremos de aquéllas. El autor del anteproyecto indica que ha llevado á cabo un minucioso estudio comparativo entre ambos sistemas, y de él resulta la conveniencia de adoptar este último, que produce respecto al anterior una economía de 17 % próximamente. Como resultado de este estudio ha formado los tramos de 500 metros con dos partes voladas de los tramos contiguos, de 187,50 metros cada una, y un tramo de 125 metros en el centro apoyado en los extremos de aquéllas. (Véase lámina 105.)

Para la elección del sistema de viga se ha tenido en cuenta que la más conveniente es aquella que ofrezca menor peso para resistir á las cargas verticales y al mismo tiempo menor superficie á la acción de los vientos.

Se han estudiado diversos tipos de vigas de la misma altura y que ofrezcan próximamente la misma distribución en las articulaciones inferiores para que no intervenga en esta comparación el peso de las viguetas y de los largueros que han de sostener los carriles.

Los sistemas comparados son los siguientes: viga Warren simple, viga Warren compuesta de dos simples superpuestas de modo que los vértices de la una vengan en los puntos medios de los lados de la otra, viga Warren compleja, que es la adoptada (véase lámina 105) y finalmente, dos vigas de los sistemas Post y Pratt. El cuadro siguiente resume los pesos de estas diversas vigas, tomando por unidad el de la viga Warren compleja:

	Warren compleja.	Warren compuesta.	Warren simple.	Post.	Pratt.
Peso para resistir las cargas verticales. . . .	1,000	0,957	1,063	0,956	1,190
Peso para resistir la acción del viento. . . .	1,000	1,157	1,241	1,350	1,080
MEDIA PROPORCIONAL. . .	1,000	1,047	1,143	1,133	1,141

La media proporcional ha sido calculada suponiendo que el peso necesario para resistir el viento sea los $\frac{9}{11}$ del peso debido a las cargas verticales.

Esta relación resulta de los estudios completos que se han hecho.

Se ve que la más ventajosa es la viga Warren compleja, que es la que se ha elegido. El mismo sistema se ha adoptado para los tramos de 125 metros sostenidos por las partes voladas.

VI.

DISPOSICIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA METÁLICA.

Tramos de 300 y 500 metros.—El tramo de 300 metros está formado de dos vigas, que vuelan sobre los apoyos 187,50 metros para formar con los tramos independientes de 125 metros los dos contiguos de 500. La altura de estas vigas es de 65 metros en casi toda la longitud del tramo de 300 metros y disminuye hasta 11 metros en los extremos de las partes voladas.

Cada viga se compone de dos cabezas enlazadas por barras oblicuas formando triángulos isósceles.

Las cabezas inferiores de las dos vigas distan 25 metros en el centro del tramo de 300 metros y 10 metros en sus extremidades; son horizontales en dicho tramo y se elevan 5 metros en los extremos de las partes voladas.

Las cabezas superiores están reunidas en la mayor parte del tramo de 300 metros, y luego se separan hasta 10 metros en los extremos de las partes voladas, es decir, lo mismo que las inferiores en este punto; la forma en la parte volada es la de un polígono inscrito con una circunferencia de 650 metros de radio. (Véanse láminas 105, 106 y 107.)

Todos los elementos principales de cada viga, las cabezas y barras, están formadas de cajones de palastro de forma cuadrada ó rectangular, divididos en cuatro compartimientos por tabiques perpendiculares entre sí. Las barras secundarias son cajones simples.

Las cabezas inferiores son cuadradas; su altura es de dos metros en los tramos de 300 metros, y disminuye hasta un metro en los extremos de las partes voladas. Las cabezas superiores tienen el mismo ancho que las inferiores; pero como sus partes libres tienen mayores longitudes, su altura varía de 3 metros á 1^m,50. Las barras oblicuas son cuadradas, y sus dimensiones varían con la longitud libre.

La separación de las articulaciones inferiores de cada viga varía de 50 metros á 6^m,50 con el objeto de disminuir las diferencias de dirección de las barras oblicuas.

Las cabezas inferiores están reunidas por arriostramientos en forma de cruces de San Andrés, cuyas barras son de forma de cajones. Otros arriostramientos oblicuos dispuestos entre las barras comprimidas de las vigas principales acaban de dar rigidez al sistema para resistir á la acción de los vientos.

El tramo de 125 metros, que forma la parte central de los de 500 metros, está constituido por dos vigas verticales, apoyadas en los extremos de las partes voladas. Su altura es de 11 metros en los apoyos y 20 en el centro, y su distancia entre ejes de 10 metros.

Cada viga se compone de dos cabezas, una inferior horizontal y otra superior, de forma de polígono inscrito en un círculo; ambas están ligadas por barras oblicuas formando triángulos isósceles.

Las dos cabezas están formadas por cajones de palastro de sección cuadrada, divididas en cuatro celdillas de la misma forma; tienen una altura común de un metro en los apoyos y de 1^m,50 en el centro del tramo.

Las barras oblicuas principales son del mismo tipo y las secundarias son cajones simples.

Las cabezas inferiores y superiores de las dos vigas están arriostradas por cruces de San Andrés, cuyas barras tienen la forma de cajones. También existen en estos tramos arriostramientos que enlazan las piezas comprimidas de las dos vigas con el objeto indicado al tratar de los tramos de 300 metros y de las partes contiguas voladas.

Tablero.—Las dos vías férreas están sostenidas por cuatro filas de lar-

gueros dispuestos bajo los carriles. Estos largueros son de celosía, sus alturas y luces son desiguales, y sus dimensiones difieren según los esfuerzos que tienen que resistir.

Los carriles están encerrados en una ranura para evitar descarrilamientos.

El piso está constituido por placas de palastro estriadas de 8 milímetros de espesor y de 50 kilogramos de peso por metro cuadrado; se apoyan en hierros de T.

Las aceras, dotadas de barandillas, están sostenidas por consolas fijadas a los largueros exteriores.

Los largueros bajo los carriles están sostenidos por piezas transversales, que unen dos á dos las articulaciones de las vigas principales. Estas piezas tienen todas la forma de vigas Warren con tres mallas; su altura es variable, y las barras que las componen están constituidas por cajones. (Véase láminas 106 y 107.)

Pilas.—La parte metálica de las pilas comprende dos columnas de 34^m,90 de altura. Cada una de ellas está formada de dos almas llenas, cilíndricas, que tienen el mismo eje, cuyos diámetros son respectivamente 4^m,60 y 6^m,40. Doce almas dispuestas regularmente según planos meridianos reúnen las primeras, y por su prolongación sirven de contrafuertes en el interior y en el exterior de la columna. Los contrafuertes interiores dejan un hueco libre de 3 metros, constante en toda la altura de la columna. Los contrafuertes exteriores dan al fuste un diámetro aparente de 8 metros, que va aumentando hacia la base hasta 12 metros.

El alma interior cilíndrica se prolonga 14 metros para formar un tubo de amarre de 4 metros de diámetro; pero como sería insuficiente en el caso en que el viento obre longitudinalmente al mismo tiempo que la dilatación, se han añadido doce pasadores para el empotramiento de cada columna. Estos pasadores tienen un diámetro de 0^m,25 é interesan una altura de fábrica de 14 metros. (Véanse láminas 106 y 107.)

Las dos columnas de una misma pila están reunidas por arriostramientos, que les permiten resistir juntas á la acción transversal de los vientos.

Las pilas terminan en la parte superior por ménsulas que llevan una barandilla.

Cada columna se recubre por una placa circular de 6^m,20 de diámetro y 1^m,40 de altura, constituida por placas de palastro y hierros de ángulo; tiene por objeto sostener los aparatos de apoyo, ya fijos, ya de dilatación.

El aparato de dilatación se compone de diez rodillos de 0^m,60 de diámetro y de 3 metros de longitud.

Las cargas se transmiten del tablero á las pilas por medio de rótulas. Luego se reparten sobre las placas de palastro y hierros de án-

gulo, que están arriostradas entre sí para resistir á la acción del viento.

Las columnas de una pila reciben un aparato fijo y las columnas de la pila inmediata un aparato de dilatación. El efecto de la dilatación ó de la contracción del tablero se traduce por una reducción ó aumento del juego que existe entre las partes voladas y los extremos del tramo independiente. Este tramo se apoya por un extremo en un aparato fijo y por el otro sobre rodillos.

Grupos de tramos de 200 y 350 metros y de 100 y 250 metros.—El nivel superior de los carriles es de 72 metros sobre las mareas bajas. La parte inferior del puente en los tramos de 200 metros está á 62^m,68 sobre el mismo nivel, y en el centro de los tramos de 350 metros dicha altura es de 66^m,497.

En los tramos de 100 metros esta altura es de 63^m,78, y en el centro de los tramos de 250 metros de 66^m,497.

La disposición de estos dos grupos de tramos es la misma que la descrita para la combinación de tramos de 300 y 500 metros, variando únicamente las dimensiones de las piezas que los constituyen; por lo cual es inútil detenernos en su examen.

EL VIADUCTO DE SOULEUVRE.

Esta importante obra se ha construido recientemente para el cauce del valle de Soulevre, en el ferrocarril de Viré á St Lô y á Caen, y en su ejecución se han empleado procedimientos de construcción que ofrecen alguna novedad, por lo que creemos interesante dar de ellos una ligera reseña, que extractamos de la monografía de Mr. Jimels publicada en el *Génie civil* (1).

El viaducto se compone de seis tramos continuos sostenidos por pilas de fábrica. Su longitud total es de 348 metros, siendo de 50 metros las luces de los tramos extremos y de 62 las de los cuatro centrales. El piso está colocado en la parte inferior de las vigas.

Las secciones horizontales de las pilas son rectangulares; los perfiles de sus caras son arcos de parábola, aumentando las dimensiones horizontales á partir de la coronación. Las dimensiones horizontales encima de la cornisa son 8,80 metros de longitud y 4 de ancho. En la base de la pila más elevada estas dimensiones exceden del doble; el volumen de esta pila es de 5.600 metros cúbicos y el total de la fábrica 20.000. Las fundaciones se han

(1). En el perfil del emplazamiento el valle tiene una altura de 70 metros, un ancho en el fondo de 80 y de 400 en la parte superior