

DOS PUENTES CONSTRUIDOS POR VOLADIZOS SUCESIVOS: PUENTE SOBRE LA RÍA DEL EUME Y PUENTE LOMAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

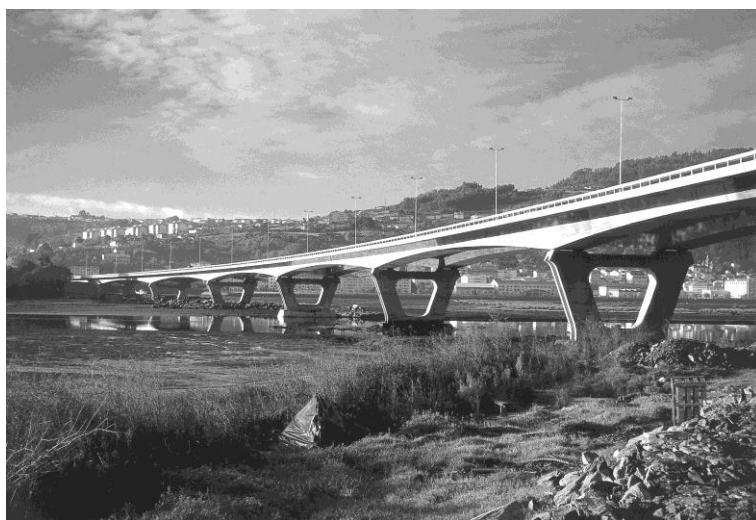
CARLOS FERNÁNDEZ CASADO, S.L.

1.- INTRODUCCIÓN

Los puentes del Eume y Lomas son de luces relativamente pequeñas para el procedimiento de construcción por voladizos sucesivos, porque ninguno de los dos llega a luces de 100 metros; los presentamos porque nos han servido para estudiar algunas de las imposiciones morfológicas que la construcción por voladizos sucesivos ha impuesto a los puentes.

Se trata de dos puentes diferentes; el primero es un puente de gran longitud con varios vanos sobre el agua, y el segundo es un puente sobre un valle en V con un solo vano principal y dos compensaciones.

2.- PUENTE SOBRE LA RÍA DEL EUME



La autopista del Atlántico cruza el río Eume en las proximidades de su desembocadura en la ría de Ares, donde tiene un ancho de 500 metros aproximadamente, que en marea alta está totalmente cubierto de agua, y en marea baja se divide en dos brazos,

con una gran isla en medio. El nuevo puente está situado en un paisaje de gran belleza, aunque ya alterado en el entorno próximo a la localidad de Puentedeume, que está muy cerca del puente.

Es un puente de altura media a baja, porque la diferencia de nivel entre la plataforma y el agua oscila entre 9 y 20 metros, debido a la carrera de marea, y a la pendiente del 1% que tiene el puente.

Su altura sobre el agua, y la idea de crear un elemento mínimo en paisaje, llevó a proyectar un puente de varios vanos con luces del orden de 90 metros, que da lugar a una solución de altura-luz muy proporcionada. La altura que, como hemos dicho, es de media a baja, ha llevado a hacer el tablero lo más esbelto posible para evitar que el puente resultara pesado; el canto en apoyos es el $1/24$ de la luz y en los centros de vano de $1/46$.

Se trata por tanto de una viga continua de canto variable con cinco vanos de 92 metros de luz, un vano de 54 metros en un extremo, y tres vanos de 50+40+30 en el otro.

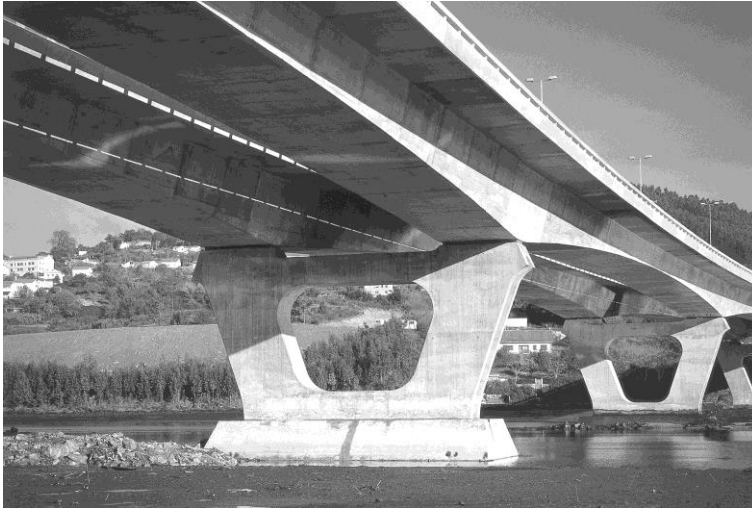
El planteamiento del proyecto ha sido enfatizar el carácter de viga continua de canto variable, análoga a las que se plantean normalmente en puentes de luces menores, y darle a las pilas el carácter de apoyos disociados del tablero, aunque el conjunto, como en todo puente, debe formar una unidad. Se puede considerar que se ha hecho una extrapolación de los puentes continuos de canto variable contruidos in situ.

El tamaño del puente permite este planteamiento que, en cierto modo, se olvida del sistema de construcción que, en los puentes, cuanto mayor va siendo la luz es cada vez más determinante. En este caso nos encontramos cerca de las luces mínimas adecuadas para los puentes contruidos por voladizos sucesivos, y esto nos permite una libertad morfológica mayor que en un puente de gran luz.

El tablero se divide en dos cajones independientes, uno por calzada, con un ancho de 11,50 metros. Cada uno de ellos se ha hecho con un cajón trapezial con fondo de ancho variable, cajón clásico en los puentes de



este tipo con luces menores. En los puentes de voladizos esta forma complica los encofrados, porque obliga a modificar los costeros o el fondo en cada avance del carro. Pero este inconveniente, que en definitiva es un mayor coste de los encofrados, nos parece justificado porque el cajón de sección trapezial, en un puente de este tipo, queda mejor que el de sección rectangular.



Las pilas tienen contorno trapecial y están formadas por dos fustes inclinados unidos en cabeza y en la base por riostras, la superior pretensada para resistir la tracción debida a la inclinación de los fustes. El ancho de las pilas es constante de 2 metros, lo que

no permite resistir en ellas los momentos que se producen por las descompensaciones que necesariamente se producen durante la construcción de los dos voladizos que parten de ella, que si bien deben llevarse lo más equilibrados posible, es siempre necesario un empotramiento inicial en pila. Éste se consiguió mediante tirantes verticales unidos a la cimentación a un lado y otro de la pila, que proporcionaban el par necesario para resistir los momentos de descompensación.



El puente está apoyado en neoprenos en las pilas centrales, y en apoyos de neopreno teflón en las laterales. El efecto del viento durante construcción se estudió mediante el análisis de las ráfagas que pueden producirse en el doble voladizo, porque la descompensación

recomendada en varios libros de suponer un voladizo con viento y el otro sin nada, nos parecía exagerada. El estudio nos dio un desequilibrio algo mayor que el recomendado, y esto obligaba a poner unos topes horizontales del cajón sobre la pila muy grandes. Para disminuirlos al mínimo contamos con el par formado por los dos cajones, lo que requirió unirlos sobre los apoyos mediante una triangulación anclada en las losas superior de los dos cajones. El sistema funcionó, porque durante construcción se registraron vientos de 120 km/h en esa zona.

3.- PUENTE LOMAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

El puente del Lomas Country en la ciudad de México debe cruzar un valle en V con 160 metros de longitud y una altura libre sobre el fondo de 60 metros.

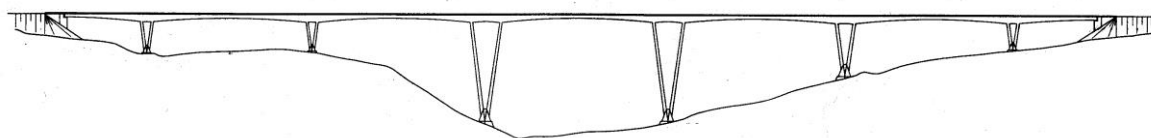
Se ha proyectado un puente de tres vanos de 40+80+40 metros de luz, que debía ser lo más



sencillo y económico posible, porque debía sustituir a una solución de vigas que tenía problemas de cimentación.

El planteamiento de este proyecto es inverso al del Eume. En este caso, a pesar de su pequeña luz para un puente de voladizos, se adoptó una de las soluciones clásicas de estos puentes: la de pilas en doble tabique solidarias del tablero. Esta solución se ha utilizado en innumerables puentes construidos por este sistema, y especialmente en los más grandes, porque funciona muy bien, y permite construir el puente sin empotramientos provisionales en las pilas.

Pero si bien es una solución muy adecuada por su buen funcionamiento para todos los fenómenos de deformación de la estructura, y facilita la construcción del puente, formalmente nos parece poco afortunada; hay una descompensación entre la masa del dintel y de las pilas, que además se disocian en dos tabiques.



VIADUCTO DE REVENGA

En el proyecto del viaducto de Revenga, que tenía siete vanos de 75 metros de luz máxima y altura de pilas de 45 metros, planteamos una solución de pilas en V con tabiques delgados que, en nuestra opinión, quedan mejor que la de tabiques paralelos. Aunque la

inclinación de los tabiques era pequeña, esta solución no funciona igual que la de tabiques paralelos, y de hecho, en las pilas últimas de este viaducto, tuvimos que recurrir a apoyos deslizantes, porque los giros en cabeza de los tabiques inducían en el tablero esfuerzos mayores que los de sobrecarga. Este proyecto no se ha construido.



En el puente Lomas hemos adoptado la solución clásica de tabiques paralelos, creando con nudo de enlace entre pilas y el tablero mediante un semicírculo entre tabiques, y cuartos de círculo exteriores. El semicírculo se repite simétricamente en el cierre inferior. Este nudo tiene además un mejor

funcionamiento para las importantes deformaciones que puede producir el sismo en las pilas.