

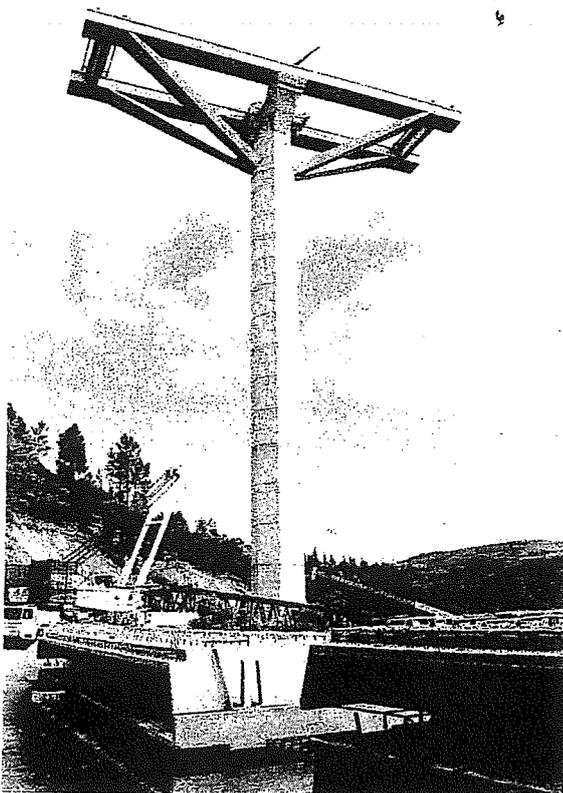
PUENTE SOBRE EL RÍO MENTE EN LA AUTOVÍA DE LAS RIAS BAJAS

Propiedad: MINISTERIO DE FOMENTO
Proyecto: CARLOS FERNANDEZ CASADO, S.L.
Prefabricación: ALVISA.

1.- EL SIGUIENTE PASO

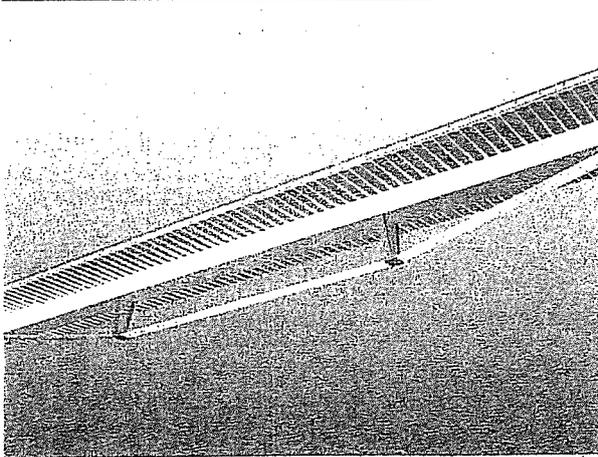
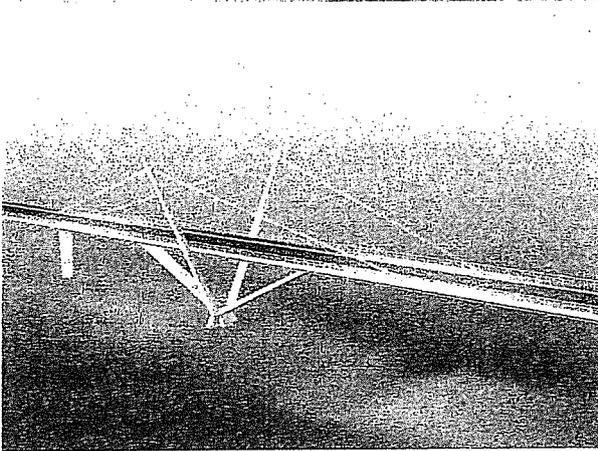
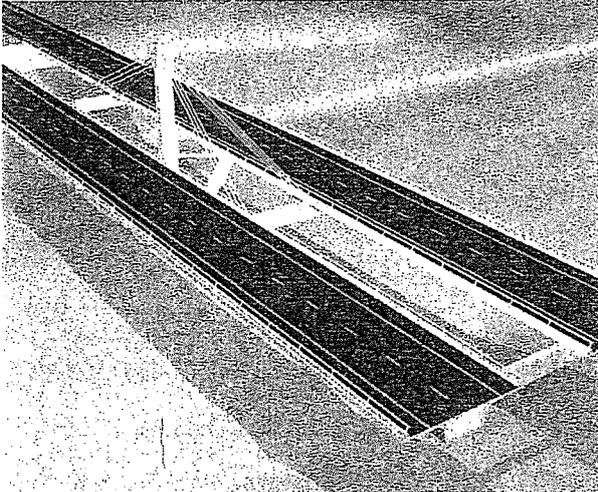
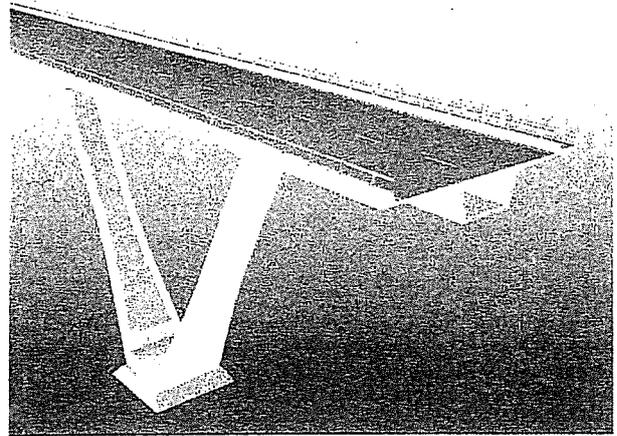
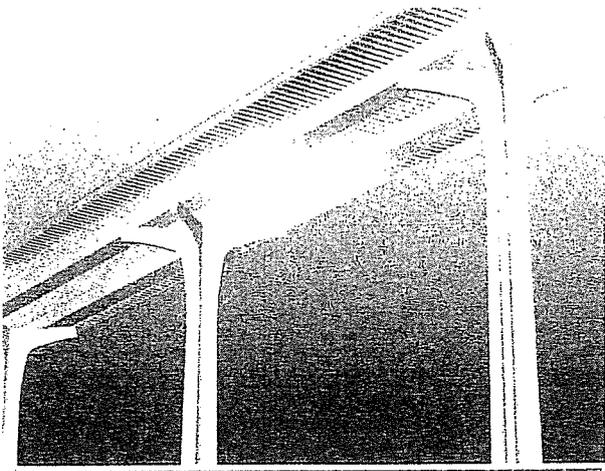
El puente sobre el Río Mente constituye el primer ejemplo construido de un importante avance en el campo de la prefabricación de puentes: resolver la gama de luces de 60 a 120 m. mediante sistemas basados en el uso de piezas de 30-40 m. de longitud y 100-150 Tn. de peso, que son susceptibles de ser transportadas económicamente a distancias del orden de 500 Km. y montadas en obra con autogrúas existentes en el mercado nacional.

Para ello ALVISA propuso a la Oficina de Proyectos Carlos Fernández Casado, S.L. el estudio y proyecto de nuevas soluciones imaginativas que pudiesen hacer realidad la aplicación de la prefabricación para salvar las luces de 120 m. con los medios disponibles en la actualidad, minimizando la necesidad de apoyos intermedios provisionales que, para grandes alturas del tablero sobre el terreno, resultan prohibitivos.



2.- LA SOLUCION

El quid del problema radica en poder materializar apoyos intermedios permanentes capaces de transmitir la reacción del tablero en esos puntos no al terreno, sino a las pilas que enmarcan esos tramos de gran luz. Naturalmente, el diseño debe llevar aparejado el estudio del montaje en obra, es decir, el proceso constructivo, con la menor cantidad de medios auxiliares posible.



Una primera solución para crear el apoyo intermedio buscado utiliza el puntal inclinado que puede ser plano o espacial. El primero atiende a una sola línea de vigas. El segundo a dos líneas de vigas desde un solo soporte.

Y esto es importante, pues con enorme frecuencia las autopistas destacan dos calzadas separadas. La colocación de pilas para cada una de ellas produce confusión visual ante cualquier visión oblicua, lo que se resuelve colocando una sola pila con apuntalamiento espacial, caso que hemos aplicado al puente sobre el Río Mente.

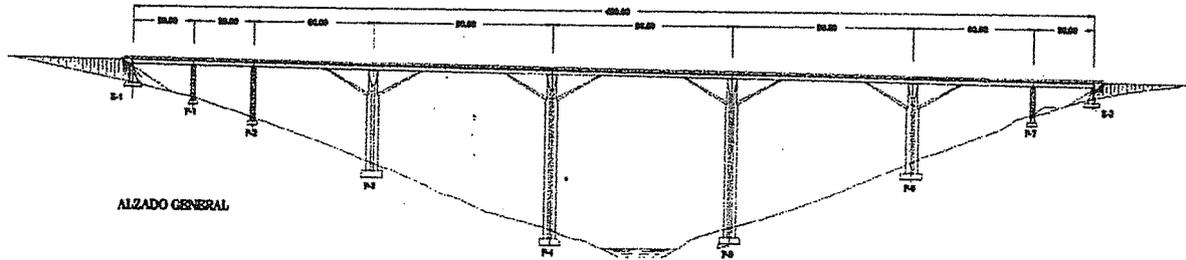
Se exponen a continuación otras soluciones diferentes, suficientemente estudiadas para garantizar su viabilidad y de las que esperamos, en breve, ver ejemplos construidos como el de Río Mente.

- Pila en cruz.
- Pila en V o Y.
- Apoyo intermedio atirantado.

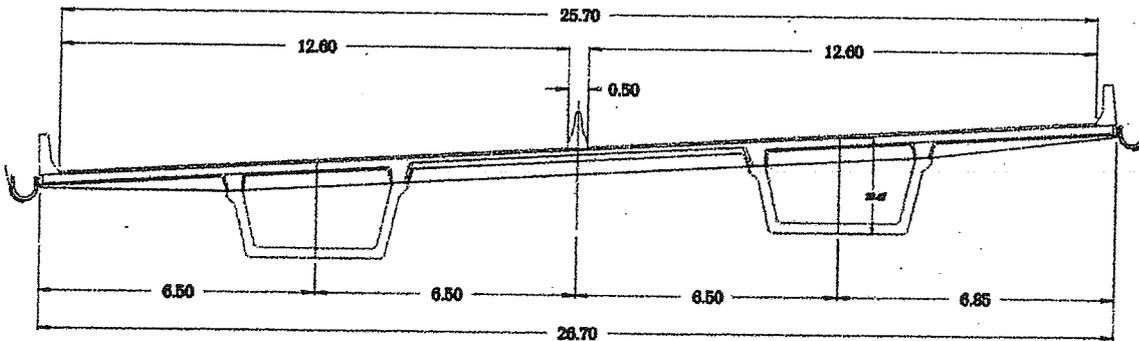
- Solución mixta de puntales y tirantes.
- Atirantamiento inferior.

3.- PUENTE SOBRE EL RIO MENTE. DESCRIPCION

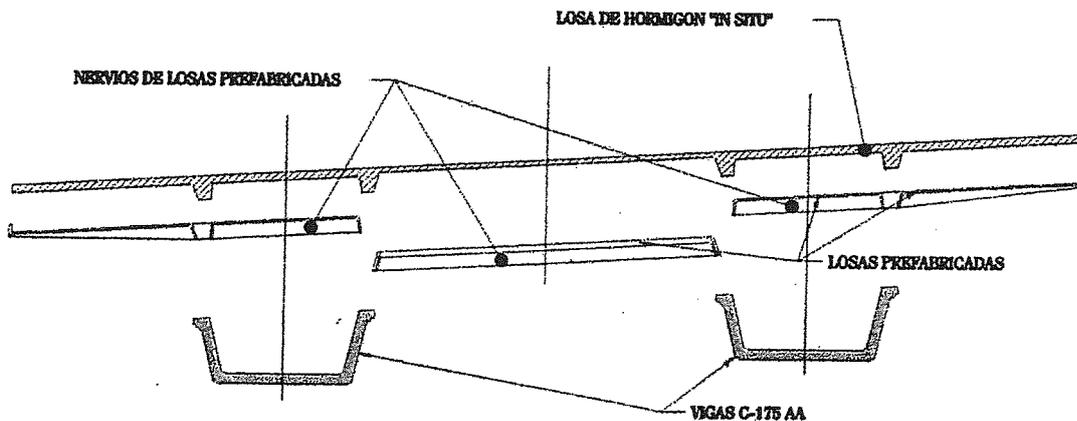
La autovía de las Rías Bajas en el tramo Río Mente – Fumaces atraviesa este río por medio de un gran viaducto de 480 m. de longitud a una altura aproximada de 90 m. con un trazado en planta de radio circular de 1.200 m. y transición a zona recta con clotoide de parámetro A-400, con peralte máximo de 5'7 % y pendiente longitudinal del 3 %.



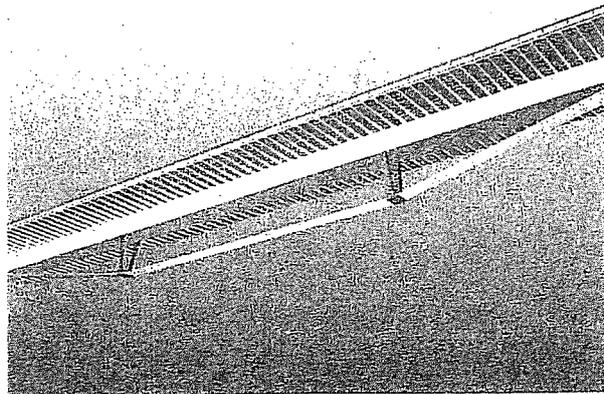
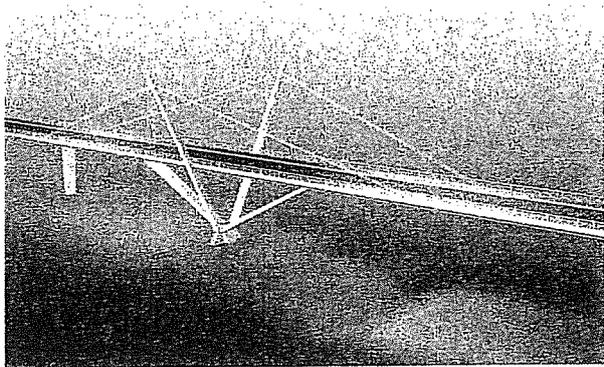
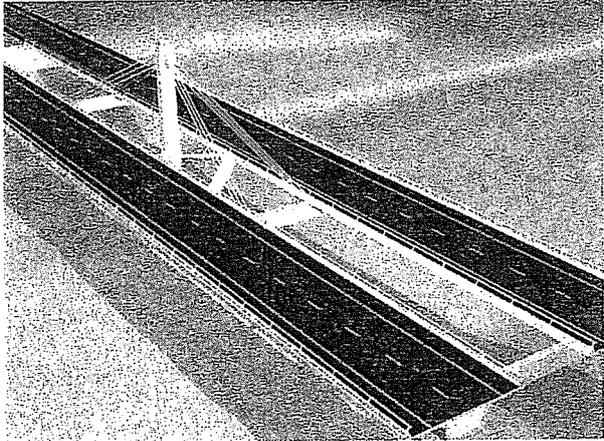
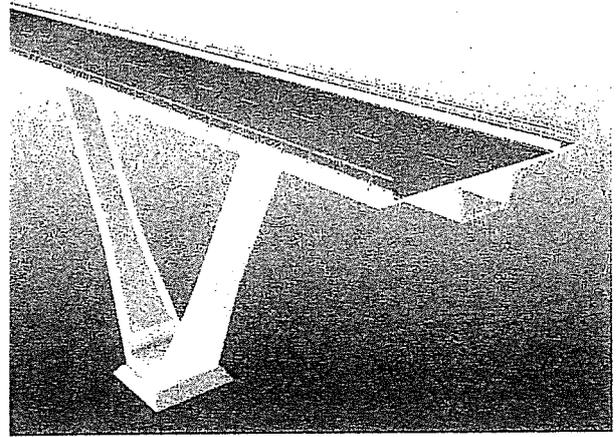
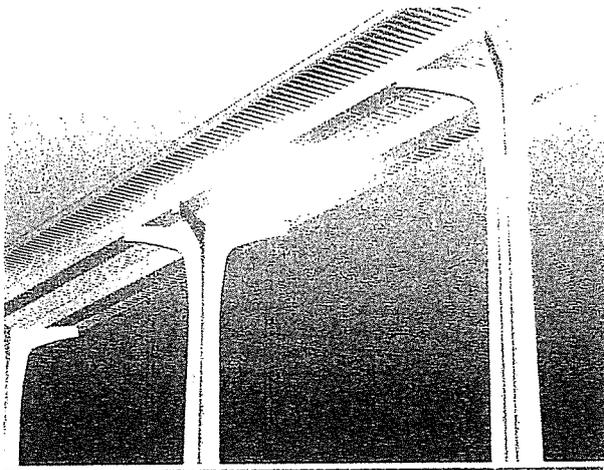
Consta de 8 tramos con luces de 30, 30, 60, 90, 90, 90, 60 y 30 m. y su anchura es de 26'70 m. para 2 calzadas con 2 carriles cada una y los correspondientes arcenes, mediana y barreras.



TABLERO.- SECCION TRANSVERSAL



TABLERO.- SECCION TRANSVERSAL (DESPICE)



intermedio buscado utiliza el puntal inclinado que puede ser plano o espacial. El primero atiende a una sola línea de vigas. El segundo a dos líneas de vigas desde un solo soporte.

Y esto es importante, pues con enorme frecuencia las autopistas destacan dos calzadas separadas. La colocación de pilas para cada una de ellas produce confusión visual ante cualquier visión oblicua, lo que se resuelve colocando una sola pila con apuntalamiento espacial, caso que hemos aplicado al puente sobre el Río Mente.

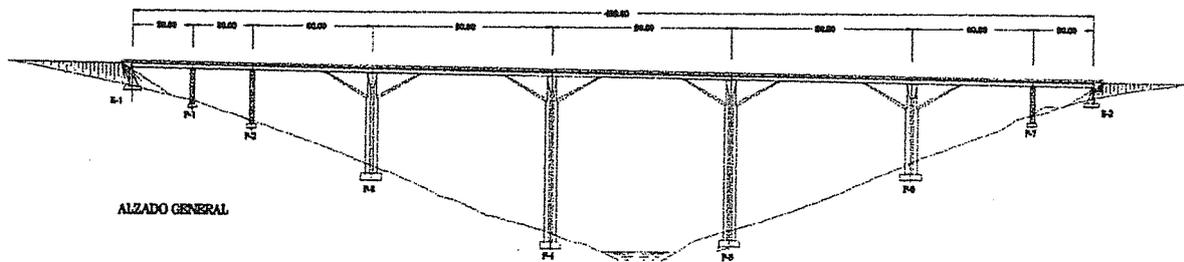
Se exponen a continuación otras soluciones diferentes, suficientemente estudiadas para garantizar su viabilidad y de las que esperamos, en breve, ver ejemplos construidos como el de Río Mente.

- Pila en cruz.
- Pila en V o Y.
- Apoyo intermedio atirantado.
- Solución mixta de puntales y tirantes.
- Atirantamiento inferior.

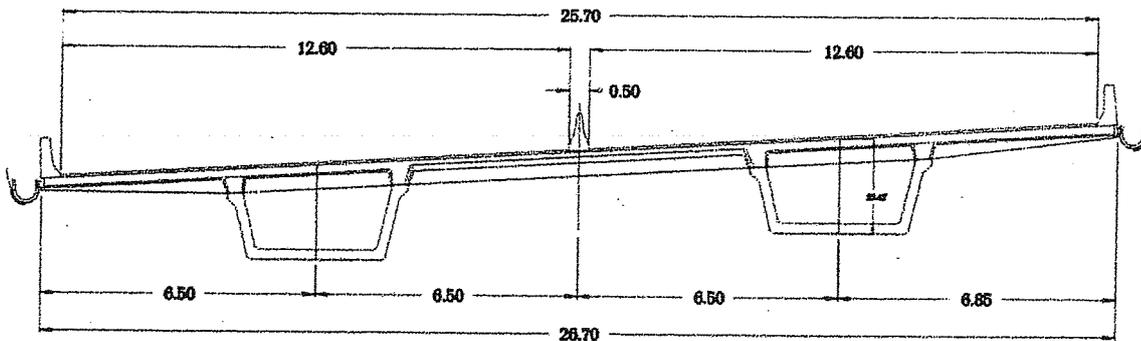
- Solución mixta de puntales y tirantes.
- Atirantamiento inferior.

3.- PUENTE SOBRE EL RIO MENTE. DESCRIPCION

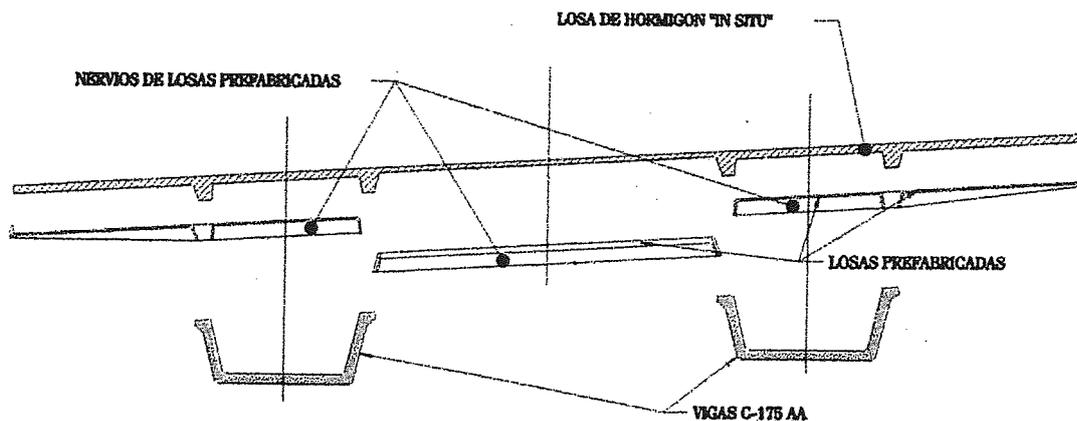
La autovía de las Rías Bajas en el tramo Río Mente – Fumaces atraviesa este río por medio de un gran viaducto de 480 m. de longitud a una altura aproximada de 90 m. con un trazado en planta de radio circular de 1.200 m. y transición a zona recta con clotoide de parámetro A-400, con peralte máximo de 5'7 % y pendiente longitudinal del 3 %.



Consta de 8 tramos con luces de 30, 30, 60, 90, 90, 90, 60 y 30 m. y su anchura es de 26'70 m. para 2 calzadas con 2 carriles cada una y los correspondientes arcenes, mediana y barreras.



TABLERO.- SECCION TRANSVERSAL



TABLERO.- SECCION TRANSVERSAL (DESPIECE)

Los estribos son abiertos formados por 2 cuchillos y viga cabezal con alturas de 11'50 y 13'50 m., sobre cimentación directa.

Las pilas principales son octogonales, inscritas en un rectángulo de 6'40 x 6'00 m., con paredes de 40 cm. de espesor, ejecutadas "in situ", y llevan embutidas 2 chapas de acero inoxidable cilíndricas, a 12 m. por debajo de la coronación, para servir de base a la articulación de 4 puntales prefabricados de 26 m. de longitud, que se apoyan en ese punto abriéndose con directriz inclinada con respecto a la horizontal y al eje del puente. Los puntales proporcionan el apoyo intermedio de las vigas del tablero, creando unas "setas" que, complementadas con tramos de cierre, forman el tablero total. La combinación de puntales y vigas hace posible solucionar los tramos de 90 m. con piezas prefabricadas de dimensiones transportables. La cimentación de las pilas es directa mediante zapatas de sección rectangular.

Los puntales son prefabricados, de hormigón armado, con sección hueca en cuadrilátero irregular variable desde 1'20 x 1'20 en su articulación en la pila hasta 2'75 x 0'50 en su contacto con el tablero. Su peso ronda las 100 Tn. cada uno.

El dintel está formado por tres elementos: vigas prefabricadas, prelosas nervadas y un hormigonado "in situ" con el que se consigue el monolitismo del conjunto.

Las vigas, dos unidades separadas transversalmente 13 m., son de hormigón pretensado con sección en artesa, de 4'5 m. de anchura máxima, y altura de almas variable entre 1'62 y 1'88 m. Se fabrican en piezas de 30 m. de longitud con pretensado adherente y llevan incorporadas las vainas metálicas para alojar el postesado final longitudinal inferior. Peso: 150 Tn/pieza.

Las prelosas que se disponen transversalmente sobre las vigas son nervadas, de hormigón armado; cubren la anchura total del puente con tres piezas y están provistas, en su caso, de las cabezas de anclaje del postesado longitudinal superior del tablero.

La losa del tablero se completa en obra con la disposición de ferralla y hormigonado de un espesor pequeño, entre 12 y 20 cm.

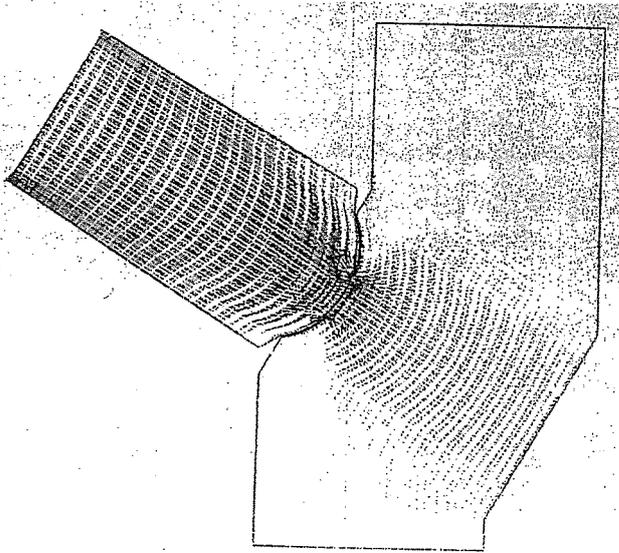
4.- UNIONES

En cualquier estructura prefabricada, y más en ésta con enormes cargas transmitidas, la concepción adecuada de las uniones entre los distintos componentes es fundamental.

Además de la junta húmeda que supone el hormigonado de la losa, las principales uniones en la estructura son:

Nudo 1: Rótula pila – puntal

Es una rótula cilíndrica concebida para permitir el posicionamiento del puntal durante la construcción y no introducir flexión en su situación definitiva. Está



materiada con dos chapas de acero inoxidable conectadas cada una al puntal prefabricado y a la pila in situ.

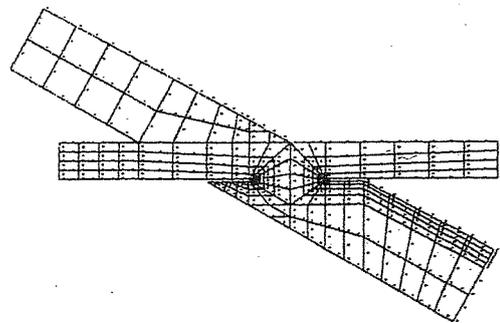
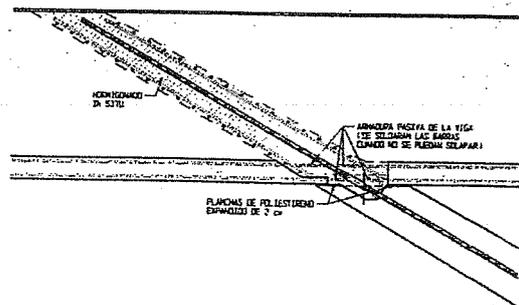
Para la comprobación de tensiones en ambos elementos se realizó un modelo de elementos finitos en régimen elástico lineal con distintas hipótesis de contacto.

Nudo 2: Articulación puntal – viga

Es de hormigón, tipo Freyssinet, con un alto nivel de compresión y adecuado zunchado con armadura pasiva, con lo que se consigue una gran capacidad de giro sin flexiones importantes.

El hormigonado “in situ” de la zona de la rótula se realizó con mortero sin retracción de alta resistencia ($> 700 \text{ Kg/cm}^2$).

La geometría de la rótula, poco convencional, aconsejó un estudio por elementos finitos con una malla especialmente adecuada para grandes concentraciones de tensiones. Se consideró comportamiento no lineal, en régimen plástico.



5.- FABRICACION

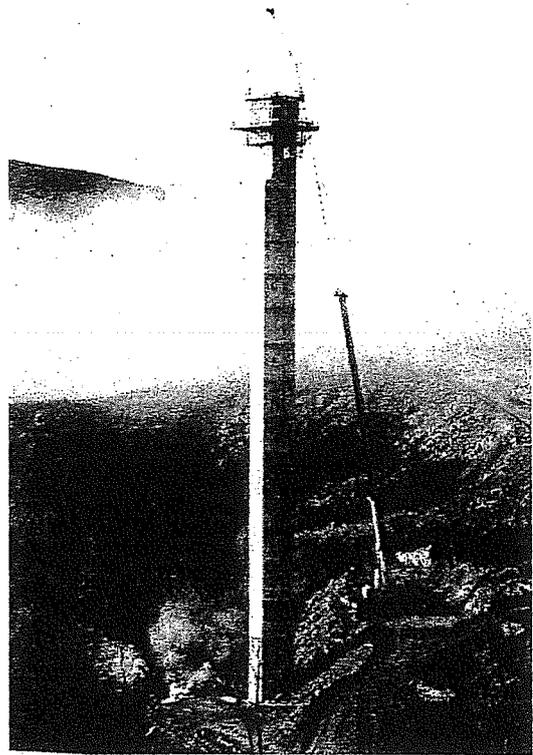
No presentó especial dificultad con respecto a piezas de dimensiones similares producidas para otros puentes de mucha menor embergadura, pero debemos destacar que para la fabricación de los puntales fue vital el control del molde, de forma compleja, y, especialmente, el replanteo con precisión milimétrica de la chapa cilíndrica de acero inoxidable para la rótula inferior.

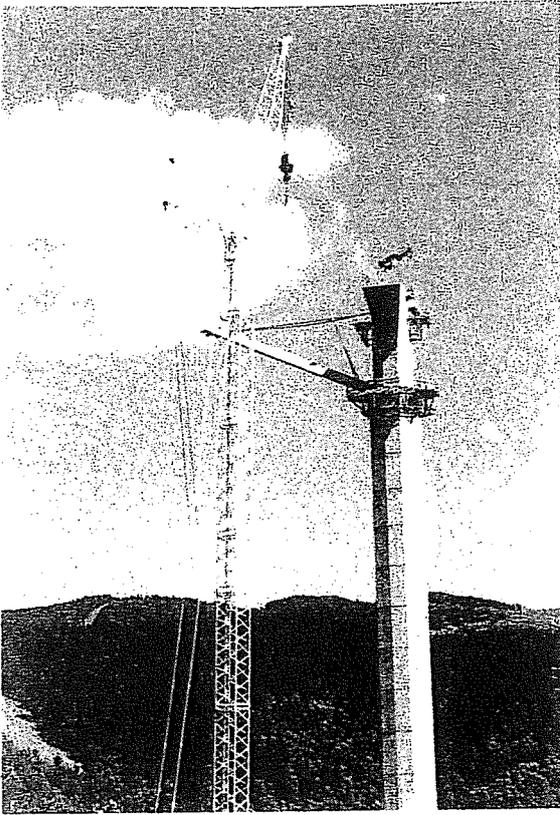
6.- TRANSPORTE

A pesar de la dimensión y peso de las piezas, transportadas una distancia superior a 400 Km., no hubo incidencias destacables, salvo los movimientos en el entorno de la obra, donde el estado de los caminos con la adversa climatología de la zona, creó serios problemas incluso para vehículos tipo trailer normal.

7.- MONTAJE Y EJECUCION

Una vez terminadas las pilas, la ejecución del tablero comienza por el montaje de los puntales, fijados en su posición mediante tirantes provisionales que serán eliminados una vez finalizada la articulación puntal – viga. Este montaje presentaba las incertidumbres propias de cualquier innovación pero, sin embargo, respondió por completo a las previsiones realizadas en proyecto, incluida la deformación bajo el peso de las vigas.





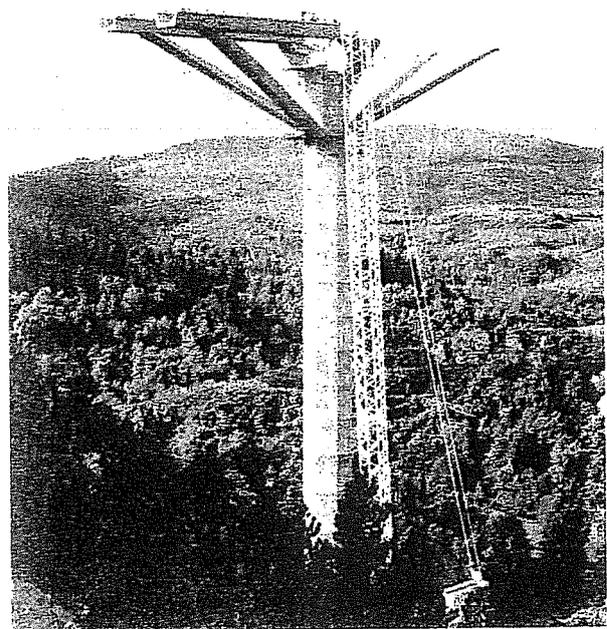
general, pero son, evidentemente, ineludibles para el correcto funcionamiento de la estructura.

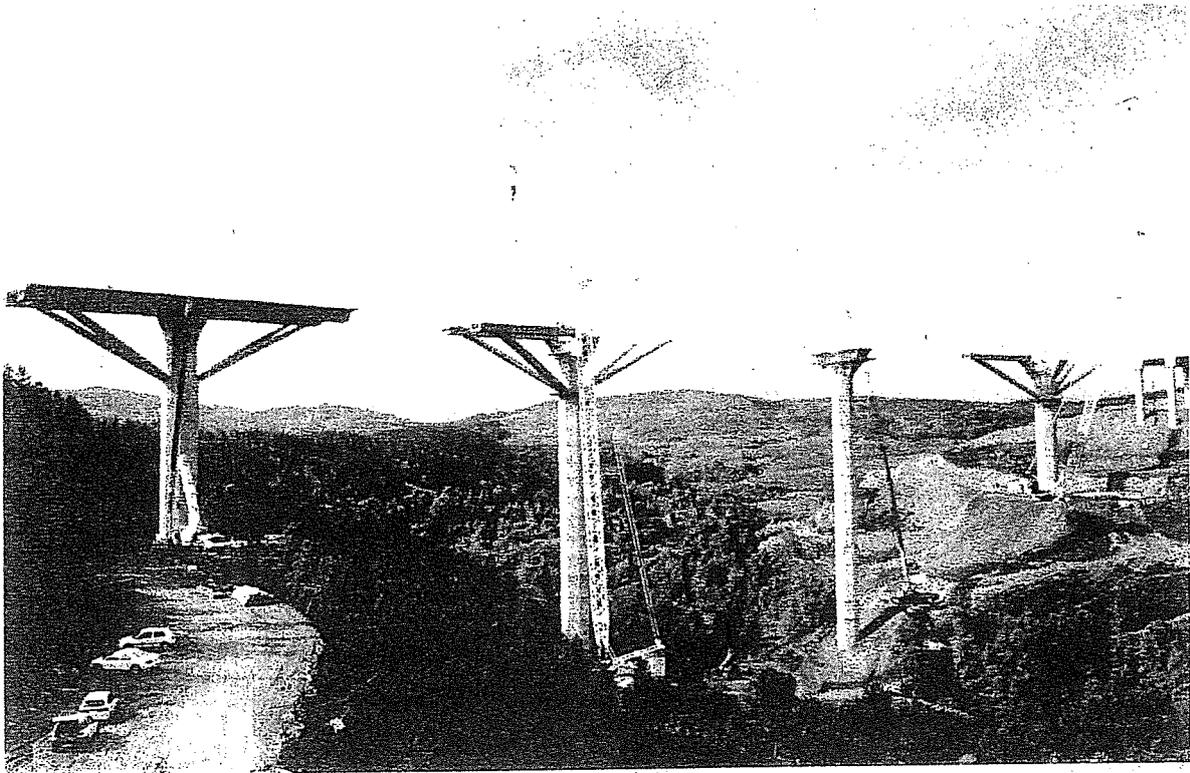
El montaje de prelosas se realizó con autogrúas equipadas también con plumin abatible y el hormigonado de la losa se consiguió con estas mismas grúas en las zonas altas y con bomba para alturas menores de 45 m.

El plazo transcurrido desde el montaje del primer puntal hasta la terminación del hormigonado de la losa fue de 5 meses. La superficie total del tablero es de 12.800 m².

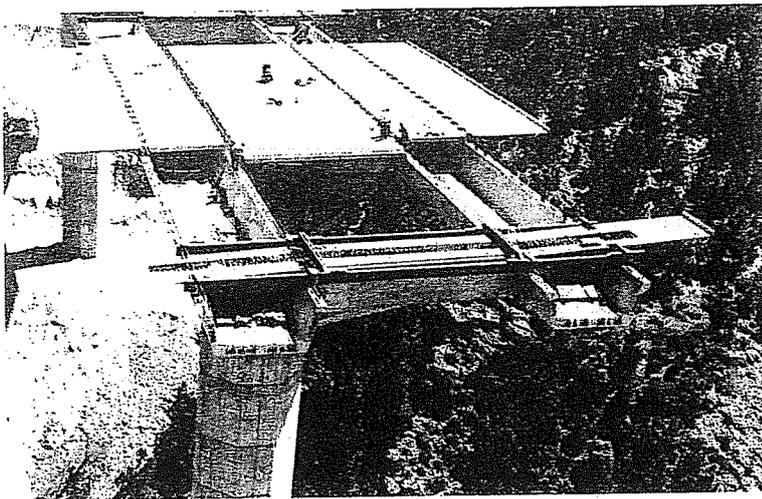
La colocación de las vigas se llevó a cabo con una grúa móvil sobre orugas, con plumin abatible, capaz de manejar las piezas de 150 Tn. a 90 m. de altura, con 24 m. de radio. Llama la atención que esta grúa es capaz de desplazarse sobre las orugas con la carga suspendida siempre que el terreno sea firme, horizontal y sensiblemente liso.

La ejecución de diafragmas en las uniones puntal - viga y viga - pila, y la unión transversal entre vigas con riostras prefabricadas fueron las operaciones que más incidieron en el plazo del proceso





Para el enhebrado de 480 m. de longitud fue necesario ayudarse con un tractor para tirar de una guía a la que se empalmaba en un extremo el tendón de $12 \phi 0'6''$.



Conocidos y resueltos los problemas que toda actividad innovadora supone, puede aplicarse la tipología descrita a puentes con luces de 120 m. (piezas de ~ 40 m.) reduciendo el plazo utilizado en el prototipo a un total de 4 meses.