

# 100 años en la construcción de estructuras

Javier Asencio Marchante

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Promoción 1971

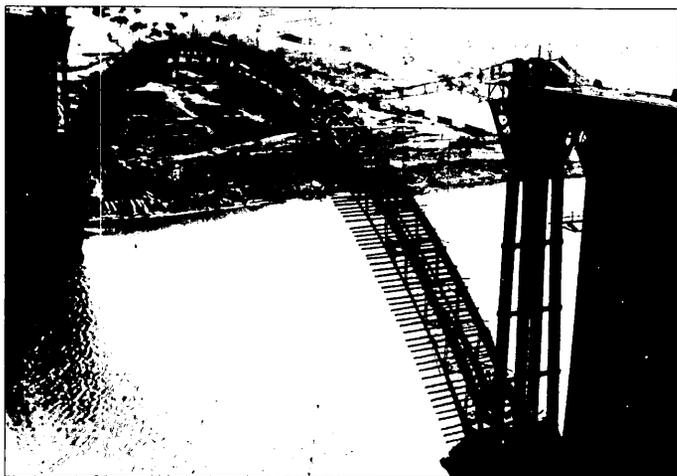
Subdirector para la Asesoría Técnica. Dragados Construcción PO, S.A.

**E**l siglo XIX nos dejó las primeras estructuras en acero y sus modos de construcción. Desde entonces, el ingeniero, por primera vez en siglos de construcción, se encuen-

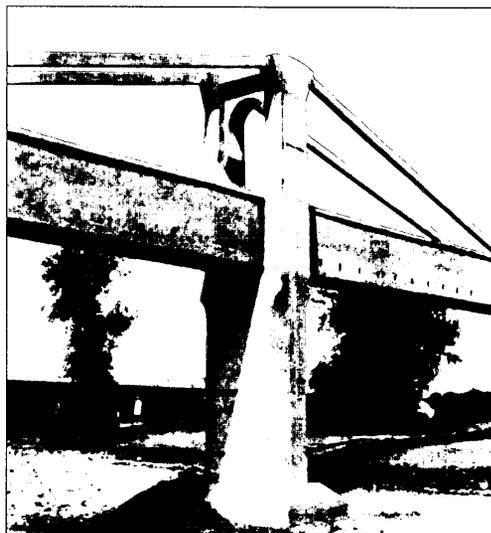
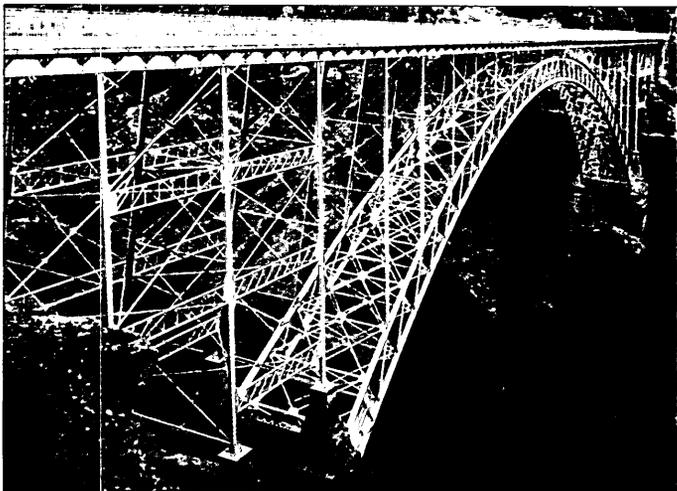
tra cómodo cuando sus estructuras deben trabajar a tracción; por primera vez, no tiene que convertirla en compresión para que sus estructuras la soporte; por primera vez, se encuentra manejando un material noble, que se comporta siempre como él prevé que va a hacerlo; y es entonces cuando da libertad a su imaginación, y construye voladizos; y emplea cables de acero para atirantar sus estructuras; y aligera el peso de sus puentes y los cuelga, y empuja tableros; y descubre la autocimbra, resolviendo los grandes arcos; y.....

Cuando, más adelante, las uniones en la construcción metálica pasan de los roblones a la soldadura, el acero triunfa definitivamente en la ingeniería civil.

Y de repente, con el acero compitiendo con las bóvedas de fábrica y las láminas de hormigón armado, llega el pretensado de manos de Freyssinet, y convierte al hormigón pretensado en el material de construcción del siglo: es el primer nuevo material del siglo XX, y, llega con él una auténtica revolución en el arte de construir estructuras.



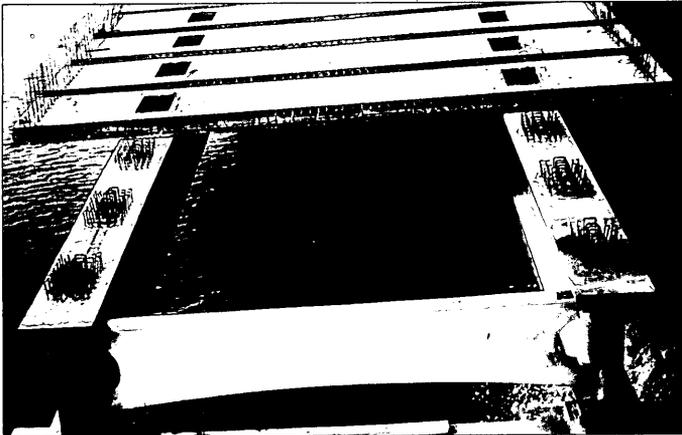
Viaducto del Esla. Abajo, Viaducto del Pino 2.



Acueducto del Tempul.

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de agosto de 1999.

Recibido en ROP: abril de 1999



Sección del Puente sobre el Guadalete.

Las luces que desbordaban al armado y que encarecía notablemente el acero, se convierten en el dominio del hormigón pretensado, que, no contento con ello, se apropia de los sistemas de construcción nacidos con el uso del acero: la prefabricación, el empuje, el voladizo, el atirantamiento...

Pasados muy pocos años, sin llamar a ninguna puerta, sin pedir permiso, llegaría la viga prefabricada de hormigón pretensado en doble T: un invento.

Un profesor de nuestra Escuela decía por los 40: *"...hay que inculcar a los jóvenes Ingenieros, que nuestra profesión no es un sacerdocio científico, sino una gerencia culta y razonada de las Obras Públicas; que el técnico equilibrado debe ser ante todo un economista; que por lo tanto es más útil acertar, aunque sea a fuerza de tanteos, con la disposición más barata de una obra, que resolver el problema con soluciones monumentales y sublimes cálculos; es preciso convencerles por último que la construcción es más Arte que Ciencia; que en ella interviene no sólo el buen gusto del que proyecta, sino y sobre todo el buen sentido con que concibe las disposiciones; que la Mecánica sólo interviene, a posteriori, para comprobar estabilidades y resisten-*

*cias, con la aproximación que consienta la exactitud de las hipótesis admitidas, en cuya elección es preciso poner también a contribución el instinto constructivo".(\*)*

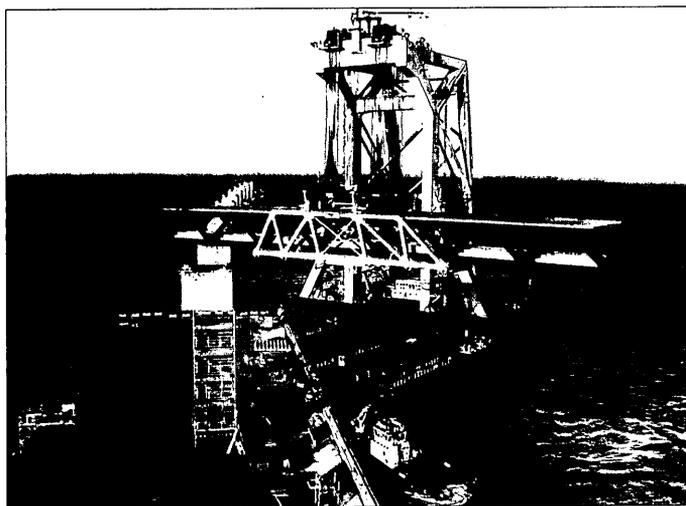
La contrata dejaba la boina; estaba naciendo la contrata moderna: él fue contratista, constructor de estructuras.

Al finalizar la 2ª gran Guerra y como consecuencia de la necesidad que occidente tiene de una rápida y buena reconstrucción de sus infraestructuras, años 50, se desarrolla a imponente velocidad la nueva generación de máquinas de obras públicas. Pocos años más tarde llegarán a un nivel de desarrollo casi inimaginable por aquellas fechas.

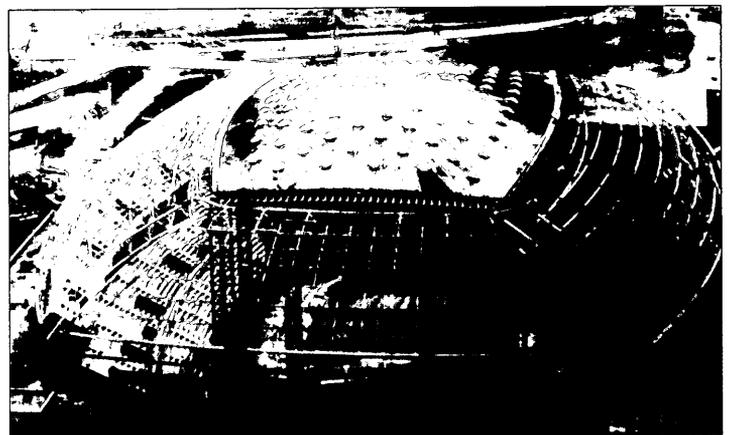
El modo de construir estructuras cambia paulatinamente, pero sin retroceso en el cambio: nos llegan las nuevas, precisas y potentes grúas que permiten mover piezas, prefabricados, más grandes, más pesados, más..., aparecen las autocimbras y los grandes carros lanzadores, dotados de sofisticados elementos hidráulicos; se modernizan los encofrados permitiendo ejecutar geometrías y masas prohibidas hasta entonces; se puede deslizar el hormigón; las nuevas máquinas para cimentar permiten hacer reposar a nuestras estructuras donde antes era inviable;...

...Y llega el ordenador al diseño y al cálculo de estructuras cambiando la idea de lo que era posible y de lo que no; abriendo las puertas al uso de geometrías hasta entonces solo imaginables; dando acceso al análisis detallado de elementos tan pequeños como fuere preciso; proporcionando métodos que diseccionan las tensiones en apoyos, uniones y otros complicados elementos; permitiendo el manejo de una ingente información con innumerables datos: barras, nudos, hipótesis, esfuerzos, tensiones..., y todo ello con rapidez y seguridad. Aparecen las estructuras espaciales, dando moderna réplica a las láminas de hormigón.

Este ordenador que nos viene de otras áreas de la ingeniería y de las ciencias, y de otros diferentes usos, permite con extrema celeridad y absoluta confianza, examinar diferentes alternativas antes de seleccionar la definitiva, cambiando la manera de proyectar y construir estructuras.



Grúa del Puente de Öresund, a la derecha Cúpula de Sant Jordi.





Sección del Viaducto del Arenal.

En los años 70 un grupo reducido de iluminados, ingenieros de caminos naturalmente, comienza a navegar por las, entonces, inexploradas aguas de las estructuras mixtas: hormigón – acero estructural.

Resuelta adecuadamente la unión entre los dos materiales parece de lo más natural poner a cada uno en su sitio y hacer-

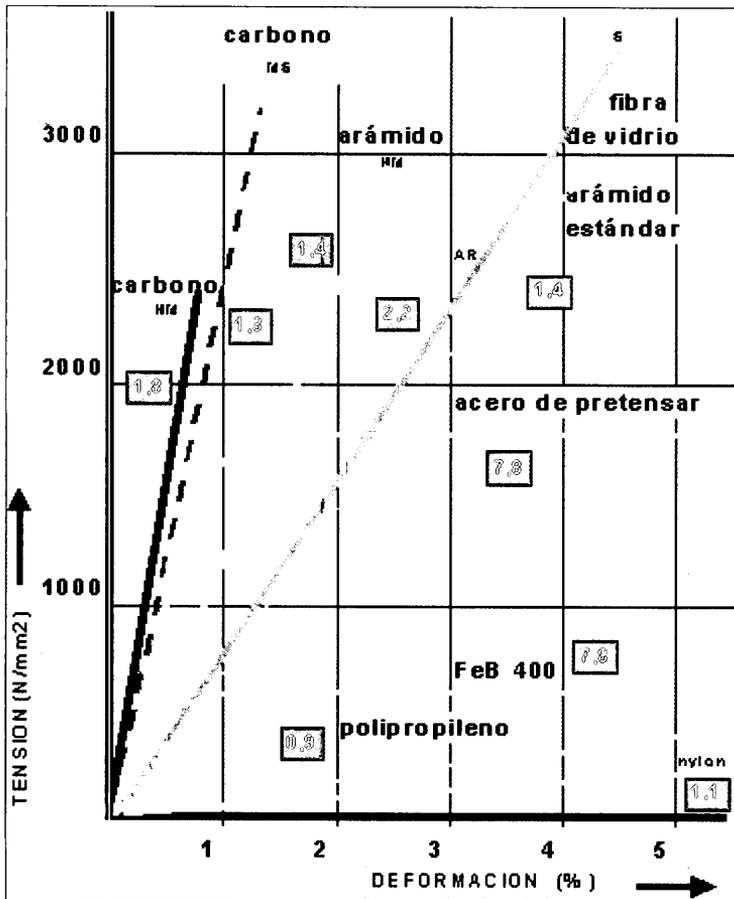


Diagrama Tensión-Deformación.

los trabajar según sus aptitudes. Esta idea termina cuajando y resulta absolutamente exitosa. Nacen los puentes mixtos.

¿Un nuevo material? Una buena solución a considerar en muchas y diferentes ocasiones. El anuncio de los “composites”.

A los nuevos materiales que nacen en el último cuarto de siglo, se les exige una nueva propiedad: su durabilidad. Además, con el fin de disminuir las cantidades a consumir, se les exige, cada vez más, mayores resistencias, y, finalmente, se les pide adaptabilidad a los viejos y a los nuevos procesos de construcción de estructuras. Muchos de ellos nos llegan de otras industrias, principalmente de la aeronáutica.

El acero con el que comenzaba el siglo, y a medida que éste va consumiéndose, va mejorando su calidad y sus prestaciones. Pero, junto con el resto de los metales, comienza su renovación cuando nacen los nuevos procesos: solidificación rápida, conformado superplástico, implantación iónica, soldadura por difusión atómica, soldadura por láser... Las mejoras provenientes de esos procesos, unidas a las nuevas aleaciones y a los materiales compuestos de matriz metálica, conforman el futuro a corto de los metales en el mundo estructural.

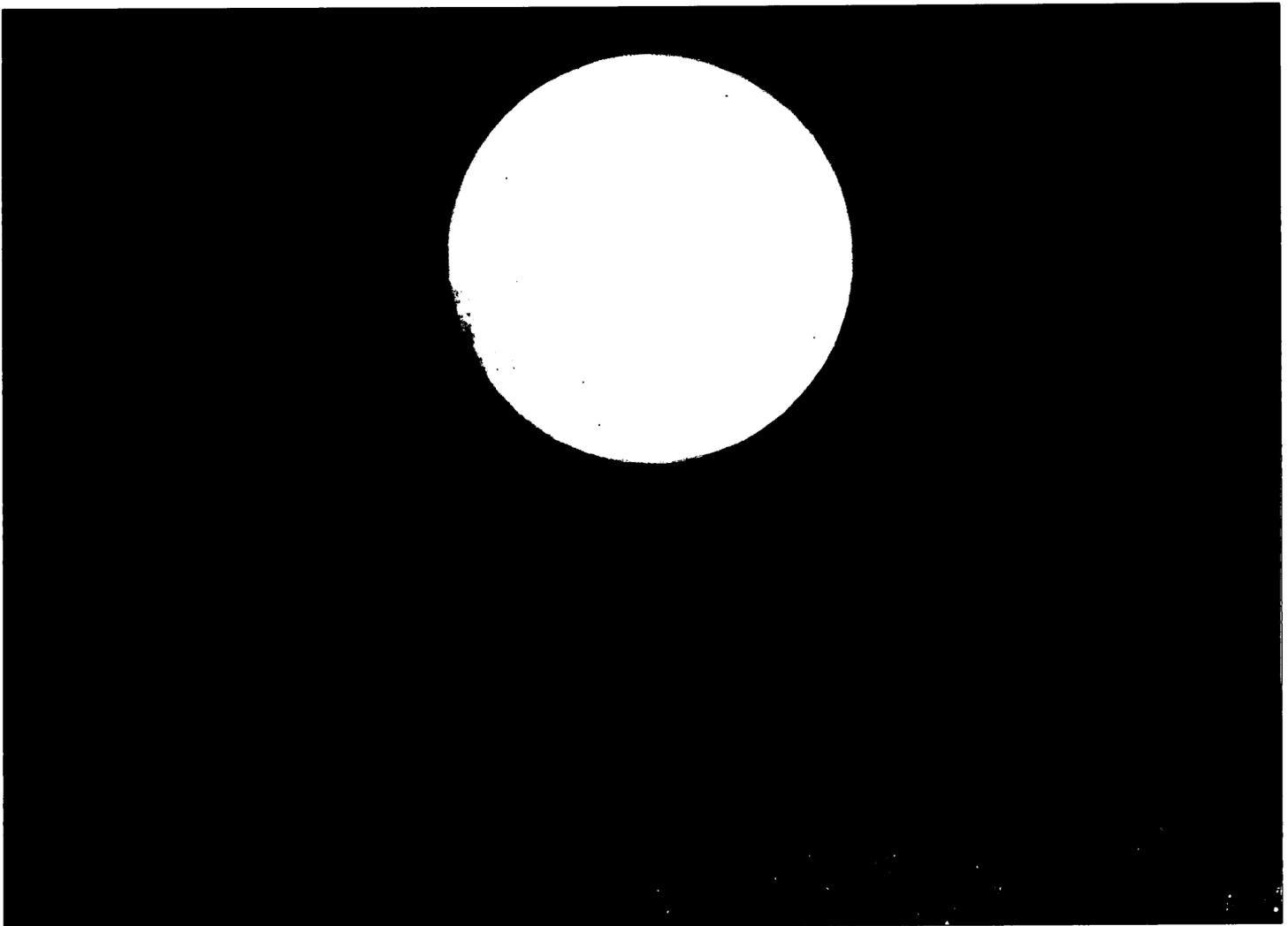
Pero la resistencia a la tracción no es ya dominio exclusivo del acero. Las fibras, con base de vidrio, de grafito, de aramida... son, ya, sus competidoras con una ventaja importantísima sobre él: no se corroen, son durables.

Los hormigones andan por los caminos de las altas prestaciones: durabilidad, que mide su vida útil, y resistencia a compresión, que persigue nominalmente a las de los aceros, y que indirectamente proporciona una buena capacidad a tracción.

Desde siempre la Humanidad mira al cielo soñando, pero... viviendo en esta Tierra nuestra. Este siglo, que ya termina, le ha

Yard de Cádiz. Fabricación de un hormigón de 100 años de vida útil.





La Luna.

dado un nuevo punto de vista, no en vano durante sus 100 años ha vivido y disfrutado: el primer avión, el primer cohete espacial, la primera nave aeroespacial tripulada, la llegada a la luna, la primera estación orbital, etc. Pareciera como si los nuevos caminos discurrieran por sendas diferentes a los que nuestra ingeniería civil lleva siglos construyendo. Así parece y, quizás, así será.

Sin embargo, el hombre no abandonará su tierra y su mar. Volverá siempre a casa, siempre, al menos, que ésta sea tan confortable como la que haya dejado orbitando sobre la Tierra. Un nuevo reto se nos plantea: mantener viva la Tierra, constru-

yendo en ella las infraestructuras de los nuevos tiempos, aprovechando, de la industria aeroespacial como antes de otras, todo aquello que signifique modernidad e innovación tecnológica para nuestras estructuras.

Este final de siglo, además, nos plantea descaradamente, exigiéndonos adecuada respuesta, la cuestión de la velocidad con la que los cambios se suceden en nuestro entorno, cuestión ésta que quizás demande una revisión a fondo de la formación que damos a nuestros futuros ingenieros y una actualización de nuestros viejos principios "inamovibles". ●

(\*) del libro "J. Eugenio Ribera, Ingeniero de Caminos" publicado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

NOTA: El autor agradece la colaboración del Instituto Torroja y CEHOPU por el material gráfico que le han proporcionado.