

perfectamente todavía, al cabo de diez años, con resultado excelente.

Como caso curioso y en que se llevan las cosas al extremo cita el mismo autor el caso de ladrillos de magnesita empleados como material refractario en revestimientos de altos hornos; fragmentos de tales ladrillos abandonados en las escombreras durante años y años no presentan el menor indicio de disgregación por la acción de los agentes atmosféricos; su composición de 18 por 100 de óxido férrico por 82 por 100 de magnesia responde precisamente a la dosificación señalada.

La experiencia de largos años obtenida en nuestro Laboratorio Central de Moncada viene a confirmar las aseveraciones del Dr. Balthasar punto por punto, como también comprueba la gran inalterabilidad de los cementos magnesianos ante el agua del mar y las aguas selenitosas, superior a la de la mayoría de los portland normales. La magnesia clinkerizada con la conveniente dosis de óxido férrico no sólo no resulta peligrosa, sino que parece proteger eficazmente a la alita y a los aluminatos del portland contra el ataque de los agentes agresivos. En la celita y en el magma vítreo, componentes de los portland magnesianos, es donde hay que buscar cuáles son los compuestos ferromagnésicos a que hay que atribuir estas propiedades tan favorables, y de las que tanto partido se podrá sacar, una vez conocidas perfectamente y aplicadas en las mejores condiciones de rendimiento.

Los trabajos de Hansen y Brownmiller dieron a conocer en la celita el compuesto ternario $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (el alumino-ferrito tetracálcico o brownmillerita). Este compuesto podría incluso ser el único componente aluminico férrico en el caso ideal de que las composiciones de aluminato cálcico y ferrito cálcico fuesen las debidas para ello; pero, en general, o hay exceso de aluminato tricálcico (cementos bajos en óxido férrico), o hay exceso de ferrito cálcico (cementos altos en óxido férrico); en este último caso, que es el que generalmente comprenderá los cementos magnésicos que podríamos llamar "protegidos", hay dos compuestos integrantes, la brownmillerita y el ferrito dicálcico, cuya relación con la magnesia debe ser estudiada.

Según el antes mencionado trabajo de Schwierte y Strassen, y desde luego a base de lo estudiado por Hansen y Brownmiller, el óxido magnésico puede formar con el ferrito dicálcico un compuesto ternario, el ferrito cálcico magnésico ($2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), y con la brownmillerita, un compuesto cuaternario, el $4\text{CaO} \cdot 2\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$; entre ambos compuestos ferromagnésicos existe una serie ininterrumpida de cristales mixtos, según se comprueba a base de las propiedades ópticas. Es de esperar que nuevas investigaciones permitirán dar una explicación clara e irrefutable de los fenómenos que la experiencia nos permite hoy día asegurar de manera empírica.

No hay duda que la fase en que ha entrado el problema de la magnesia en el cemento portland reviste un interés cada vez más marcado; no se trata ya tan sólo de los intereses de los fabricantes en utilizar calizas más o menos magnesianas para producir con economía sus cementos, sino de hallar un nuevo sistema para producir cementos de gran inalterabilidad a las aguas agresivas y marinas en condiciones de economía iguales o superiores a las de los portland normales. Muchos son los investigadores que dedican su atención al problema. Pero creemos que nuestro país no debe quedar al margen de tales trabajos; según hemos ya mencionado anteriormente, el Laboratorio Central de la Compañía Asland trabajó activamente en el asunto. La revista *Cemento*, en sus números de junio y julio de 1929, publicó los resultados de tales investigaciones. Tales resultados, recogidos por los italianos, han sido ya continuados y ampliados actualmente. Interesantes son también los recientes trabajos de los químicos japoneses del cemento, en todo conformes con los obtenidos en España, según puede apreciarse en el trabajo publicado en 1932 por Seiji Kondo y Sadatsugu Wada (*J. Japan. Ceram. Assoc.*, t. LX, pág. 769). Opinamos que no debe abandonarse en nuestro país el estudio de problema tan interesante, y sea en la esfera particular de los laboratorios de los fabricantes, sea bajo la tutela de entidades culturales o profesionales, España debe continuar su colaboración eficaz y valiosa.

Adrián MARGARIT

Ingeniero, jefe de la Sección de Investigaciones Científicas de la Compañía Asland

El puente del Adaja, en arco elíptico de hormigón armado

Recientemente hemos verificado las pruebas de un nuevo puente, construido según proyecto redactado por el que suscribe, y cuya dirección facultativa también ha estado a mi cargo.

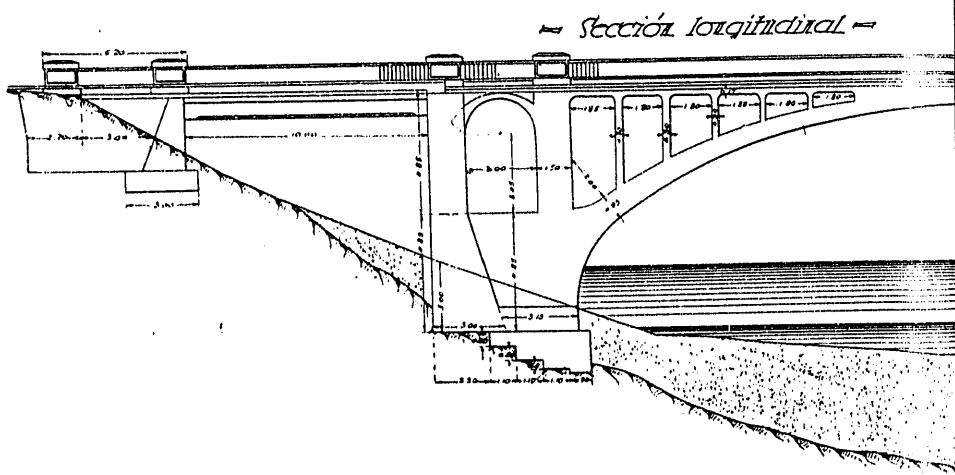
Se halla situada la obra en las proximidades del pueblo de Matapozuelos, provincia de Valladolid, en la carretera de Medina del Campo al Arrabal del Portillo, trozo segundo, y cruza el río Adaja. Pertenece este puente a una serie de obras que pasaron a la Jefatura de Puentes y Cimentaciones después de recorrer largo calvario y sufrir penosas vicisitudes por las

Jefaturas de Obras públicas de las respectivas provincias.

El que constituye asunto de este artículo perteneció a una obra comenzada hace más de diez años, y cuya contrata fué rescindida en 6 de mayo de 1924. Construidos entonces unos tramos rectos laterales de 10 m de luz en cada margen y comenzada la hinca por agotamientos de un cajón para el estribo del arco en la margen derecha, cuando pasaba de 5 m la profundidad de hinca, se inclinó fuertemente el bloque, accidente fácil de prever, dada la naturaleza del terreno

de hinca (arena fina), la proximidad de la corriente y la inclinación del firme, y no hubo medio posible de volver a situar el cajón horizontal ni de continuar la hinca. Esto dió origen a la rescisión de la contrata, y suspendidas las obras durante varios años, pasa a la Jefatura de Cimentaciones, y subastadas nuevamente, me encargué de la inspección de las mismas.

El problema que presentaba el estribo fué el punto crítico de la obra. Tratando de establecer una fundación sólida, y teniendo en cuenta que faltaba escasa profundidad para al-



Detalle de las armaduras del arco principal

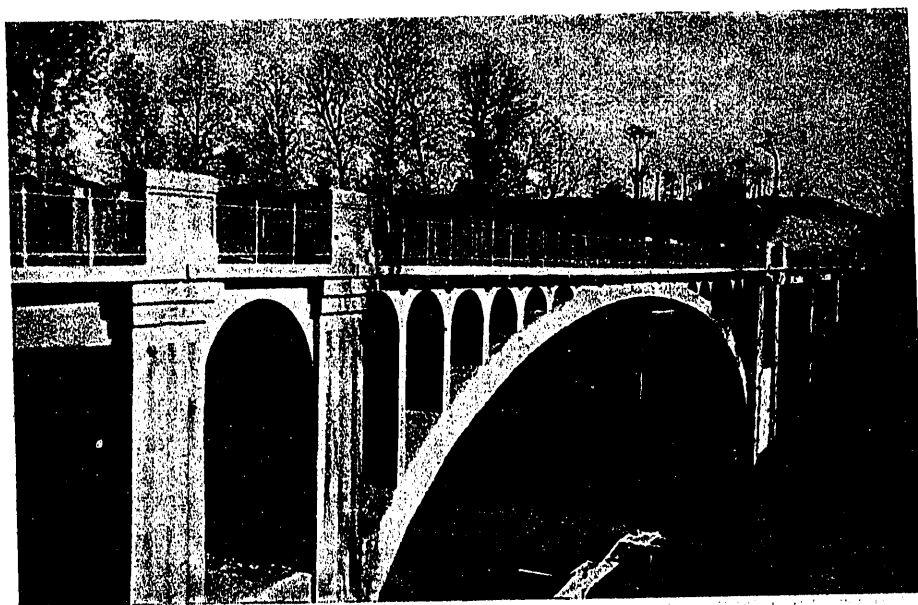
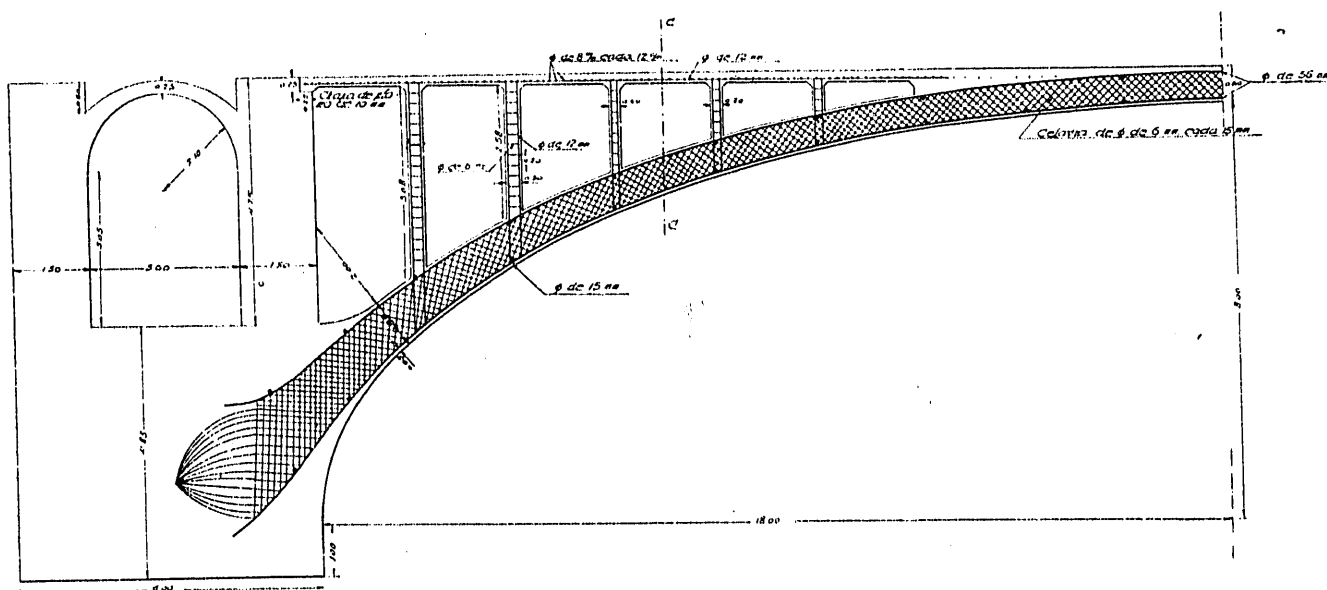
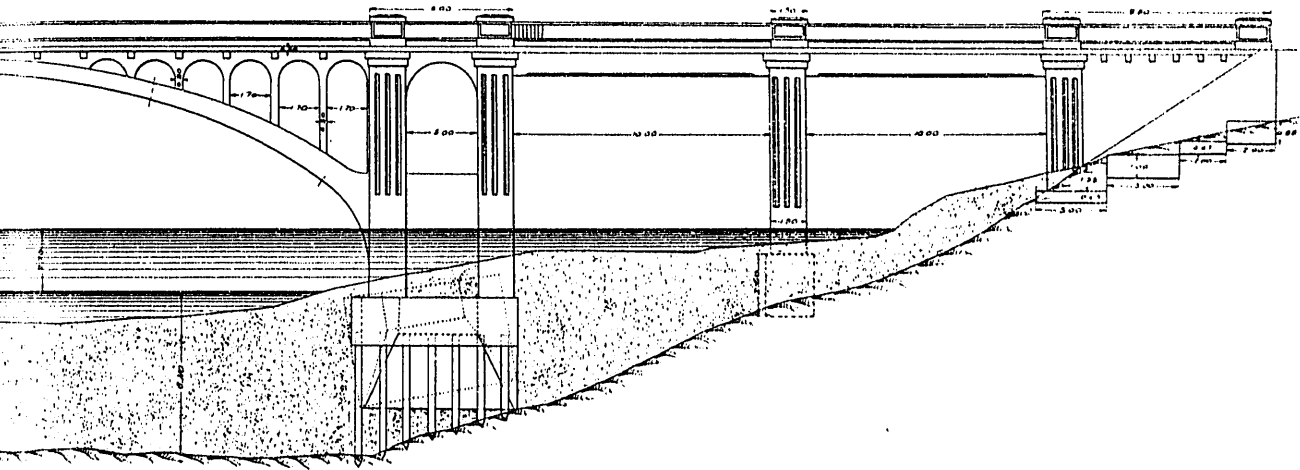


Foto. 1. Vista general del puente sobre el río Adaja, en Matapozuelos (Valladolid)

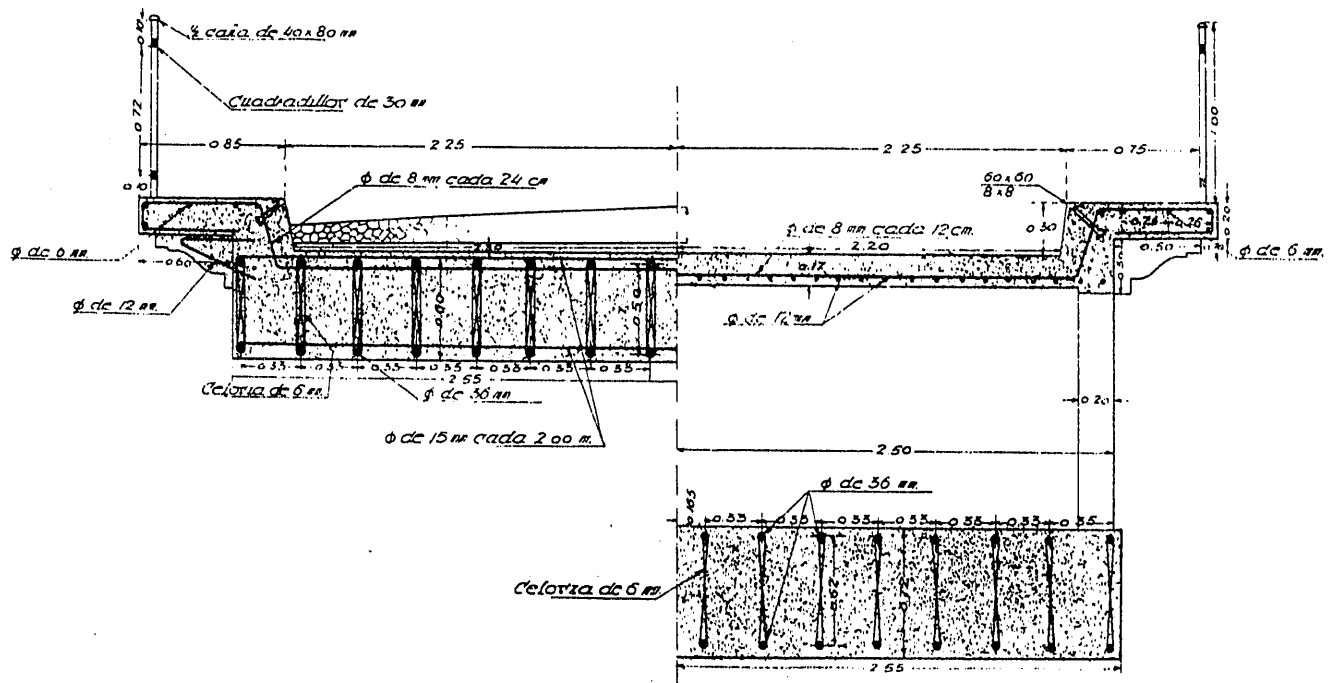
canzar al firme, constituido por una masa miocena compacta de arcilla y arena fuertemente aglomeradas, pensé primeramente en utilizar el cajón tal como había quedado, ya que los agotamientos no eran posibles, puesto que las bombas, al funcionar, succionarían las arenas en que se asentaba el cajón, arenas sumamente finas y mezcladas con limo las capas superiores, y limpias en el resto, y al aumentar la potencia de agotamiento aumentaría también este efecto; efectuando una consolidación mediante inyecciones de cemento a presión, de las arenas en que estaba hincado, de modo que, consolidadas, formasen un bloque de cimiento en cuya masa quedara el cajón, y dejando empotrados en la masa consoli-

~ Alzado ~



~ Sección por la clave ~

~ Sección por C.C. ~



dada algunos de los tubos inyectoros, formando una fundación armada que contribuyera a la solidez del conjunto.

Este sistema de consolidación y armado de la masa consolidada enlazando el bloque de fundación con el terreno firme, había sido empleado con éxito por el ingeniero italiano Muggia en la consolidación de apoyos del puente sobre el río Magra, entre Caprigliola y Albiano, en Spezia. Pero no siempre se obtienen éxitos en las inyecciones de cemento, y en este caso el sistema no respondió a las esperanzas puestas en él.

Encomendados los trabajos de consolidación a la Jefatura de Sondeos, comenzó por unos de exploración, obteniéndose testigos que permitieron fijar de modo exacto las características del terreno, que hicieron esperar al personal de la citada Jefatura de Sondeos que, aunque no fuera fácil, se lograría la consolidación apetecida, lo que corroboraba mis suposiciones. Se hizo una primera serie de 11 tala-

dros hincando tubería, en los cuales se procedió a inyectar, empezando de abajo a arriba, alcanzándose, en las inyecciones de la parte inferior, presio-

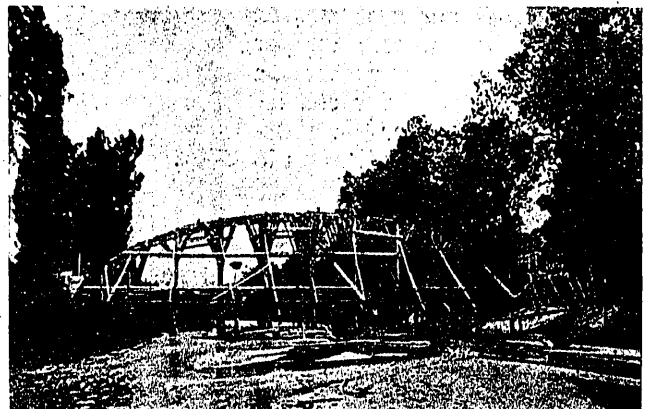


Foto. 2. Cimbra para el arco central

nes máximas de 6 a 9 atmósferas, lo que parecía indicar que el cemento era retenido, rellenando los

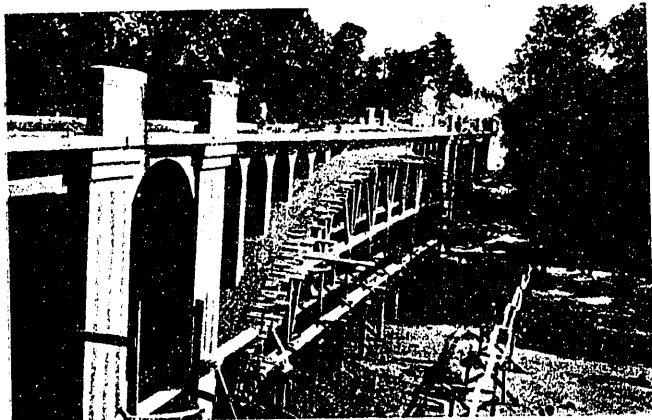


Foto. 3. El arco elíptico, sobre la cimbra

huecos de la arena. En la parte superior las presiones alcanzadas eran mucho menores, no pasando,



Foto. 4. El arco después del descimbramiento

en casi ningún taladro, de 2 atmósferas.

Se hicieron después nuevos taladros, intercalados entre los primeros, para comprobar el alcance y efecto de las inyecciones anteriores; esto permitió observar que las arenas no se habían consolidado lo más mínimo, y que el cemento, al encontrar una fuerte resistencia a penetrar en las arenas, refluía a la superficie por las zonas de menor resistencia, esto es, por las de contacto de las arenas con las paredes del cajón y con las tuberías de inyección. Por si esta capa de cemento pudiese en lo sucesivo impedir la salida del mismo, se insistió con nuevas inyecciones, obturando las juntas de dicha capa con el cajón y taponando los tubos hincados; pero nuevas exploraciones demostraron que las arenas seguían completamente limpias. Patente la ineficacia de las inyecciones, hubo que abandonar el sistema.

¿A qué fué debido el que no respondiese a las esperanzas que había puesto en ello, corroboradas por el personal de la Jefatura de Sondeos, especializado en estos trabajos? Probablemente la finura de las arenas, y el hecho de estar íntimamente mezcladas con limos que rellenan sus huecos, impedían la penetración del cemento, buscando éste la salida al ex-



Foto. 5. Aligeramientos de los estribos

terior por los puntos de menor resistencia, según hemos dicho. Sin embargo, como resultado de los sondeos pudieron distinguirse capas diferentes: bajo la capa vegetal, una entre 2,60 y 3,40 m de arenas finas con limos, muy flojos; otra, entre 3,40 y 4,20 m de arenas finas con limos, de muy poca consistencia; entre 4,20 y 6 m, una de arenas finas



Foto. 6. El puente, terminado

con bastante cantidad de limos algo más consistentes, y una última, entre los 6 y 8,10 m, máxima

profundidad a que se encuentra el terreno firme, de arenas finas bastante limpias. Pues bien: esta última capa, no obstante la ausencia de limos, tampoco fué consolidada.

En vista de ello propusimos utilizar el cajón tal como estaba y enlazarlo con el terreno firme mediante un recinto de pilotes solidarios con el bloque. Esto requería la adopción de un arco cuyo eje tuviese la menor oblicuidad posible, y, obligada ya la altura de rasante por los tramos rectos contruidos, nos proporcionó aquella condición el arco elíptico. Así redacté el reformado, y, aprobado por la Superioridad, se construyó la obra sin incidente alguno.

El arco, de 36 m de luz, se proyectó de bóveda continua y pequeño espesor, 0,60 m en la clave y 0,95 en arranques, siguiendo las actuales tendencias a los arcos, ya que, disminuyendo el espesor y aumentando el ancho, se ofrece mayor estabilidad para la estructura y cimbras y una disminución de las tensiones debidas a los efectos de temperatura y retracción del fraguado. Va armado simétricamente con 16 barras de 36 mm y celosía de 6 mm.

Sobre el arco se apoyan los tabiques, separados 2 m entre ejes, y cuyo espesor es variable según la altura; tabiques armados con barras de 12 mm y, transversalmente, con arcos de 6 mm cada 0,20 m. El tablero está formado exclusivamente por un forjado de 0,17 m de espesor, unido a los tabiques y armado con barras de 12 mm y transversales de repartición de 8 mm cada 12 cm, habiéndose prescin-

dido de largueros, simplificando mucho los encofrados del tablero sin aumentar el forjado, de espesor bien reducido.

Disminuye el peso que actúa sobre el pilotaje la adopción de estribos aligerados, constituyendo el aligeramiento arcos de medio punto de 3 m de diámetro.

Las dosificaciones empleadas han sido el hormigón de 150 kg de cemento por 430 litros de arena y 860 de grava para cimientos, aumentando la riqueza para hormigones sumergidos a 200 kg de cemento; el moldeado, de 180 kg de cemento, y el hormigón para armar, de 300 kg de cemento, 400 litros de arena y 800 de gravilla.

La longitud total de la obra, arco elíptico, tramos rectos y muros, es de 95,20 m.

En las pruebas el arco ha acusado un régimen perfectamente elástico, siendo la flecha máxima de 1,2 mm para una sobrecarga estática de 450 kg/m², extendida a todo el tablero, y de 0,2 mm de contraflecha si se extiende sólo hasta el tercio del arco, a contar desde arranques. Y para las sobrecargas dinámicas, formadas por camiones de 10 toneladas de peso en carga, de 9 décimas de milímetro, en el caso más desfavorable de cruce de trenes.

El presupuesto de contrata del puente construido ascendió a 105 133,62 pesetas.

Acompañamos a este artículo las secciones y alzados de la obra y algunas fotografías, que dan idea de la marcha de los trabajos y del puente construido, que completan todo lo expuesto.

César VILLALBA
Ingeniero de la Jefatura de Puentes
y Cimentaciones

Escarceos hidráulicos

El Plan nacional de Obras hidráulicas redactado por el Centro de Estudios Hidrográficos

I

Importancia extrema del problema planteado.

Sobre el tapete nacional, mejor diríamos, de la economía nacional, y, más concretamente, de la economía agraria nacional, hay planteado actualmente un magno problema que encaja dentro de lo que se debe entender por POLÍTICA HIDRÁULICA, problema susceptible de una más amplia visión, que comporta múltiples dificultades de todo orden, y al cual todos los españoles, sin excepción, deberían dedicarle su máximo interés, ya que a todos, directa o indirectamente, afectarán las consecuencias de su acertado planteamiento y eficaz solución.

No debe alarmar, sino, antes al contrario, satisfacer, que un problema de tal envergadura y trascendencia suscite empeñadas discusiones, críticas severas y juicios extremados; pero sí debe doler que las discusiones degeneren en disputas, las críticas se conviertan en diatribas y los juicios constituyan alegatos bullangueros.

Nuestra preocupación por el fracaso.

Por haber seguido de cerca, con atención muy detenida, el desarrollo, en público, del problema que

nos ocupa es por lo que hemos adquirido un serio temor de un fracaso prematuro de las patrióticas aspiraciones que informan el proyecto del mencionado Plan de Obras hidráulicas, y el que este temor se convierta en penosa realidad es lo que nos mueve a intervenir en el asunto; pero no como autoridad, ni como árbitro, ni como juez; sino en calidad de simple opinante en alguno de los puntos que más se prestan a la duda y consiguiente discusión.

Propaganda a favor del Plan y ausencia de la opinión pública.

A pesar de los esfuerzos del Gobierno y de las originales propagandas (posiblemente impropias de la seriedad del Estado en su aspecto administrativo), a fin de que llegue al GRAN PÚBLICO el conocimiento pleno de problema tan interesante para la economía agraria nacional, es lo cierto que ni en la prensa diaria, ni en la periódica, ni en la profesional, donde esperábamos que se reflejara el interés de ese gran público, hemos podido ver trabajo alguno que merezca ser tenido en cuenta, por lo que toca a la divulgación del asunto, ni mucho menos por lo que se refiere a las orientaciones que convenga seguir para encontrarle la más adecuada solución; mas, por contra, hemos