

Tratamiento de algunas singularidades en la cimentación de la presa de Escalona⁽¹⁾

FRANCISCO ORTEGA CABALLERO (*)

RESUMEN Este artículo, que resume una de las charlas de la "Conferencia sobre trabajos de interés geotécnico llevados a cabo por constructores españoles", en su octava sesión, organizada por O.C.P. Construcciones, S.A., describe el tratamiento aplicado a una capa de limo, que apareció en el cimiento de la presa de Escalona, a fin de mejorar el estado de deformación.

TREATMENT OF CERTAIN SINGULARITIES OF THE FOUNDATIONS OF THE ESCALONA DAM

ABSTRACT This article, which summarizes one of the talks in the "Conference on works of geotechnical interest carried out by Spanish constructors", in its eighth session, organized by O.C.P. Construcciones, S.A. (limited company), describes the treatment applied to a layer of silt which appeared in the foundations of the Escalona Dam, with a view to improving the state of deformation produced.

Palabras clave: Presa de arco-gravedad; Cimentación; Limo; Excavación (proceso); Hormigón hidráulico; Puesta en obra.

1. INTRODUCCIÓN

La presa de Escalona se sitúa en el río del mismo nombre, afluente del Júcar por su margen derecha y se encuentra en el término municipal de Navarrés (Valencia). Se trata de una presa arco-gravedad de 190 m de radio, 337,2 m de desarrollo y 79 m de altura sobre cimientos, con perfil triangular de talud vertical aguas arriba y 0,5/1 aguas abajo. La coronación está a la cota 190. (Figuras 1 y 2.)

Se integra dentro del Plan General para defensa de avenidas del río Júcar y su objeto es laminar las importantes avenidas del río en que se ubica. Para ello dispone de un desagüe intermedio de sección rectangular de 5,50 x 4,75 m libres, a la cota 143, cuarenta metros bajo la cota del labio del vertedero de superficie (182,50) que está constituido por dos cuerpos de cuatro canales cada uno, independientes en todo su desarrollo y dotados de trampolines de lanzamiento con deflectores estando su punto bajo también a la cota 143. (Figura 3.)

La presa se asienta sobre estratos calizos con una estructura uniforme, casi horizontal y no plegada, intercalados con calizas margosas, margas y dolomías. En función de la calidad y cantidad de estas intercalaciones el informe geológico



FIGURA 1.

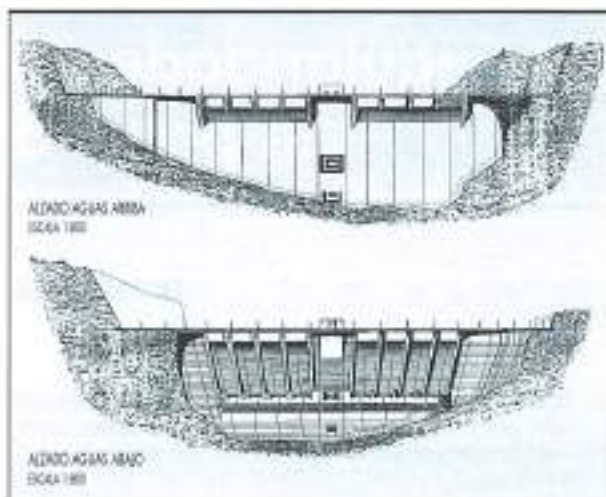
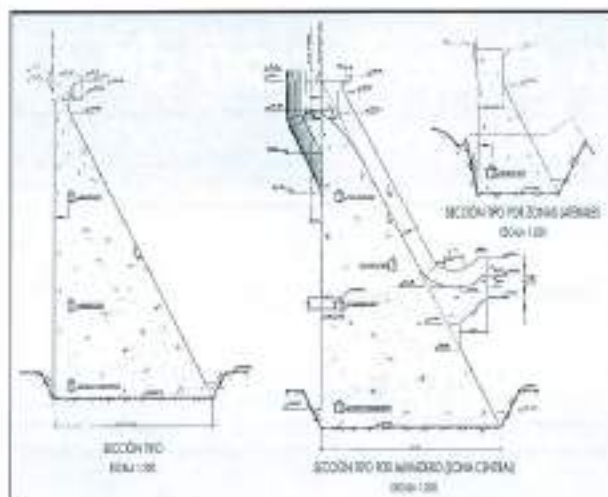
estableció una clasificación en tres conjuntos litológicos denominados B, C y D cuyas características se definen en la Figura 4.

2. EL PROBLEMA

En el estribo derecho y aproximadamente a la cota 130, en una galería de reconocimiento, se detectó un estrato arenolimoso en el contacto de los paquetes C y D, que llegaba a alcanzar una potencia de tres metros y que, siguiendo la orientación general, se inclinaba ligeramente hacia aguas

(1) Conferencia dictada dentro de las 8.ª Jornadas sobre Obras de Interés Geotécnico, organizadas por la S.E.M.S y C.

(*) Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.



abajo (25°) y hacia el interior de dicho estribo derecho (15°). Esta capa puede considerarse como una intercalación detrítica en las calizas cretácicas que conforman el macizo.

Ensayados estos limos se comprobó que no contenían calcio, tenían una densidad de 2 Tn/m^3 y su plasticidad era tal que se sitúan en la zona de limos de baja plasticidad del gráfico de Casagrande. Su módulo de deformación oscilaba entre 500 Kp/cm^2 y 1.280 Kg/cm^2 y, en definitiva, indicaba que este material es cientos de veces más compresible que la caliza que le rodea. Aunque este paquete desaparece aguas arriba de la presa y muy cerca de ella; y aunque se ha comprobado, mediante un modelo de elementos finitos, que el estado tensional de la presa apenas se modifica cuando se tiene en cuenta ese estrato blando, se consideró conveniente



sustituirlo por hormigón, parcialmente, en la zona de influencia de la cimentación de la presa.

3. LA SOLUCIÓN

El alcance de esta sustitución puede verse en las Figuras 5 y 6. Se trata de eliminar totalmente, y sustituir por hormigón, la banda de material blando comprendida entre el contacto presa-terreno, la galería de reconocimiento de aguas arriba y el paramento de aguas abajo en una profundidad media de unos diez metros. Además se crea una retícula de, aproximadamente, 6 x 6 metros en cuyos bordes se sustituye también todo el estrato en cuestión con una anchura de 2,5 m. Por otra parte se ensancha, y reviste en unos 20 m de longitud la galería de reconocimiento saneando todas las zonas del estrato limo-arenoso en una profundidad de al menos 50 cm.



FIGURA 5.

Finalmente, se excava y reviste una galería de control de tratamiento, siguiendo el estrato limoso, con una longitud aproximada de 20 m.

4. EL SISTEMA DE EJECUCIÓN

En esquema, el sistema de ejecución ha consistido en excavar dos galerías con dirección sensiblemente paralela, en planta, al contacto presa terreno de 2,30 m de ancho y pendiente y altura la del estrato limoso. La primera de ellas —galería básica— situada en el extremo interior de la zona



FOTO 2. Galería de sustitución dispuesta para el hormigonado.

a sustituir y la segunda en la posición de la denominada galería de control separada unos seis metros de la básica. (Figura 7.)

Desde la galería básica se ha acometido la sustitución propiamente dicha mediante galerías transversales en las



FIGURA 6.



FIGURA 7.



FOTO 3. Excavación.



FOTO 4. Revestimiento de la galería de control.

que se ha retirado completamente el estrato limoso y rellenado de hormigón, en un orden tal, que nunca estuvieran abiertas dos galerías contiguas.

Desde la galería de control se han excavado y rellenado dos galerías que constituirían las llaves de la retícula antes mencionada.

Asimismo se ha rellenado de hormigón la galería básica y se han revestido las galerías de control y de reconocimiento.

Finalmente se ha llevado a cabo una inyección de cosido de todos los contactos de hormigón con el terreno y de hormigón de distinta edad.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

El procedimiento de ejecución de la excavación se fijó después de diversas pruebas.

Los afloramientos visibles aconsejaban llevar a cabo la excavación con martillo picador manual; sin embargo se vio que, a poca profundidad, el limo se mantenía inalterado y era mucho más compacto y cohesivo por lo que no era excavable manualmente. Se probó la utilización de martillo hidráulico montado sobre una mini-retro con resultado negativo.

Otras opciones que también se barajaron fueron: la utilización de una rozadora, desechada a causa de la resistencia y abrasividad del limo inalterado; la del ataque con lanza de agua a presión, desechada por los problemas de extracción

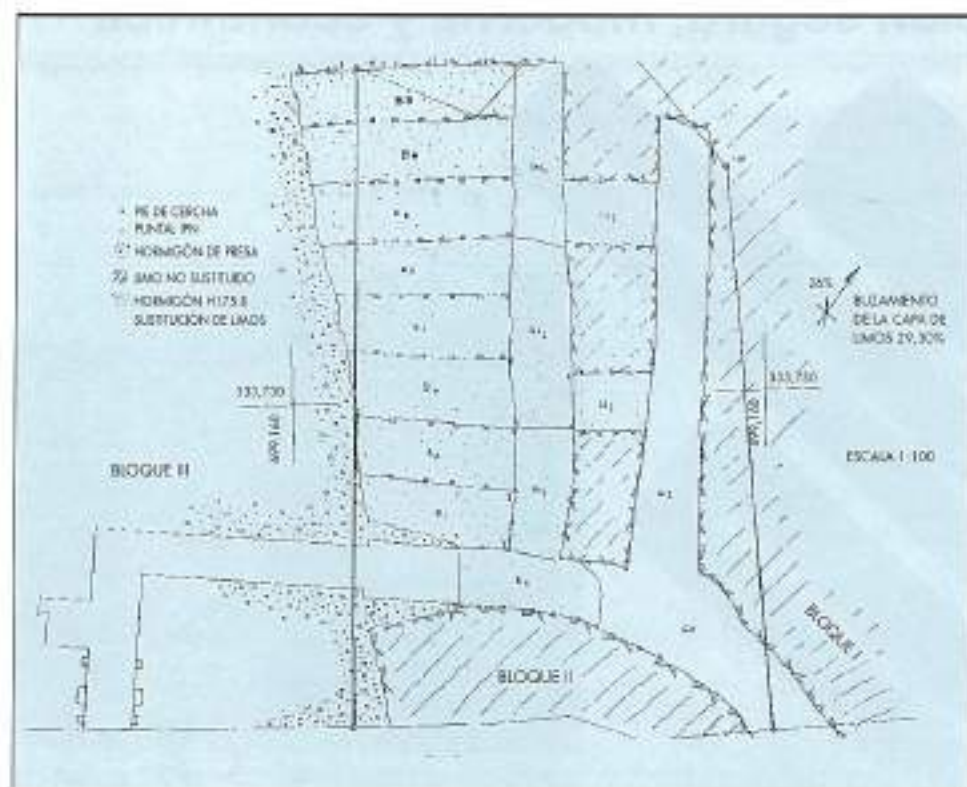


FIGURA 8. Sustitución de la capa de limos bajo el bloque II de la Presa de Escalona.

de lodos que acarrea y la utilización de explosivos, desechada en principio por la previsible afección a la cimentación de la presa.

Finalmente, después de hacer un estudio de vibraciones, se decidió una solución mixta haciendo un avance central y recortando después con picador. Este avance central se hacía con explosivos, en voladuras controladas con carga máxima de 150 gr de goma 2EC por retardo. Dicha voladura se diseñó con un cuele que rompía dentro de un cuadrado formado por cuatro taladros vacíos de 150 mm de diámetro.

La extracción de escombros se llevó a cabo mediante una pala Bob-cat y minidumper.

Para el sostenimiento se emplearon bulones, cerchas y chapa Bernorid.

El hormigonado se ejecutó mediante bombeo desde el exterior dejando tubos para la inyección posterior de los contactos.

El acceso para retirada de escombros, introducción de materiales y movimiento de personal tenía lugar desde aguas arriba a través de una galería provisional dejada al efecto en el hormigón de la presa. Dicha galería conectaba también con la perimetral y, obviamente, fue cegada e inyectada al concluir los trabajos.

La distribución de tajos puede verse en el esquema de la Figura 8. Los trabajos se ordenaron de manera que se avanzaba, y se sostenía, la galería básica lo suficiente para alcanzar, en orden creciente, las galerías de sustitución pares (B2, B4, B6 y B8) acometiendo las labores de excavación y relleno de hormigón en el momento en que se llegaba a cada una de ellas para, una vez terminada la

última, ir en retroceso excavando y rellenando las impares (B7, B5 y B3) hormigonando también la parte de galería básica que quedaba liberada. Después se ensanchó y revisió el tramo de galería de reconocimiento B0 para finalmente rellenar de hormigón la galería B1 y el tramo inmediato de la básica.

Tanto la galería de control como las llaves se usaron como tajos reguladores con la precaución de no tener llaves abiertas frente a zonas donde se estuviera ejecutando la sustitución.

6. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de preparación se iniciaron en los primeros días del mes de abril de 1992.

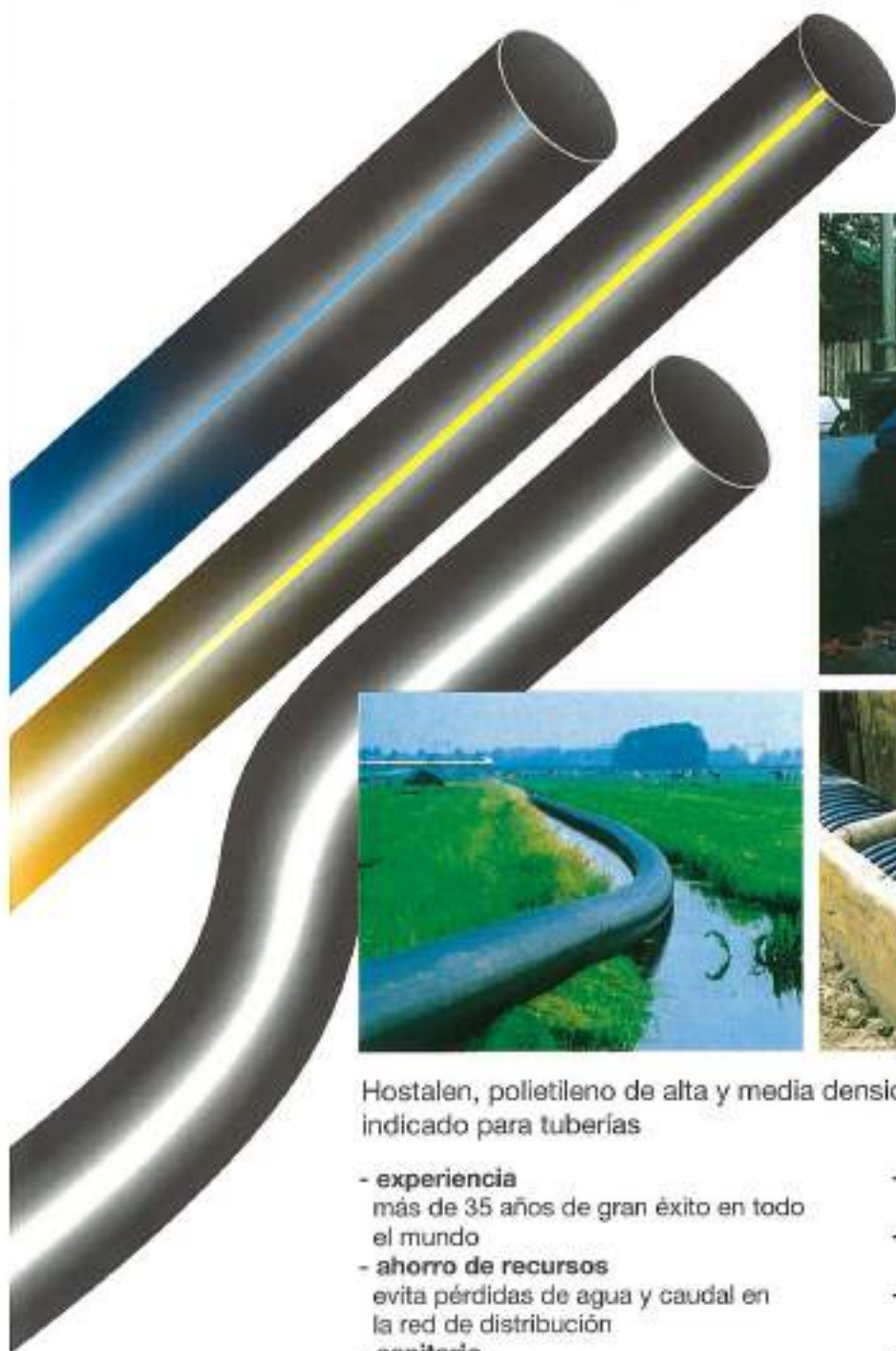
Teniendo en cuenta la finalidad de la presa de Escalona y la posibilidad de que se produjeran avenidas importantes en el mes de septiembre, se fijó como objetivo terminar toda la sustitución de terreno y revestimiento de las galerías para la primera quincena de dicho mes. Para la misma fecha deberían también estar terminadas las inyecciones de juntas, el tratamiento de las fisuras y oquedades aparecidas en ambos estribos, al menos hasta la cota 160, y el drenaje del cimiento.

En cualquier caso, para esa fecha se haría el taponamiento del acceso provisional a la cota 130, debiendo finalizarse los trabajos que quedaran pendientes accediendo a través de las galerías de la presa.

Felizmente el día 12 de septiembre se hormigonó dicho tapón habiendo concluido todos los trabajos.

Tuberías de [®]Hostalen

una solución segura, moderna y económica



Hostalen, polietileno de alta y media densidad de Hoechst especialmente indicado para tuberías

- **experiencia**
más de 35 años de gran éxito en todo el mundo
- **ahorro de recursos**
evita pérdidas de agua y caudal en la red de distribución
- **sanitario**
elimina la posibilidad de contaminación
- **flexible**
se adapta a suelos irregulares
- **seguro**
sin escapes y resistente a la corrosión
- **duradero**
más de 50 años de vida útil
- **reciclable**
recuperación fácil y económica del material
- **ecológico**
protege el medio ambiente
- **económico**
material ligero, sencillo y rápido de instalar



Empresa adherida al
Compromiso de Progreso

Principales aplicaciones en canalizaciones para:

- **agua potable** • **gas** • **aguas residuales** • **agentes químicos**
- **transporte de sólidos** • **cables** • **renovación por «relining»**

Hoechst Ibérica, S.A.
Marketing Polietileno
Via Augusta, 252 08017 Barcelona Tel. 306 81 11 Fax. 306 82 12

Hoechst 