

CRITERIOS PARA PROYECTO DE SIFONES EN COLECTORES

(CRITERIA TO PROJECT SIPHONS FOR SEWERAGE)

Francisco Galán Soraluze, Ingeniero de Caminos

533-29

RESUMEN

Se describen a continuación los criterios y el modo de desarrollarlos, utilizados en la Comarca de Pamplona para construir sifones para caudales grandes y pequeños, que tengan asegurada la limpieza de los tramos horizontales.

Se consigue este resultado disponiendo un depósito junto a la cámara de entrada que asegura limpiezas periódicas, y programando el funcionamiento de las tuberías.

SUMMARY

Exposition of the criteria and ways to be developed, for the construction of siphons for large and little flow that can assure the cleanness of the horizontal lengths, carried out in Pamplona zone.

These results can be reached fitting a reservoir at the entrance of the sewer to make periodical cleanliness and programming the working of the pipes.

PLANTEAMIENTO PREVIO

Cuando se redacta el proyecto de un colector es preciso estudiar la situación de la rasante, de modo que puedan salvarse los obstáculos que existen a lo largo del trazado.

Normalmente suele ser posible proyectar el colector de modo que funcione sin ninguna dificultad, en régimen de canal (variando la pendiente, disponiendo saltos, etc.), pero, en ocasiones, se presentan obstáculos que no es posible salvar y que obligan a proyectar sifones.

Esta situación se presenta, por ejemplo, cuando se trata de reunir en una depuradora única vertidos que antes se realizaban en ambos márgenes del río. En estos casos se precisa atravesar el río con colectores cuyas rasantes llegan muy condicionadas, siendo frecuente que el sifón sea la única solución.

Al redactar el Plan de Saneamiento de la Comarca de Pamplona, se puso de manifiesto la necesidad de proyectar seis sifones para salvar cursos de ríos, tres de ellos para caudales que, en épocas de lluvias, pueden ser muy importantes.

Vamos a exponer, en este artículo, las experiencias que hemos adquirido durante la redacción de los proyectos, pensando que puedan resultar de interés para otros técnicos que se encuentren en situaciones análogas.

En primer lugar, empezamos por buscar referencias bibliográficas; las que encontramos, se limitaban a recomendar la búsqueda de trazados alternativos, a fin de evitar las decantaciones que se producen en los sifones y que obligan a costosas y difíciles limpiezas. En nuestro caso, la única posibilidad de evitar los sifones, era colocar bombeos permanentes en la cámara de aguas abajo de cada uno, solución que desechamos por compleja y costosa de explotación.

Al preguntar cómo proyectaban estas instalaciones en otras ciudades, nos encontramos con la sorpresa de que apenas hay sifones de aguas residuales en España; en Madrid, por ejemplo, no hay ninguno.

Los que existen se han proyectado sin precauciones especiales; suelen contar con dos tuberías, que pueden aislarse con ataguías o con compuertas; en algunos de ellos se efectúan limpiezas periódicas, en otros casos no se realiza ninguna labor de mantenimiento.

Sifón de Arazuri

Perfil longitudinal.

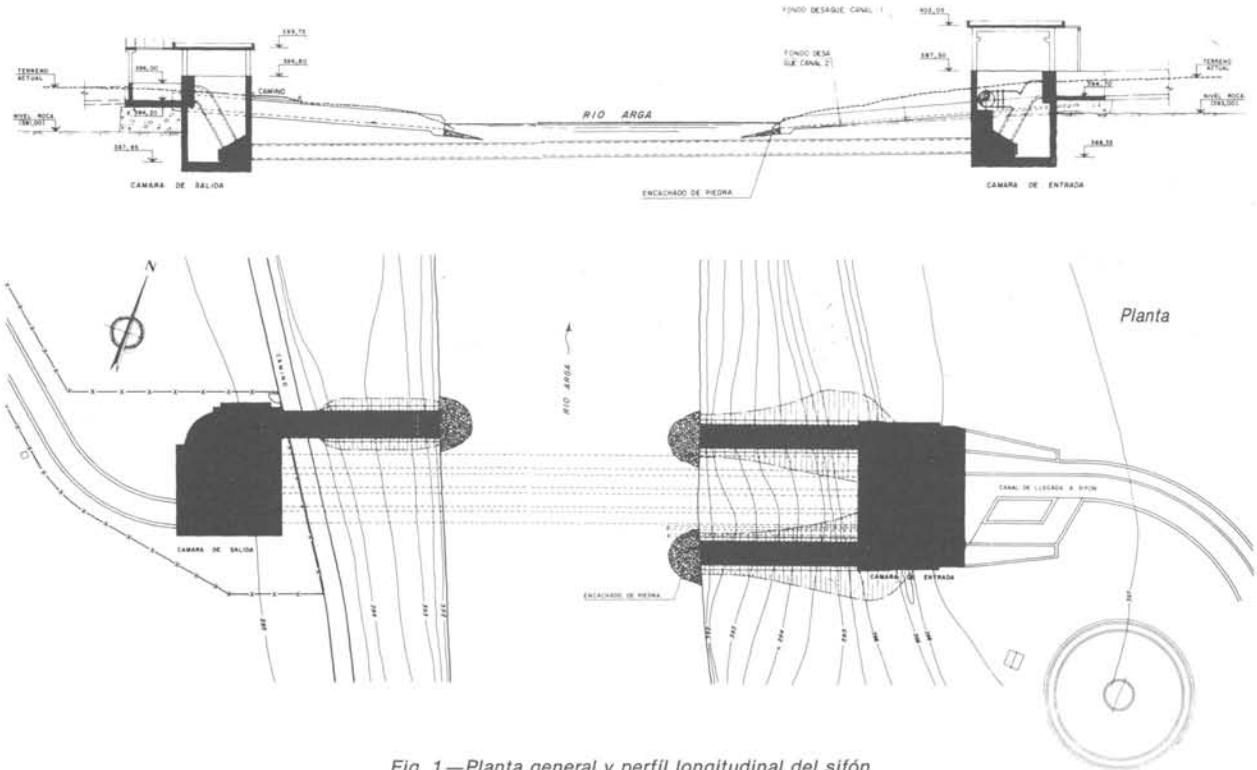


Fig. 1.—Planta general y perfil longitudinal del sifón.

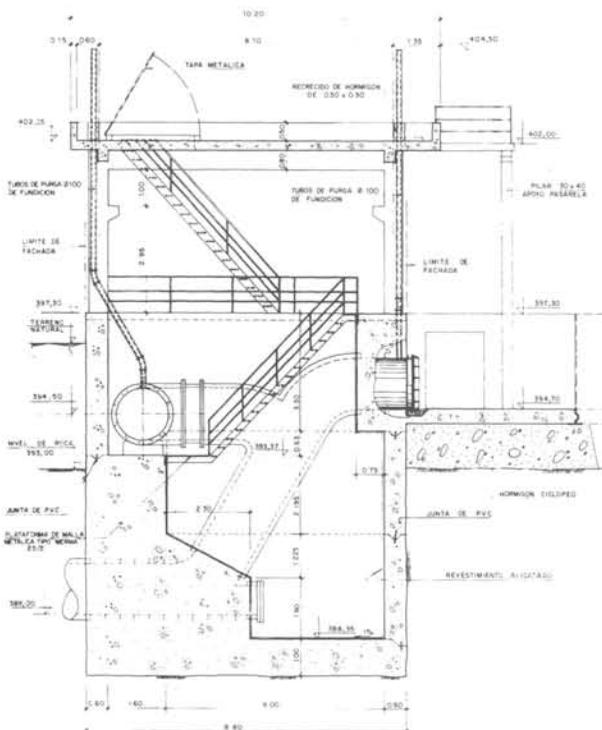


Fig. 2.—Sección de la cámara de entrada.

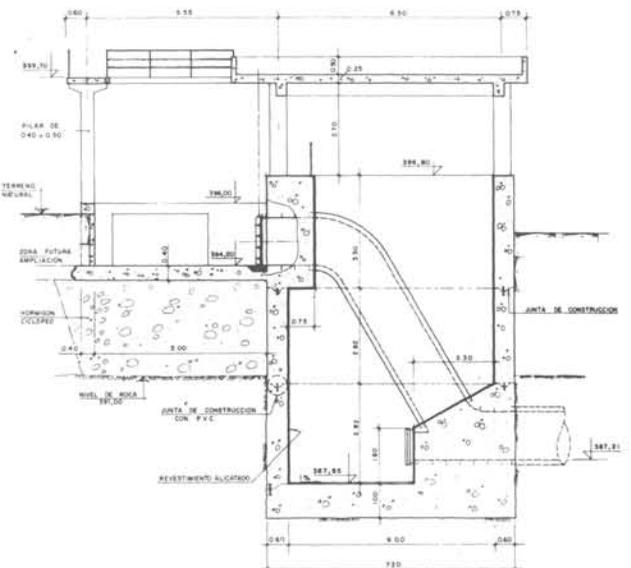


Fig. 3.—Sección de la cámara de salida.

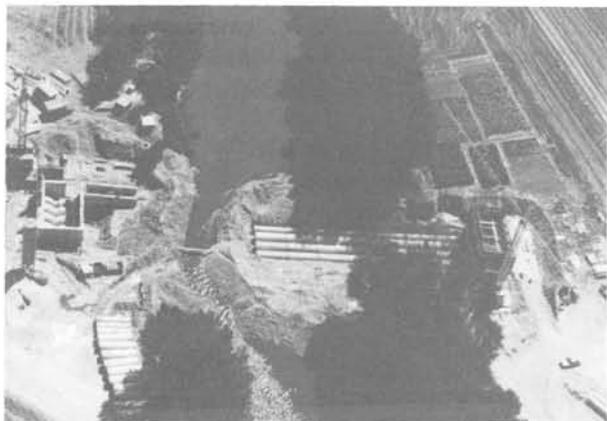


Fig. 4.—Vista aérea de las obras.

No cabe duda de que, al circular el agua residual con velocidades variables, se producirán decantaciones, así como almacenamiento de flotantes en la cámara de aguas arriba.

Como, en general, las redes de colectores son unitarias, es posible que en momentos de grandes caudales se arrastren los depósitos y flotantes, llegándose a un equilibrio de funcionamiento.

En esa situación tuvimos ocasión de conocer el saneamiento de Newcastle, que cuenta con un sifón muy importante proyectado con dispositivos que aseguran su limpieza y que nos sirvió de base para los proyectos que, finalmente, redactamos y describimos a continuación.

Describimos dos de ellos: uno previsto para grandes caudales y otro para muy reducidos, ya que, aunque los criterios de proyecto son los mismos, las soluciones son diferentes.

Sifón de Arazuri

Por estar situado inmediatamente aguas arriba de la Estación Depuradora, ha sido proyectado para el caudal total de aguas negras de la Comarca y, al existir en una gran parte red unitaria, también para las pluviales. Se encuentra prácticamente terminado, faltando únicamente la instrumentación. Esperamos que pueda entrar en servicio próximamente.

El caudal actual de aguas negras oscila, en tiempo seco, entre 1,0 y 2,5 m³/seg. La red de colectores se ha proyectado para un caudal futuro de aguas negras de 4,0 m³/seg y con un coeficiente de dilución de aguas negras en pluviales de 1 a 5. En estas condiciones el caudal incidente en el sifón puede oscilar entre 1,0 y 20,0 m³/seg.

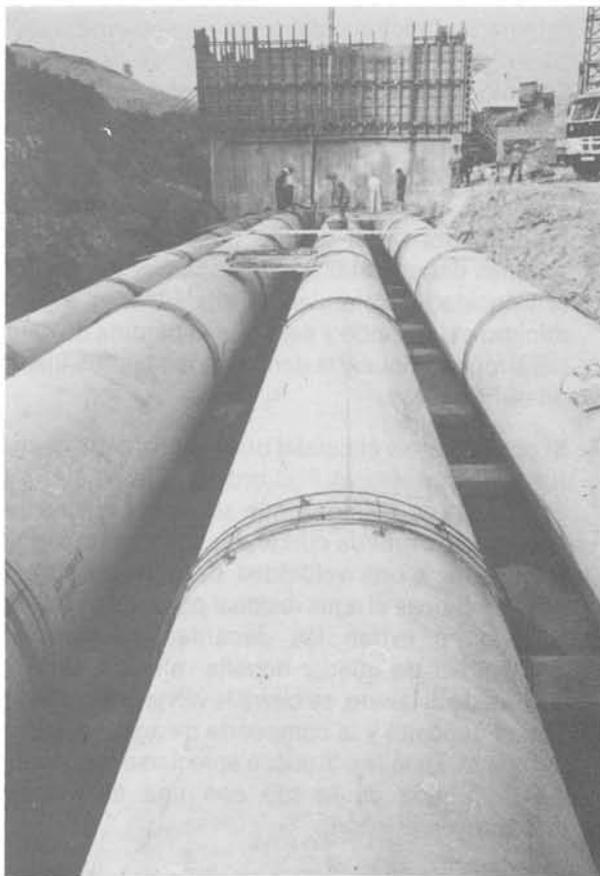


Fig. 5.—Tuberías de paso bajo el río.

Los objetivos básicos de proyecto del sifón son:

- 1) Que a fin de evitar decantaciones, cualquier caudal, comprendido entre esos dos valores, circule por el sifón con velocidad superior a 1,0 m/seg.
- 2) Que no haya nunca agua residual retenida.
- 3) Que puedan efectuarse lavados a alta velocidad para asegurar limpiezas periódicas.

Para conseguir estos objetivos se proyectó un sifón compuesto de tres tuberías de 1.400 mm de diámetro interior y una de 1.000 mm de diámetro interior, conectadas todas ellas en la cámara de aguas arriba con un depósito de 1.000 m³, que permite efectuar lavados.

El depósito se situó a una cota que, incluso en pequeños calados, asegure una velocidad de circulación de 2 m/seg. Se abastece, mediante un bombeo, con agua del río.

El sistema de funcionamiento es el siguiente:

- Se coloca en el colector de llegada al sifón un caudalímetro que permita conocer el caudal incidente.
- En base al valor instantáneo del caudal, un programador (PLC) decide qué combinación de tuberías deben estar en funcionamiento para que la velocidad de circulación sea superior al valor mínimo establecido y para que la pérdida de carga del sifón se encuentre dentro de los límites fijados en el Proyecto.
- Si por reducirse el caudal una tubería debe quedar fuera de servicio, el PLC ordena que se cierre la compuerta de entrada y que se abra la válvula que conecta esa tubería con el depósito, realizándose un lavado, a una velocidad de unos 2,0 m/seg, sustituyéndose el agua residual por agua de río, con lo que se evitan las decantaciones que se producirían de quedar aquélla retenida. Una vez terminado el lavado, se cierra la válvula de conexión con el depósito y la compuerta de aguas abajo de la tubería. En la fig. 2 puede apreciarse la conexión de la tubería de lavado con una de las que constituyen el sifón.

Aguas arriba de la cámara de entrada del sifón se ha proyectado un aliviadero que permite verter al río la totalidad del caudal incidente, para evitar que una situación de cierre imprevista de las compuertas de entrada a las tuberías ponga en carga el colector general.

También se han proyectado compuertas laterales para desaguar al río parte o la totalidad del caudal incidente. De este modo se puede programar con el PLC el caudal que se desea atravesarse el sifón. Inicialmente deberá limitarse a un máximo de 7,5 m³/seg, que corresponde a la dilución 1/5 del caudal medio de aguas negras de 1,5 m³/seg, para el que se ha proyectado la Estación Depuradora de Arazuri.

Entre los elementos de la instalación cabe destacar que, para conseguir una velocidad uniforme de descenso del depósito, se precisa que la válvula de regulación se vaya abriendo a medida que descienda la altura de agua. Dada la importancia de los caudales de lavado (3,0 m³/seg) ha sido preciso proyectar una válvula de diafragma que asegure un comportamiento adecuado, sin problemas de cavitación, en aperturas parciales. La válvula funciona mediante los programas del PLC en base a mantener una velocidad constante de descenso de nivel del depósito. Se han dispuesto válvulas de mariposa, en la conexión de la tubería de salida del depósito con cada una de las del sifón. En los lavados se abre en primer lugar la válvula de

seccionamiento que proceda y después se va abriendo la de diafragma. Todas las válvulas están motorizadas y su funcionamiento es regulado por el PLC.

El costo de la obra asciende a 250 millones, de los que 30 corresponden a la instalación de lavados (depósito, válvulas, etc). En las figs. 1 a 5, pueden apreciarse la sección de las tuberías y cámaras de llaves, así como diversos aspectos de la obra.

Sifones para pequeños caudales

Se precisaba proyectar tres sifones, cuyos caudales actuales de aguas negras son del orden de 1 a 5 l/seg, siendo posible, en el futuro, que lleguen a 5-20. Están instaladas en redes con poca aportación de aguas pluviales.

En estas condiciones resulta imposible asegurar velocidades de circulación elevadas, ya que el diámetro mínimo recomendado para colectores (300 mm) implica velocidades aproximadas de 0,14-0,71 m/seg, por lo que se adoptó la solución de establecer limpiezas periódicas programables.

A tal efecto se colocó, sobre la cámara de entrada, un depósito de unos 20 m³ que descarga sobre el tramo descendente del sifón un caudal de unos 100 l/seg, provocando el arrastre de los materiales que se hayan sedimentado en el tramo horizontal; el lavado dura unos tres minutos. En la fig. 6 puede apreciarse la cámara de entrada, en cuyo interior está situado el depósito.

Se trata, en el fondo, de cámaras de descarga situadas sobre el tramo descendente del sifón, que se ha proyectado vertical para facilitar el acceso al punto inferior desde la cámara. Dados los pequeños volúmenes de agua utilizados, los depósitos son abastecidos con acometidas de la red. En la fig. 9 se aprecian las tuberías del agua de lavado que vierten en el tramo vertical de los sifones. Al lavar se produce un retroceso del agua en el colector, tal como se aprecia en la fig. 11.

Están en funcionamiento tres sifones de estas características, efectuándose los lavados cada dos días. Se ha comprobado que, si espacian mucho los lavados, se producen decantaciones que obligan a efectuar varios seguidos hasta que el agua llega limpia a la cámara de salida. En las figs. 9 y 11 pueden verse las válvulas motorizadas, cuya apertura programada produce los lavados.

Sifón para pequeños caudales



Fig. 6.—Cámara de aguas arriba.

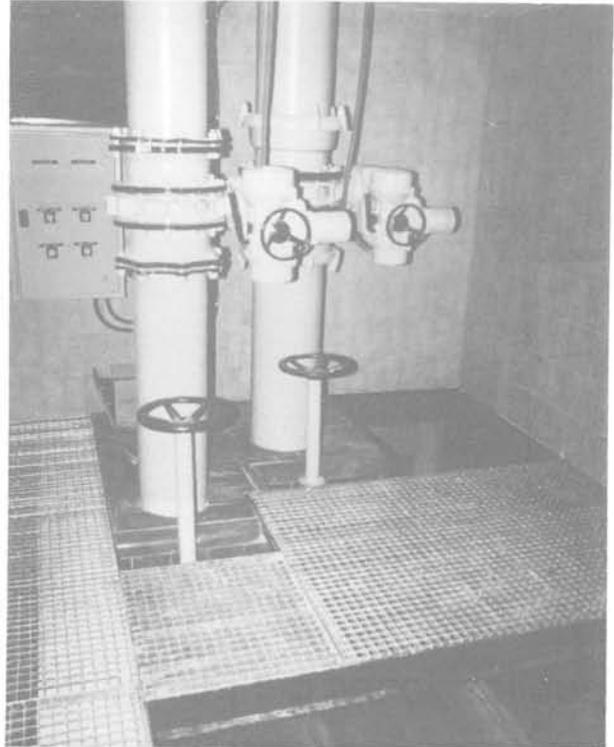


Fig. 9.—Tuberías de lavado.



Fig. 7.—Llegada del colector a la cámara de aguas arriba.

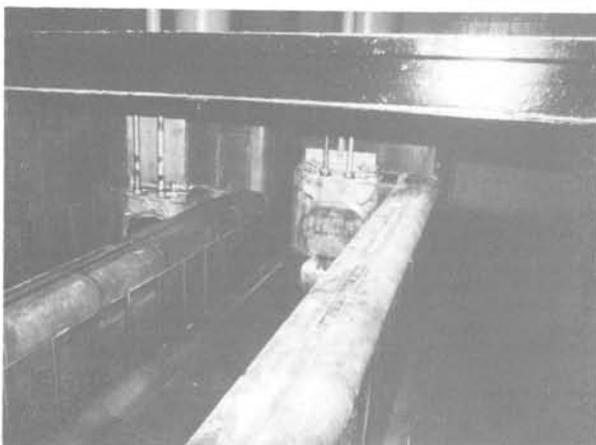


Fig. 8.—Embocadura de las tuberías y aliviadero en cámara de aguas arriba.

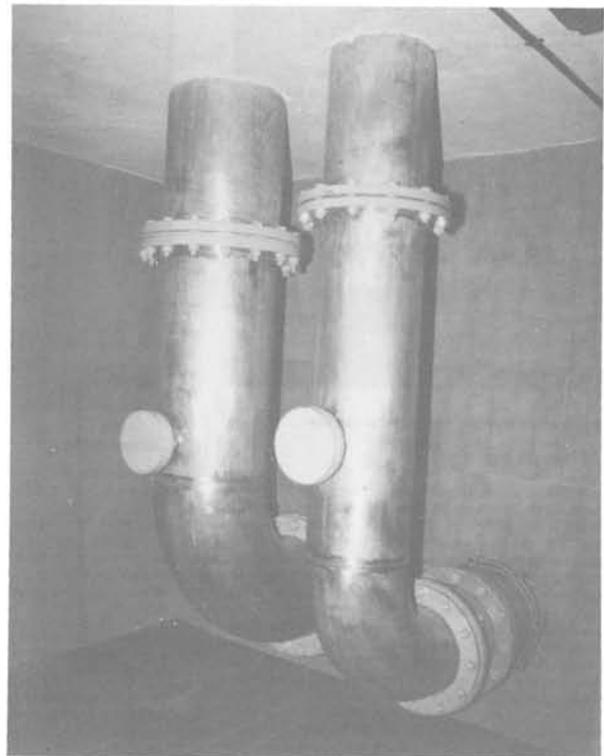


Fig. 10.—Codo de tuberías para el paso bajo el río.

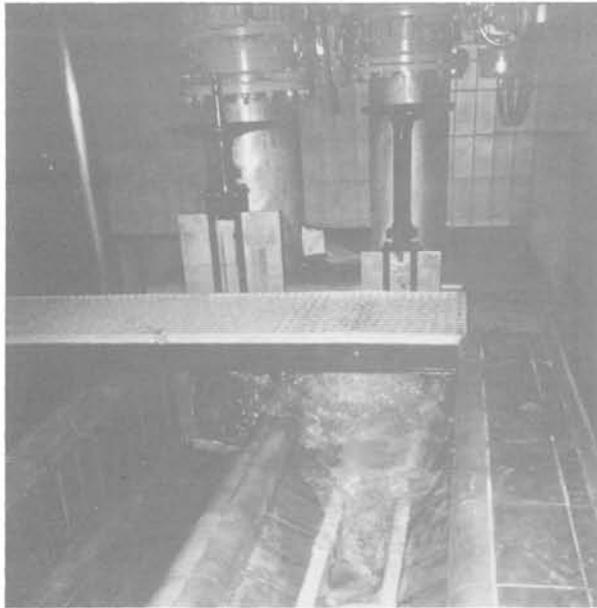


Fig. 11.—Lavado del sifón.

El coste de estos sifones oscila entre 10 y 14 millones, en función de la longitud.

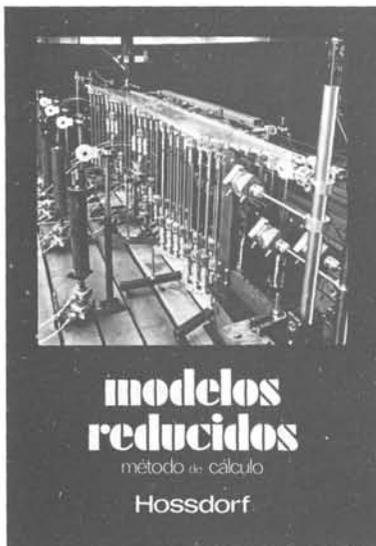
En todos ellos se han dispuesto dos tuberías para el paso del río, que puede funcionar de modo alternativo.

Tanto los sifones pequeños, como los grandes, se han proyectado utilizando materiales de calidad que aseguren su buen mantenimiento. Las cámaras están alicatadas para facilitar su limpieza.

Se está preparando una publicación con el detalle de los dimensionados, cálculos hidráulicos, planos, ejecuciones de cada elemento, etcétera.

* * *

publicaciones del I.E.T.c.c.



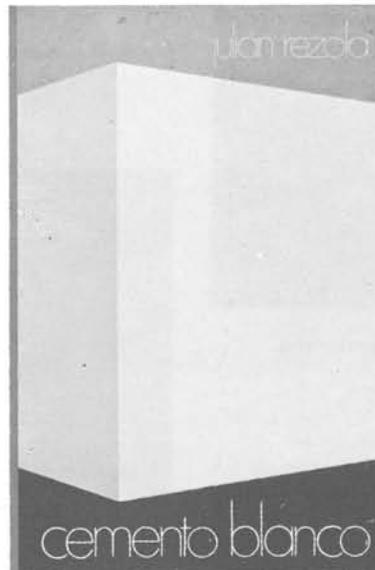
Modelos reducidos. Método de cálculo

H. Hosdorf, Ingeniero Civil

La técnica de los ensayos en modelos reducidos de estructuras sufre hoy día una decisiva metamorfosis. Hasta hace poco era un medio más bien de artesanía, que no siempre era tomado en serio por los académicos teorizantes para comprender el comportamiento resistente de las estructuras complejas y al que se acudió las más de las veces, como a un último remedio debido a sus indiscutibles insuficiencias. Sin embargo, en poco tiempo y gracias a su conexión con los ordenadores digitales, se ha transformado en un instrumento científicamente valioso, que no puede quedar a un lado en la práctica diaria del Ingeniero Projectista.

Un volumen encuadernado en cartón plastificado con lomo de tela, de 17 x 24 cm, compuesto de 250 páginas, 158 figuras y fotografías.

Precios: 1.800 ptas.; \$ USA 26.00.



Cemento blanco

Julián Rezola
Ingeniero Químico Dipl. I. Q. S.

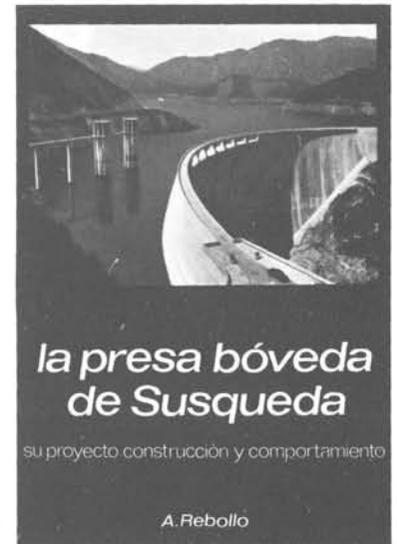
Sabido es que existe una extensa y documentada bibliografía sobre el cemento gris; en cambio, no puede decirse lo mismo acerca del cemento portland blanco, ya que los escritos existentes se refieren tan sólo a algunas peculiaridades que le distinguen de aquél.

El autor nos ofrece sus profundos conocimientos y su larga experiencia tanto en laboratorio como en fabricación.

La parte descriptiva del libro se complementa con gráficos, diagramas y fotografías de gran utilidad, destinados a conseguir la aplicación apropiada de este aglomerante.

Un volumen encuadernado en cartón policerado, de 17,4 x 24,3 cm, compuesto de 395 páginas, numerosas figuras, tablas y ábacos.

Precios: España, 1.700 ptas.; extranjero, \$ 24.



La presa bóveda de Susqueda

A. Rebollo,
Dr. Ingeniero de Caminos

El esfuerzo del constructor de presas se sitúa, por su pretensión de perennidad, a contracorriente de las tendencias de la civilización actual, caracterizada por lo fungible. Pueden evocarse las 10.000 grandes presas en funcionamiento o en construcción que están envejeciendo y reclaman los cuidados gerontológicos para mantener y perfeccionar su servicio y garantizar su inalienable pretensión de perennidad. En la medida en que todas nuevas obras, grandes o pequeñas, son portadoras de riesgos ecológicos y, a veces, catastróficos, que aumentan con el envejecimiento, la gerontología de las presas es todo un emplazo. La acción adelantada de Arturo Rebollo en este terreno marca un camino a seguir para todos los que aman su propia obra con la devoción paternal que él ha puesto en Susqueda.

Un volumen encuadernado en cartón plastificado con lomo de tela, de 18 x 24,5 cm, compuesto de 408 páginas, 230 figuras y fotografías, y 33 tablas.
Precios: 1.700 ptas.; extranjero, \$ USA 24.00.