

# LA INGENIERIA COLONIAL EN EL NUEVO MUNDO (\*)

## ALARDES CONSTRUCTIVOS EN GUANAJUATO

Por MANUEL DIAZ-MARTA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

*Son numerosas las obras realizadas en América por españoles durante la época colonial, muchas de las cuales merecerían ser mejor conocidas por los alardes técnicos y constructivos que ofrecen. En el artículo se describen diversas huellas españolas en la región mejicana de Guanajuato, en particular los antiguos subterráneos de la ciudad y diversas presas de contraluerte, que se conservan actualmente en buen estado y son buena prueba de la técnica hidráulica española de siglos pasados.*

La comarca del Bajío, en México, está salpicada de ciudades y reales de minas donde todavía se conservan magníficas obras de ingeniería de tiempos de la Colonia que atestiguan la gran actividad constructiva de aquella época. La impresión que me han producido esas obras durante un reciente viaje a Guanajuato y su zona próxima ha sido tal que me apresuro a reseñarlas, sin aguardar a que les llegue su turno en las notas sobre la ingeniería colonial que me propongo escribir.

En esas notas deberían figurar en primer lugar las vías de comunicación, luego las obras urbanas y, por último, las destinadas a utilizar los recursos naturales, entre las que se encuentran las obras hidráulicas y las de aplicación a la minería, la agricultura y la industria de primera transformación. Las obras de Guanajuato y su zona efectuadas durante la Colonia, de las que ahora pretendemos dar una referencia sucinta, abarcan construcciones de todos estos tipos.

### Problemas constructivos en el antiguo

#### Guanajuato.

En el año 1546 Rodrigo Vázquez, soldado de la conquista, fundó una estancia donde aho-

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de octubre de 1974.

ra se encuentra Guanajuato. Dos años después unos arrieros que se dirigían a Zacatecas encontraron en el Cerro del Cubilete una veta de mineral, abundante en oro y plata. En 1550 Juan de Rayas, minero español, descubrió otro yacimiento importante. Los hallazgos se suceden hasta 1558 en que se descubre la llamada "veta maore" que convierte a la región en una de las más famosas del mundo por la riqueza de sus minas (1).

Mientras tanto se establecieron cuatro campamentos o Reales de Minas para explotar los yacimientos recién encontrados, siendo el más importante el de Santa Fe, origen de la ciudad de Guanajuato. Los pobladores de ésta tuvieron que enfrentarse desde el principio con graves problemas constructivos relativos al laboreo de las minas y a la urbanización del angosto valle, confinado entre cerros rocosos, por el que iba extendiéndose el caserío.

Los guanajuatenses atacaron con éxito estos problemas, lo que podemos atribuir a la conjunción de algunos hechos favorables. La riqueza de las minas les proporcionaba abundantes medios económicos y la consiguiente holgura para ensayar innovaciones. Había, además, abundancia de tareas constructivas y la natural afluencia de peritos de la minería y la construcción llegados de España, de países europeos y de otros lugares del Nuevo Mundo, lo que facilitaba el intercambio de ideas y la transmisión de experiencias. Por si fuera poco podían ana-

lizar sus problemas con absoluta libertad de criterio, y ésto daba lugar a soluciones ingeniosas, que en algunos casos sobrepasaban las normas de la época.

En el laboreo de las minas y la perforación de pozos y galerías hubo notables adelantos que no desdicen de los logrados por el mismo tiempo en la técnica del beneficio de los metales en la Nueva España y en el Alto Perú (2). Alejandro Humbolt, que visitó las minas y les dedicó un largo capítulo en su "Ensayo político de la Nueva España", encomiaba las labores de la mina La Valenciana, entre cuyos numerosos y profundos pozos destacaba uno, en forma



Fig. 1. — Calle subterránea de Guanajuato, México. a) Muros de contrafuertes y bóvedas. b) Parte semidescubierta con viviendas sobre muros y techos del subterráneo.



octogonal, con diámetro de más de ocho metros y unos 520 de profundidad. Este pozo, todavía en funcionamiento, fue calificado por Humbolt como uno de los más grandes y audaces en la historia de la minería (3). Se conserva su revestimiento de mampostería y sigue sirviendo como acceso a una radiación de galerías horizontales que comunican con otras bocaminas.

### Obras de urbanización.

La maestría constructiva adquirida en las minas facilitó una solución tan bella como original para la urbanización de la parte baja del valle: los famosos subterráneos de Guanajuato.

Estas calles subterráneas rememoran por lo típico de algunos parajes a los cobertizos de Toledo, pero sobrepasan a estos en méritos constructivos, en dimensiones y en su concepción utilitaria. Se considera que en tales aspectos no tienen par en el mundo. Su longitud total excede de seis kilómetros. Los subterráneos discurren por las partes bajas del valle cuyas aguas están canalizadas por túneles o canales cubiertos. Su piso está pavimentado con losetas rectangulares en las calzadas para el tráfico automovilista y en las aceras. Los esarpes a los lados de las vaguadas están confinados y regularizados por medio de sólidos muros de contención, generalmente provistos de contrafuertes. La altura de los subterráneos varía de tres y medio a cuatro y medio metros. Están cubiertos generalmente con bóvedas reforzadas por arcos que contribuyen a la belleza del conjunto. Los subterráneos figuran entre los principales atractivos de Guanajuato, y aunque concebidos y realizados siglos atrás, desempeñan el papel de una supercarretera ya que constituyen una vía rápida y expedita para el moderno tránsito (fig. 1).

El muro de contrafuertes, a juzgar por su profusión en Guanajuato y sus contornos, fue el elemento constructivo más usado por los pobladores de aquella zona. Aparece en todos los pasos y galerías subterráneas, en los patios de beneficio de minerales y otras edificaciones industriales, en las obras de contención de tierras para sostener o proteger los caminos y, en general, en cuantos lugares había que acondicionar terrenos con fuertes desniveles, como suelen ser los de Guanajuato y su zona.

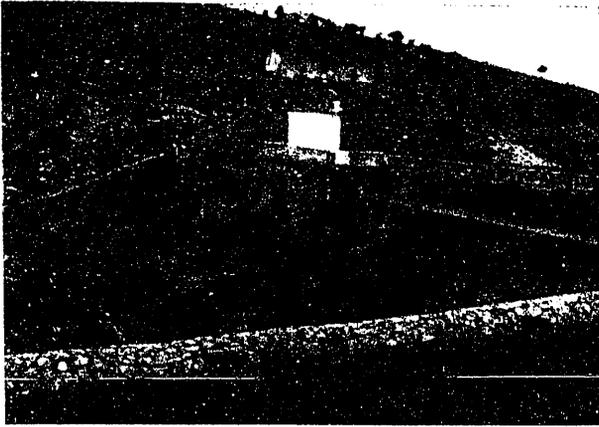


Fig. 2. — Presa española de Zalamea de la Serena, en Extremadura.

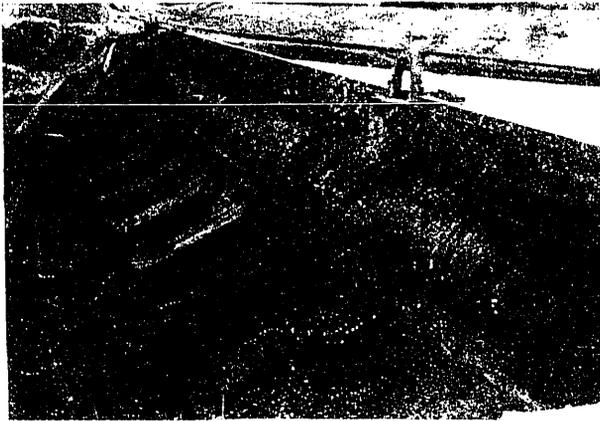


Fig. 3. — Presa de la Albuera de Feria, próxima a Al-mendralejo (Extremadura), concluida en 1747. (Cortesía de T. Sanchís.)

### Presas de contrafuertes.

Este tipo de presas, tan común en la región de Guanajuato y en otras regiones mineras de la Nueva España, debió surgir a consecuencia del recuerdo de algunas presas españolas y de las experiencias locales en muros de contrafuertes.

La presa de La Olla, situada en el extremo superior del valle donde se asienta Guanajuato, fue edificada en 1742 y puesta en servicio en 1749 por don Vicente Manuel Sardaneta y Legazpi, primer marqués de San Juan de Rayas. Consiste en un muro vertical de unos 15 metros de altura reforzado con contrafuertes. Esta presa se construyó antes que la llamada Albuera de Feria, en Extremadura (conocida también

como presa de Al-mendralejo), concluida en el año 1747, de la que Norman Smith (4) asegura que fue una de las primeras presas de almacenamiento proyectada para producir fuerza motriz. Pero se asemeja más a la de Zalamea de la Serena (fig. 2) no citada por este autor y de cuya fecha no he podido encontrar datos, pero que parece más antigua. Es de notar que los contrafuertes de la presa guanajuatense tienen un talud casi vertical y que el muro de pantalla es más delgado, lo que hace que sea más esbelta que las presas extremeñas.

En la presa de La Olla (figs. 4, 5 y 6) el agua excedente se derrama en parte sobre la corona y en parte sobre un vertedero alojado al lado derecho de la obra. Ambos caudales caen sobre un cuenco de fondo rocoso limitado por el dique, el vertedero lateral y los muros situados a la izquierda y enfrente de la presa. El cuenco se desagua por medio de un túnel que sigue la trayectoria del antiguo cauce.

Esta presa, rodeada de calles, jardines, paseos y muros con barandales, parece concebida como parte de una obra destinada al recreo y

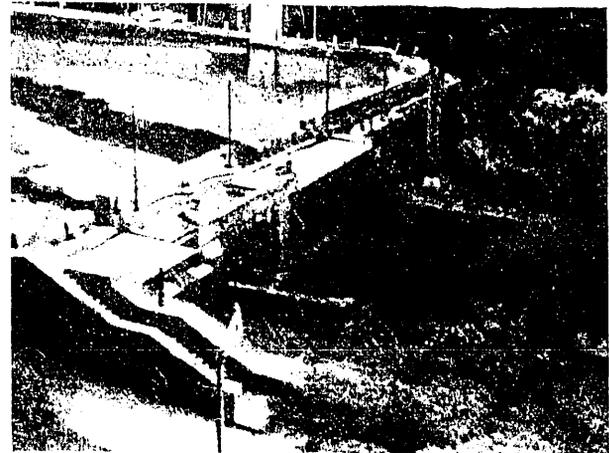


Fig. 4. — Vista de la presa de La Olla, en la ciudad de Guanajuato (Méjico), terminada en 1742.

ornato de la población y para evitar inundaciones en sus zonas más bajas. Puede, por lo tanto, calificarse como una obra esencialmente urbana.

Arriba del lago se ha formado otro parque, relleno del cauce del arroyo. El parque remata en la presa de San Renovato, construida en 1838 siguiendo un esquema constructivo se-

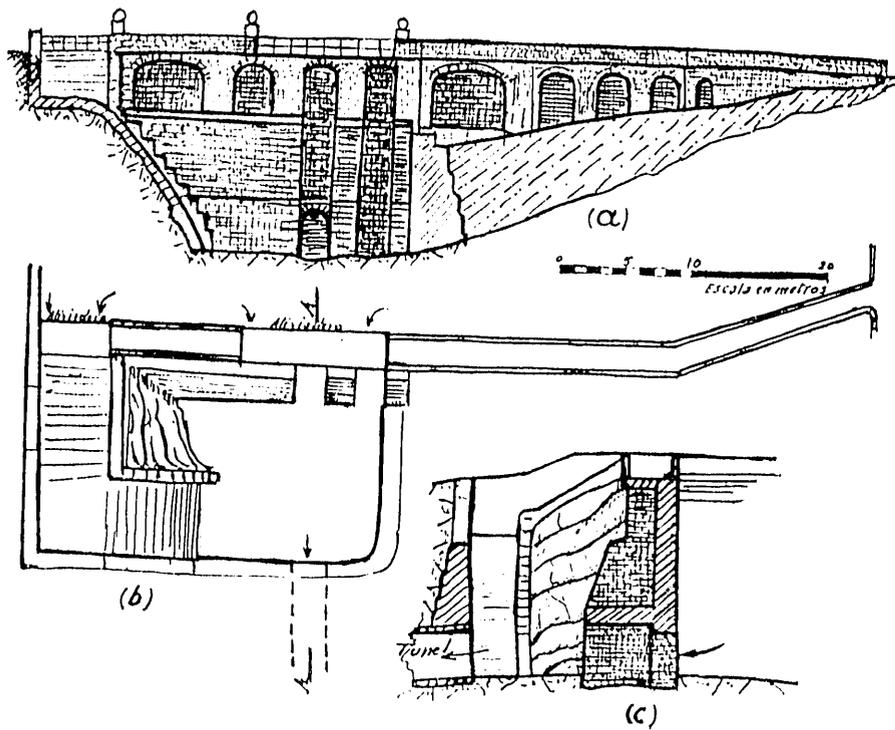


Fig. 5. — Apuntes con dimensiones a estima de la presa de La Olla. a) Alzado. b) Planta. c) Corte-proyección por el plano del desagüe de fondo.

mejante al de la presa de La Olla, y con parecidos propósitos.

En 1849 se hicieron las obras necesarias para abastecer la ciudad con las aguas de la presa de La Olla. Consistieron en la colocación de cañerías y la construcción de doce fuentes públicas. También se realizó la elevación de la presa. Todas estas obras quedaron terminadas en 1853 (5).

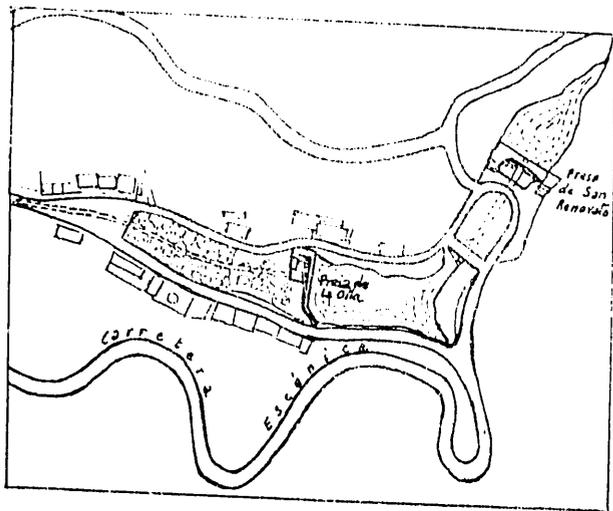


Fig. 6. — Emplazamiento de las presas de San Renovato y La Olla entre calles y jardines, en un extremo de la ciudad de Guanajuato.



Fig. 7. — Vista de la presa de los Santos, en la localidad de Marfil, Guanajuato.

Una legua río abajo de Guanajuato, al borde de la carretera y a un costado del suburbio minero de Marfil, hoy poblado de importantes ruinas, se conserva íntegra la presa llamada de los Santos. Esta presa debió tener alguna finalidad utilitaria, tal como abastecer de agua a las casas e ingenios situados aguas abajo; pero lo armonioso y bien concertado de su disposición y las ocho hermosas estatuas que se yerguen sobre esbeltos pilares edificadas encima de los

contrafuertes de la presa, indican que el propósito suntuario o de prestigio no estuvo ausente al proyectar esta obra (figs. 7 y 8).

La presa de los Santos tiene de común con la de La Olla el que está formada por un muro con paramento vertical aguas arriba y contrafuertes aguas abajo. Su altura es algo menor, de unos 11 metros, pero su diseño es más homogéneo y está mejor dispuesto.

Todavía unos 30 kilómetros aguas abajo, y sobre el mismo río, se encuentra otra presa llamada de los Infantes (fig. 9). Esta, situada en pleno campo, no tiene pretensiones suntuarias

como las anteriores. Consiste en un muro de mampostería, vertical del lado del agua y ataludado en el opuesto, de espesor suficiente como para no necesitar contrafuertes más que en las porciones más altas de la presa. Aun, en estas, los contrafuertes están bastante espaciados.

Las presas del mismo tipo que la de los Infantes debieron ser las más comunes en el período colonial. También se encuentran presas de esta clase que parecen posteriores a la Colonia. Diríase que el modelo desarrollado durante la misma se siguió aplicando por muchos años después.

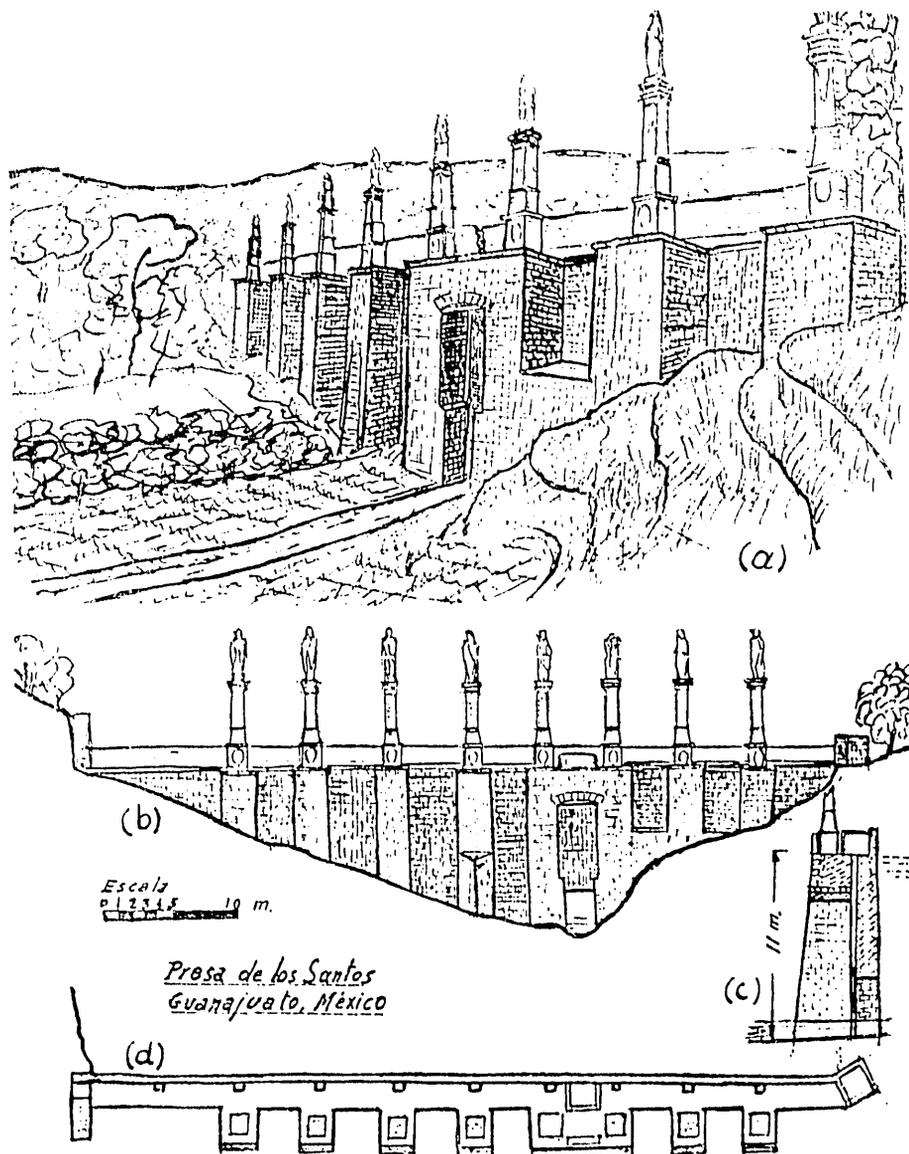


Fig. 8. — La presa de los Santos, según apuntes del autor. a) Perspectiva. b) Alzado. c) Sección transversal por el desagüe de fondo. d) Planta (dimensionamiento a estima).

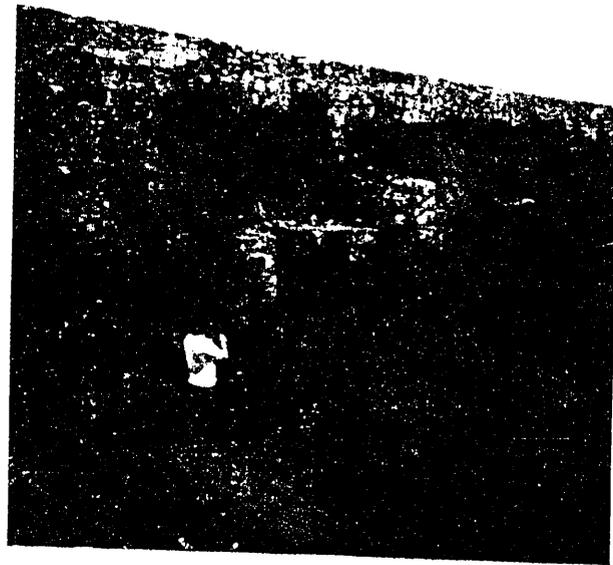
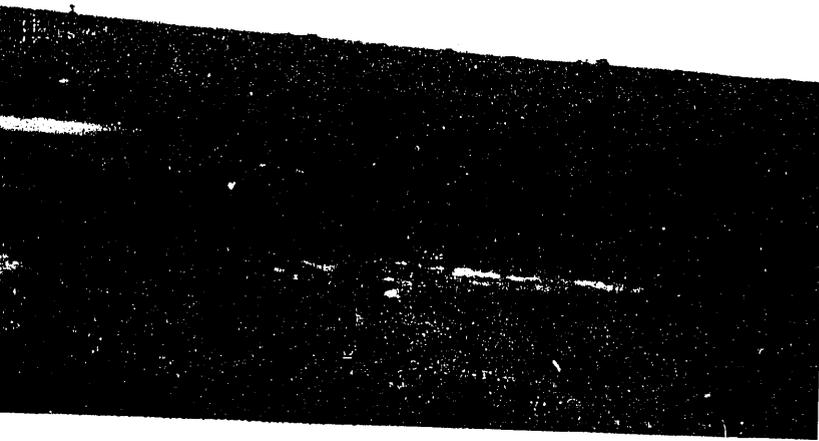


Fig. 9. — Dos aspectos de la presa de los Infantes, del Estado de Guanajuato, México.

La resistencia al empuje del agua en este tipo de presas parece confiada al muro más bien que a los contrafuertes. Su antecedente español sería la presa de Zalamea de la Serena, pero no la Albuera de Feria. Tampoco puede encontrarse precedente a estas presas en las romanas de Proserpina, Cornalbo y Esparragalejo (6), (7) y (8). Tal vez su proyecto esté más en deuda con la presa de Alcantarilla, de la que partía el acueducto romano de Toledo. Pero también puede haberse originado como una aplicación más del muro de contrafuertes, cuyo empleo era tan usual entre los mineros y cuya resistencia tan bien conocían. Es probable que este tipo de muro se haya empleado primeramente en presas bajas y que haya evolucionado ganando en altura y en esbeltez y espaciando los contrafuertes hasta lograr el máximo de economía.

La audacia de las presas de la Nueva España, cuyas dimensiones están muy por bajo de las que requiere la teoría de la estabilidad, ha sido señalada por J. Hinds (9) y más tarde por Smith. Como explicación del hecho debemos tener en cuenta que estas presas fueron construidas en su mayor parte por mineros y hacendados, y en algunos casos por municipalidades, cooperativas y conventos. Es decir, por propietarios particulares que buscarían economizar todo lo posible en su construcción. Para esto seguramente aceptarían como buenas las dimensiones de todas las obras que se tenían en pie. Así, en forma empírica, debieron llegar

a dimensionar esas presas que a pesar de su audacia y del veredicto contrario de la teoría, han aguantado el empuje y el paso de las aguas durante varios siglos.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ESTEBAN A. DE VARONA "Guanajuato". Méjico, D F., septiembre 1956.
2. MODESTO BARGALLO: "La minería y la metalúrgica en la América Española durante la época colonial". Méjico, 1955.
3. CARLOS PRIETO: "La minería en el Nuevo Mundo". *Revista de Occidente*, Madrid, 1969.
4. NORMAN SMITH: "A history of dams". Peter Davis, London, 1971.
5. JOSE LUIS BRIVIESCA CASTREJON: "El agua potable en la República Mexicana". *Revista Hidráulica*. Méjico, abril-mayo-junio 1959.
6. JOSE DE CASTRO GIL: "El pantano de Proserpina". *Revista de Obras Públicas*, 1933, págs. 449-54.
7. RAUL CELESTINO: "Cronología de las fábricas no romanas del pantano de Proserpina". *Revista de Obras Públicas*, 1943, págs. 449-454.
8. Comentarios de Manuel Díaz-Marta al artículo "Don Pedro Bernardo Villarreal de Bériz y sus presas de contrafuerte" y contestación de su autor, José A. García-Diego. *Revista de Obras Públicas*, 1973, páginas 223-238. Ambos estudios contienen información sobre la presa de Esparragalejo.
9. "200 Years-old Masonery Dams in Use in Mexico" *Engineering News Record*, 1 septiembre 1931, páginas 251-253.