

Estudio conjunto sobre la presa romana de Consuegra (*)

Como desarrollo y profundización del artículo publicado en nuestro número de junio de 1980, sobre la presa romana de Consuegra, se presenta a continuación un trabajo conjunto realizado por eminentes especialistas sobre esta importante obra de la historia de la ingeniería, que abordan su estudio desde diversos y complementarios enfoques: histórico, hidráulico, geotécnico, etc. Debido a su extensión el trabajo se publicará dividido en dos partes.

JOSE A. GARCIA-DIEGO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Me excuso de que en la lista que encabeza este artículo aparezca mi nombre en primer lugar. Es sólo en calidad de presentador. Y creo que esta extraña preminencia está bien compensada por volver, otra vez, al final; ya que entonces me toca el peligroso cometido de comparar las opiniones de cada uno.

Mi único mérito es el haber sido, en cierto modo, responsable de esta monografía. Que tengo la satisfacción de decir que, según mis noticias, es la más extensa y profunda que se ha hecho sobre una presa antigua, y quizá también sobre un único conjunto hidráulico romano. O, para no exagerar, quizá haya otras: pero poquísimas.

En mi «Nuevo estudio sobre la presa de Consuegra» con comentarios de Manuel Díaz Marta y Norman A. F. Smith, que publicó esta

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 30 de septiembre de 1983.

Por **JOSE A. GARCIA-DIEGO**

Ing. de Caminos, Canales y Puertos

CARLOS FERNANDEZ CASADO

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

ANGEL DEL CAMPO

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

RAUL CELESTINO

Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

RICARDO BARREDO

Constructor

NIKLAUS J. SCHNITZER

Ing. Dipl. ETHZ F. ASCE

JULIO PORRES

Consejero prov. Bellas Artes. Toledo

RAFAEL DEL CERRO

Lic. en Historia del Arte

FERNANDO MARTINEZ GIL

y **JULIO PORRES DE MATEO**

Lics. en Historia Moderna

ANGEL GARCIA YAGÜE

y **MANUEL LORENZO BLANC**

Dres. Ings. de Caminos, Canales y Puertos

JOSE A. GARCIA-DIEGO

Ing. de Caminos, Canales y Puertos

revista en su número de junio de 1980, me permití pedir a especialistas en diversas materias que dieran su parecer sobre los problemas planteados. A lo largo del tiempo me han ido llegando trabajos, a cuya importancia y calidad acabo de referirme.

Comienzo citando a dos buenos conocedores de la obra que han faltado a la cita.

Había pensado que esto comenzara con un texto, aunque fuera corto, del erudito de Consuegra, Dominguez Tendero. Y no sólo por lo que escribiera sobre las vicisitudes de la estructura, sino porque la última vez que le vi me contó algo que me hizo pensar bastante.

Le había yo mandado ejemplares de la separata y él dio parte a vecinos de la Villa. Y pudo ver algunas veces a grupos de retirados tomando el buen sol manchego y, uno de ellos, leyéndola a los otros; que estaban muy interesados al saber que donde vivían existía algo —o algo más—, en cierto sentido extraordinario.

Como para mí la historia de las técnicas es parte muy importante de la herencia espiritual del pueblo y debería, por tanto, dedicarse

esfuerzos y medios a su difusión, es natural que lo anterior me interesara y agradara mucho.

Desgraciadamente, por sus ocupaciones, no dispuse de esta contribución. A la que yo pensaba haber añadido una foto de alguno de estos grupos.

También lamento mucho que un muy buen experto en la materia, que tiene en su haber trabajos inportantes sobre presas romanas, no me haya mandado tampoco la suya; aunque visitó y creo que con detalle, la obra. Me refiero a Fernando Sáenz Ridruejo.

Puse el primero a Carlos Fernández Casado y ello por dos razones. La primera, el ser el mejor especialista en ingeniería romana de nuestro país y, como tal, bien conocido internacionalmente. Y también porque, aunque no estuvo en Consuegra, la lúcida exposición del desarrollo de las presas de contrafuertes en la antigüedad —en la que, por cierto, se advierte la huella de sus estudios en la gran época de la Universidad Central— constituye una introducción útil y preciosa.

Le sigue otro que tampoco pudo visitar la obra. Angel del Campo, bien conocido por sus valiosos escritos sobre varios temas; en todos ellos al ingenio se une la erudición.

Raúl Celestino es uno de los constructores de primera fila que ha habido en este país. Pero también un excelente especialista en ingeniería romana, que tuvo además la suerte de poder llevar a la práctica lo que como historiador había ideado; ya que restauró las presas más importantes que de aquella época han subsistido.

Me mandó un trabajo analítico verdaderamente notable. Ya que dedicó tiempo a la visita y se hizo acompañar por técnicos muy calificados.

Ricardo Barredo me ha acompañado en muchas de mis excursiones a obras antiguas o restos de ellas. Lo que las hizo mucho más agradables, además de lo que aportaban sus opiniones.

El personaje es bien conocido de muchos compañeros. Como constructor, inventor y por su aportación a que se introdujera el pretensado en España.

Ya he hecho otras veces el elogio de los estudios de Schnitter sobre historia de las obras hidráulicas; tiene una asegurada reputación en los países de cultura. Su última publicación se refiere a algunas en la América de la conquista. Y pronto aparecerá una monografía dedicada, precisamente, a la historia de las presas de contrafuertes.

Añadiré, que es, además, hombre de muy buena compañía como he comprobado varias veces en mis viajes a Suiza. Ya que desgraciadamente los suyos profesionales —es ingeniero de Motor Columbus— le han llevado de América al Extremo Oriente, pero sólo una vez a España.

Con Julio Porres se pasa de los ingenieros historiadores (o a la inversa) a los puros historiadores. También he escrito otras veces sobre él. En cuanto a sus méritos, además del título con el que aquí figura, es cronista oficial de la ciudad y secretario de su Academia de Bellas Artes y Ciencias Históricas.

Le conocí, hace muchos años, a través de Ladislao Reti al que él cita. Yo tenía puesta entonces toda mi ilusión en la reconstrucción parcial del artificio de Juanelo; asunto que tuvo un desgraciado final. Desde entonces hemos mantenido un estrecho contacto en el que el afecto se antepone a nuestro común interés por la Historia.

Del Cerro, Martínez Gil y Porres de Mateo son tres jóvenes licenciados en Historia. Tuvieron la buena idea de concentrar su estudio en sólo una parte del sistema hidráulico, pero de las más controvertidas.

Los dos compañeros autores del último de los trabajos se han distinguido mucho en su especialidad. Lorenzo Blanc fue director del Servicio Geológico de Obras Públicas. Allí trabaja hoy García Yagüe que, además, es profesor en la Escuela de Caminos.

Visitaron tres veces la presa romana y su testimonio es importante, ya que la geología parece ser la clave decisiva para resolver algunos de los problemas.

Debo hacer aquí una observación. Me entregaron un trabajo de unas 9.000 palabras. O sea, mucho más extenso que cualquier otro.

Por ello, y desde luego con su autorización, lo he resumido; aun así, como se vé, no es corto. Tienen la intención de publicar más tarde el texto original completo.

CARLOS FERNANDEZ CASADO (1)

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Debió ser muy difícil para el hombre primitivo el advenimiento de la idea de la presa, atravesándose en el cauce de un río, para reducir, lo más dinámico e impetuoso de la Naturaleza, a quietud y sosiego. El ejemplo del río para la actitud de dominio del «homo faber» conduce a *canalizar*, limitando la zona correspondiente al cauce mediante diques longitudinales que faciliten su fluir y eviten las inundaciones de las márgenes; aclarando así los dominios de ambos elementos, evitando la inutilización de terrenos que solamente ocupa el agua de modo provisional. Es preciso llegar al tercer estadio de la relación del hombre con la Naturaleza, el primero, es imitarla; el segundo, perfeccionar lo que nos da, y el tercero, es ingeniárselas para crear un nuevo modo de ajustar los fenómenos naturales. Pero en definitiva, esto último consiste en combinar las distintas maneras de comportarse *naturalmente* las cosas, en las que el hombre introduce el *artificio* de un plan preconcebido para regular la sucesión de los fenómenos físicos implicados, con el objetivo de que la especie humana obtenga las máximas ventajas materiales, al lograr el nuevo orden.

El hecho de implantar en propio caucé del río un macizo opuesto a su fluencia, es una acción del hombre verdaderamente *violenta* que no la puede aprender en su relación inmediata con el agua; por el contrario, el hombre primitivo debió

(1) Respondiendo al amable requerimiento de mi compañero y colega en Historia de la Ingeniería, J. A. García-Diego, no he querido dejar de aportar mi contribución al interesante tema de las presas de contrafuertes romanas aunque, por causas ajenas a mi voluntad, no he podido realizar una visita a la de Consuegra. Y me he tenido que conformar con aportar datos generales sobre el tema, tomados del libro «Ingeniería Hidráulica Romana» publicado por la colección de Humanidades del Colegio de Ingenieros de Caminos y en el que llevo trabajando más de tres años (un capítulo, el de los depósitos de agua, se publicó en mayo de 1977 en esta misma Revista).

adquirir la experiencia catastrófica de la formación «natural» de presas eventuales por acumulación de arrastres y cuerpos flotantes, que cortan el río durante breves intervalos, pero que terminan por deshacerse produciendo una riada devastadora al precipitarse las aguas represadas, llevándose todo lo que se les pone por delante. En cambio debió de ser fácil llegar a la idea del puente como muro con agujeros que permitía la simultaneidad del paso de las aguas por éstos y el del tráfico humano por encima del muro.

Poniéndonos en el segundo estadio de los que hemos enumerado, el corregir defectos locales nos lleva a la idea de modificar la dirección del cauce, lo que supone en el límite admitir un cambio de 90° en la dirección de los diques que la realizan. El problema del riego intensivo lleva tanto en Egipto como en Mesopotamia a un entrecruzamiento de diques en direcciones perpendiculares (el ideograma del «nomos», la provincia egipcia, es una simple retícula octogonal) llegando a tener siempre en alternativa, diques para encauzar y diques para retener.

Las presas romanas siguen dos líneas de evolución que vienen, desde los tiempos más remotos, caracterizadas por el material utilizado en su construcción. Simplificamos a dos las líneas de evolución, prescindiendo de una tercera línea, que aunque es la de aportación genuina de los ingenieros romanos, queda fuera de nuestro tema actual; empieza con la presa de Cornalbo y termina, en fracaso total, a fines del siglo XVIII, con la de El Gascó en el río Guadarrama, cuando estaba muy cerca de alcanzar los 80 m. de altura.

La primera línea de las dos seleccionadas utiliza como materia prima los materiales sueltos, tanto pétreos en grandes bloques escuadrados pero amontonados sin conglomerante, cuando de tierras sacadas del cauce o de los terrenos próximos, los cuales empiezan empleándose en los diques de encauzamiento y luego con gran éxito en todas las hidráulicas, especialmente si se trata de arcillas fáciles de excavar y compactar y además impermeables. En cambio con los bloques sueltos, consta su fracaso desde la primera realización conocida, pues el agua se escapaba por entre los bloques,

terminando por destruir la zona central, lo que debió ser además en época muy temprana, pues ha quedado poco espesor de sedimentos en el vaso del embalse (Sadd el Kafara).

La segunda línea es la de las fábricas compactas que pueden ser de grandes bloques constituyendo las fábricas romanas y desde *opus incerta* hasta *opus quadrata* o de piedra pequeña (*caementa*) dando la *opus cimenticiae* que es la análoga a nuestro hormigón, hechas coherentes por el conglomerante que les proporciona monolitismo y, por consiguiente, estabilidad, resistencia a la compresión y a la tracción y, además, impermeabilidad.

Al llegar los romanos, las presas se encauzaron en dos tipos muy definidos, que además se localizaban geográficamente según la naturaleza de los cauces: las presas de fábrica coherente para los cauces estrechos de laderas y fondos rocosos que les proporcionaban los materiales propios para sus fábricas, a excepción del cemento, en el cual los romanos aportaron el perfeccionamiento de sus conglomerantes que permitían fábricas verdaderamente resistentes e impermeables. El otro tipo de presa era el de materiales sueltos, obtenidos del propio cauce o de los terrenos próximos, tipo que se adaptaba muy bien a los cauces dilatados de las planas costeras, con fondos de una consistencia análoga a la del material de la presa, en la cual se obtenía estabilidad y consistencia, dando amplia latitud a las secciones transversales y obteniéndose la impermeabilidad del material utilizado, bien dosificado en arena y arcilla. Lo que exigió este segundo tipo de presa fue un perfeccionamiento en los sistemas de regulación del funcionamiento hidráulico, pues mientras que en las del tipo de fábrica consistente, de altura reducida, podía verter el agua por la coronación en caso de avenida, en las de materiales sueltos, esto no debía verificarse de ningún modo, pues acarrearía necesariamente la destrucción de la obra. Había que disponer un aliviadero donde el vertido no produjera erosiones ni en el cauce ni en la propia presa; generalmente eran dos aliviaderos en las extremidades de la misma siendo además de fábricas coherentes y protegiéndose las extremidades del dique de tierra con aletas también de fábrica, encauzando además la devolución al río

de las aguas sobrantes. Hay que tener presente que estas presas no llegaron a la decena de metros en altura, aunque en longitud superaron a veces el kilómetro. Otros dispositivos que fueron perfeccionándose a lo largo de la evolución de ambos tipos, son los desagües de fondo, que permitían vaciar totalmente el embalse, y los dispositivos para dar salida al agua embalsada, en cualquier situación del embalse, para llevarla debidamente regulada y encauzada hacia su destino.

Los romanos impulsaron la evolución de la presa en sí hacia realizaciones más importantes: en las de fábrica coherente mejoraron la resistencia y estabilidad, así como la impermeabilidad por el uso de mejores conglomerantes y la puesta en obra con unas técnicas más perfeccionadas. Además aportaron nuevas formas que su experiencia de constructores de puentes y muros les proporcionaba, así, la del arqueamiento en planta ofreciendo su convexidad contra la corriente del río, y los reforzamientos por contrafuertes o *pies amigos* para impedir el vuelco de las pantallas verticales a la acción de empujes horizontales (del agua o de la tierra).

Las aplicaciones del arqueamiento fueron muy pocas y algunas de ellas ingenuas, pues dada la altura, el espesor y el radio de la mayoría de ellas, no pueden desarrollar mecánicamente su comportamiento estructural de bóvedas. Esta observación debe ampliarse al apuntamiento hacia aguas arriba en las presas de varias alineaciones.

En cambio, la aplicación del contrafuerte fue muy eficaz y dio lugar a numerosas series de presas de pequeña altura para atajar valles amplios, como son las ramblas, *wadis*, etc., de las planas costeras mediterráneas. La eficacia de los contrafuertes salta a la vista al contemplar o recordar los de perfiles triangulares que refuerzan los elevados muros de las acrópolis griegas de Atenas, Pérgamo, etc., que también tuvieron a la vista los constructores romanos.

Las presas de materiales sueltos llegaron a los romanos completamente desarrolladas y las mejoras que introdujeron fueron: el perfeccionamiento de los aliviaderos, tomas de aguas y desagües de fondo a los que ya nos hemos referido. Además, combinaron las ventajas de

ESTUDIO CONJUNTO SOBRE LA PRESA DE CONSUEGRA

los dos tipos expuestos, lo que les permitió, tanto en resistencia y estabilidad como en impermeabilidad, forzar la evolución hacia obras de mayor envergadura. A este tipo de presas mixtas pertenecen nuestras presas de Proserpina y Alcantarilla, que pudiéramos denominar grandes presas romanas con muro de piedra bastante esbelto, asistido por un terraplén del lado de aguas abajo para resistir el empuje de las tierras a embalse vacío. El muro, aunque de perfil trapecial, es casi simétrico para su actuación estabilizadora y resistente en las dos hipótesis de carga indicadas, siendo por consiguiente más desfavorable la del embalse lleno en condiciones normales; pero puede ocurrir lo contrario, y ocurrió con gran probabilidad en la rotura de la presa de Alcantarilla, que paradójicamente se volcó hacia aguas arriba, con tierras del terraplén no muy apropiadas y filtraciones importantes en el cuerpo de presa debidas al sistema de juntas horizontales utilizado en su construcción.

Estas filtraciones pudieron empapar el terraplén y si además la pérdida de agua fue total con desembalse rápido, el empuje del terraplén empapado pudo ser superior al de las aguas del embalse lleno que ya habría resistido en muchas ocasiones a lo largo de su vida, y el muro se rompería girando hacia aguas arriba por la arista de una de las juntas constructivas que falló.

También son presas mixtas, en realidad, las presas de tierra, con diques de este material en toda su longitud, a excepción de las zonas extremas donde van los aliviaderos, que son de pantallas longitudinales y aletas transversales de fábrica coherente. Las torres de toma aparecen únicamente en las presas de bastante altura, presas españolas aludidas, con alturas entre 12 y 17 m., la de Mari con 14 m., la de Harbaka con 21 m. En la mayoría de las presas bajas tenían resueltos con un desagüe de fondo todos los problemas de desagüe, pues no se precisaba jugar con la altura de salida como ocurre en las presas actuales.

En las presas de contrafuertes se trata siempre de fábrica resistente, y la economía de material se suele llevar al límite, disponiendo contrafuertes triangulares o escalonados por el lado de

aguas abajo, sobre un basamento rebosando también en escalonamiento del mismo lado. Los aliviaderos suelen disponerse entre dos contrafuertes coronando en superficie curva la pantalla que los enlaza.

En España tenemos además de las presas de contrafuertes de Consuegra y de Iturranduz, publicadas en esta misma revista por J. A. García-Diego y Fernando Sáenz con su correspondiente discusión, la de Esparragalejo, que publiqué, con su aspecto antes de su restauración a ultranza, en el artículo correspondiente al VII Congreso de Grandes Presas y que llevé al Simposio de Arqueología de Segovia de 1977, junto con la presa de Santa María de la Vega. También se conservan en la zona de

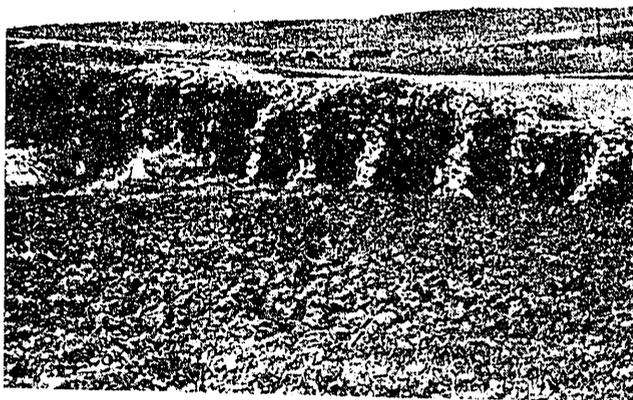


Fig. 1.—Presa de Esparragalejo.



Fig. 2.—Presa de Santa María de la Vega.

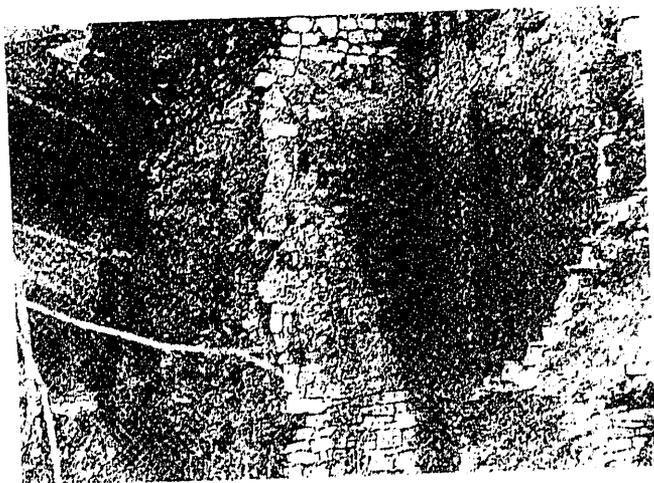


Fig. 3.—Contrafuerte de la presa de Araya.



Fig. 4.—Embalse de Araya, inmediatamente después de una avenida.



Fig. 5.—Presa de Araya. Vista del paramento de aguas abajo y del desagüe de fondo.

Mérida las de Araya, Valverde, Don Tello y el Peral.

Extendiéndonos a la Península Ibérica aparece la de Olisipone o Lisboa a 10 km. de esta última ciudad. tiene una longitud de 50 m. aproximadamente, pero una altura máxima de 7,40 m., que es de las más elevadas en presas de este tipo. Conserva ruinas de tres contrafuertes pero debió tener otros tres o cuatro más. El espesor de la pantalla es de 6,50 m., con espesores de 2,00 m. y con separación de unos 3,00 m. entre paramentos contiguos.

En la rehabilitación de esta presa de Lisboa, intervino Juanelo Turriano proponiendo a Felipe II, cuando era también Rey de Portugal, cuatro soluciones de presa nueva, una de ellas de contrafuertes, a la que debe corresponder el dibujo del manuscrito de Juanelo de la Biblioteca Nacional de Madrid.

La presa de la Araya tiene una altura muy reducida, 3,50 m. máxima y 150 de longitud, contrafuertes rectangulares de sección constante, bastante gruesos, así como la pantalla, y realizados ambos de una mampostería basta y desigual. Tiene un desagüe de fondo elemental en el centro delimitado por un dintel de piedra en la zona de máxima profundidad. Aunque actualmente no embalsa, cumple con sus funciones de laminar avenidas, pues se llena al producirse éstas, filtrando después lentamente el agua retenida y manteniendo agua subterránea para dar verdor a la pradera del vaso donde pastan las ovejas.

Las presas de contrafuertes tuvieron un papel muy importante en la resolución de los problemas hidráulicos de los países de la cuenca mediterránea, iniciados muy pronto en el rincón oriental, llegando a tener soluciones muy ajustadas en las zonas de Jordania y Palestina, donde permitieron desarrollar una agricultura de riego intensivo tan atrayente que los israelitas la convirtieron en su tierra de promisión apoderándose violentamente de ella y expulsando a sus pobladores, los cananeos, que emigraron al Norte de Africa formando el pueblo de los «libios agricultores» de Herodoto y propagando, primero, en su éxodo y en su establecimiento definitivo, después, sus sistemas que resultaban muy apropiados para estas tierras, con pro-

ESTUDIO CONJUNTO SOBRE LA PRESA DE CONSUEGRA

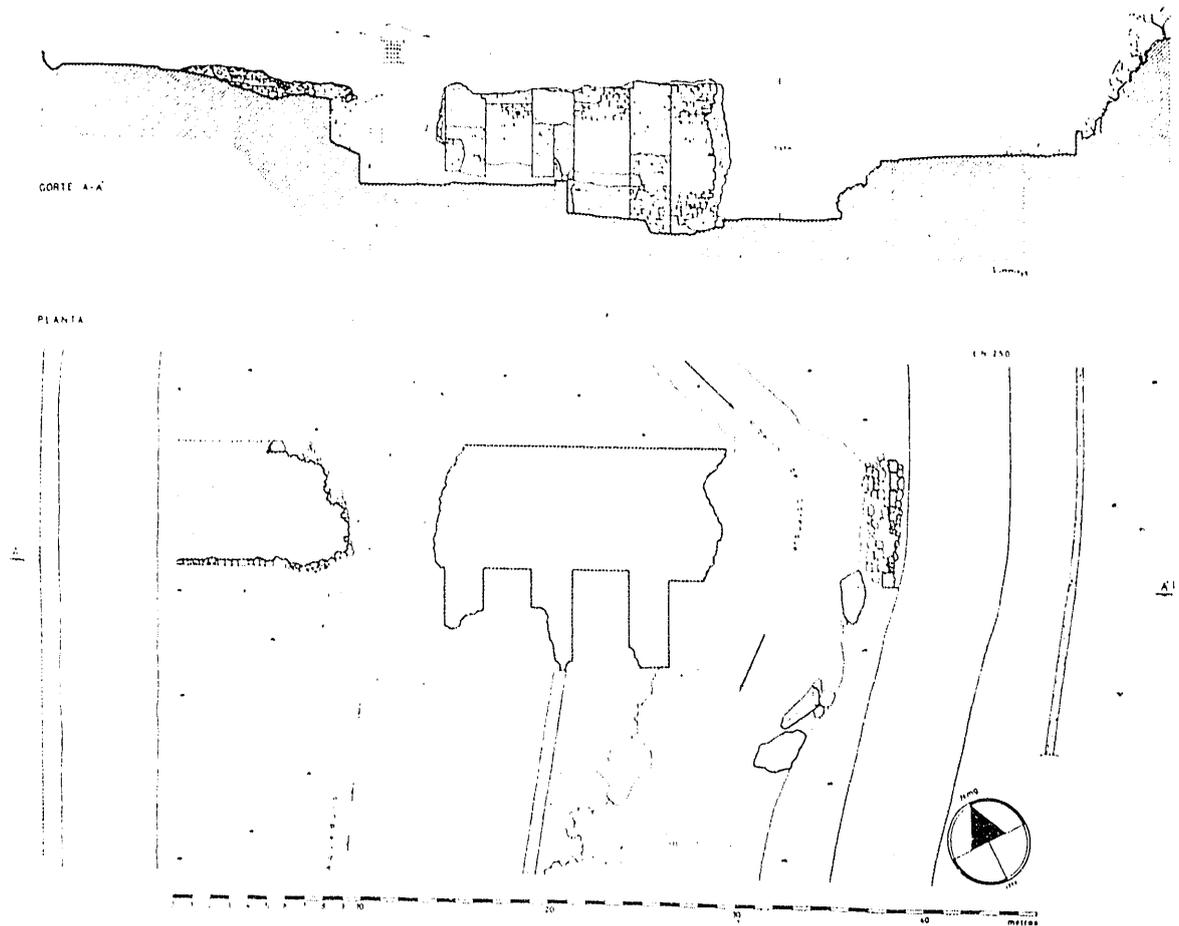


Fig. 6.—Presa de Olisipone (Lisboa). Alzado y planta.

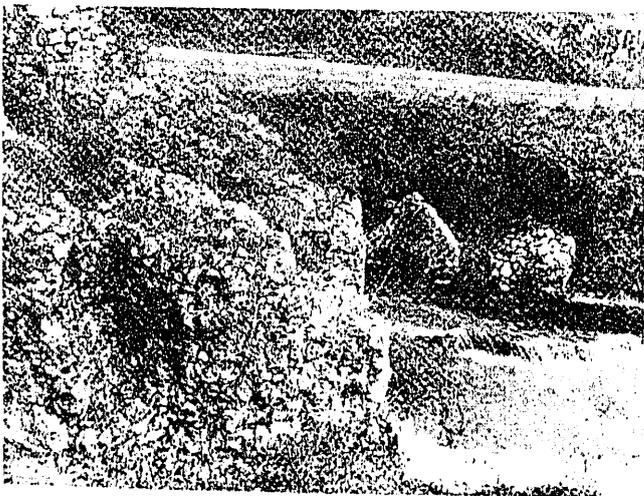


Fig. 7.—Contrafuertes de la presa de Olisipone.

blemas climáticos análogos y creando lo que pudiera denominarse la agricultura de los países cálidos, semidesérticos del Mediterráneo, con tres objetivos fundamentales muy definidos:

aprovechar hasta la última gota del agua caída en el territorio, no perder ni un gramo de terreno fértil y disponer éste en plataformas horizontales para cultivos de riego intensivo.

La infraestructura apropiada para realizar este programa era la de atajar los cauces tanto en las montañas como en las planas costeras mediante presas muy bajas que retuvieran el agua de avenidas, desviando una parte por infiltración a la circulación subterránea, no permitiendo velocidades erosivas en superficie y embalsando el resto para, además de obligarlas a sedimentar su fértil caudal sólido, estuvieran disponibles para el riego en las épocas convenientes. Además, por atarquinamientos planeados anuales y a más largo plazo o por colmatación de los embalses, disponer en escalonamiento la mayor parte del terreno de cultivo.

El ingeniero Vita Finzi ha estudiado en dos artículos, muy interesantes, los restos de las presas realizadas en la Tripolitania durante la

ESTUDIO CONJUNTO SOBRE LA PRESA DE CONSUEGRA

época romana en tres ríos importantes que son: wadi Lebda, wadi Caam y wadi Megenin, datadas en los siglos II y III d.c. que corresponden a la época de mayor esplendor de la dinastía de los emperadores africanos centrados en Septimio Severo. Como ya hemos indicado, las presas no superan la altura de 7 m., aunque las longitudes algunas veces sobrepasan el kilómetro. En el wadi Lebda tenemos una presa de desviación del río para evitar que desembocara en el puerto de Leptis Magna, surtiendo, además, a dos de los depósitos de esta ciudad, cuyo abastecimiento principal proviene del wadi Caam con presa para recoger fuentes permanentes cerca de la desembocadura, elevando el nivel de sus aguas, e incorporándolas al abastecimiento. Esta presa se denomina wadi Sliman, existiendo otras dos en el río principal cuya misión es retener caudal sólido de avenidas para preparar un suelo fértil, donde entonces existían afloramientos estériles rocosos, lo cual fue conseguido plenamente. También contribuían a ello numerosas presas de tierra en afluentes secundarios de los cuales sólo quedan restos de las obras de fábricas de los aliviaderos, pero también las terrazas conseguidas por su colmatación. Por ejemplo, en el wadi Sanima-Bulgalia en la misma cuenca había restos de nueve presas de este tipo; en el curso de su utilización se habían ido recreciendo sucesivamente pero ninguna pasó de los 7 m. de altura. En la cuenca del wadi Lebda existen ruinas de unas 25 presas de fábrica que han conseguido romanizar el terreno en un escalonamiento de terrazas cultivables. En el valle del wadi Caam existen también numerosas presas de fábrica y de tierra;

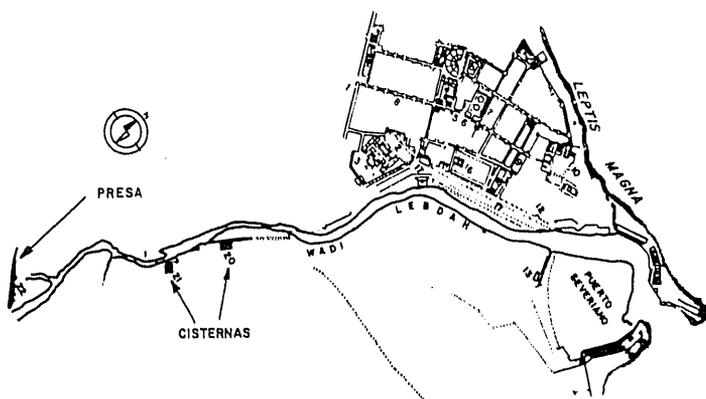


Fig. 8.—Presa en el wadi Lebda.

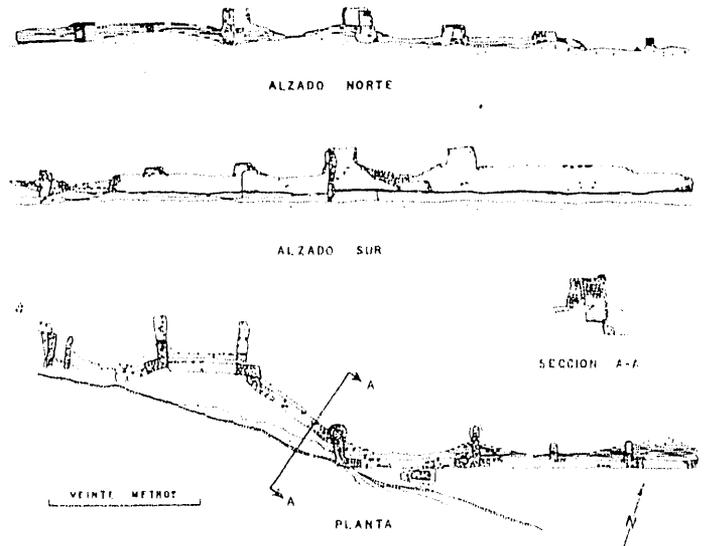


Fig. 9.—Presa I en el wadi Megenin. Según Vita Finzi.

aquéllas en las zonas altas con valles angostos, mientras que éstas forman pequeñas barreras en los amplios valles de la llanura de Tarreglat que llegan al kilómetro y medio de longitud justificando con las hermosas terrazas de suelo cultivable que se han creado artificialmente, el costoso y gran esfuerzo que tuvieron que realizar los agricultores romanos. En la cuenca del wadi Megenin, Vita Finzi ha estudiado seis presas en el mismo río, que durante la época romana sufrieron desplazamiento transversal importante hasta tanto que alguna se encuentra hoy a 200 m. del cauce actual y además ha existido un rebajamiento del nivel del fondo por erosión que las ha inutilizado, aunque en algunas se conservaron restos bastante importantes. Las de más categoría están junto a una colina rocosa que fija el paso y se denomina Sidi Gelani dando nombre a dos presas. El río desciende de las montañas y luego atraviesa una amplia llanura, desembocando en el Mediterráneo por Trípoli (antigua Oea). Su cuenca es una de las más lluviosas de Tripolitania, pero de gran irregularidad pues a veces descarga el total en unos pocos días, teniendo en la zona alta gargantas rocosas muy encajadas y en la llanura cauces muy amplios y suaves.

Los objetivos de la infraestructura de este sistema de presas eran los que ya hemos enumerado y quizás uno nuevo, el de retener la presa al terreno para impedir su desplazamiento a que nos hemos referido. La presa de más

ESTUDIO CONJUNTO SOBRE LA PRESA DE CONSUEGRA

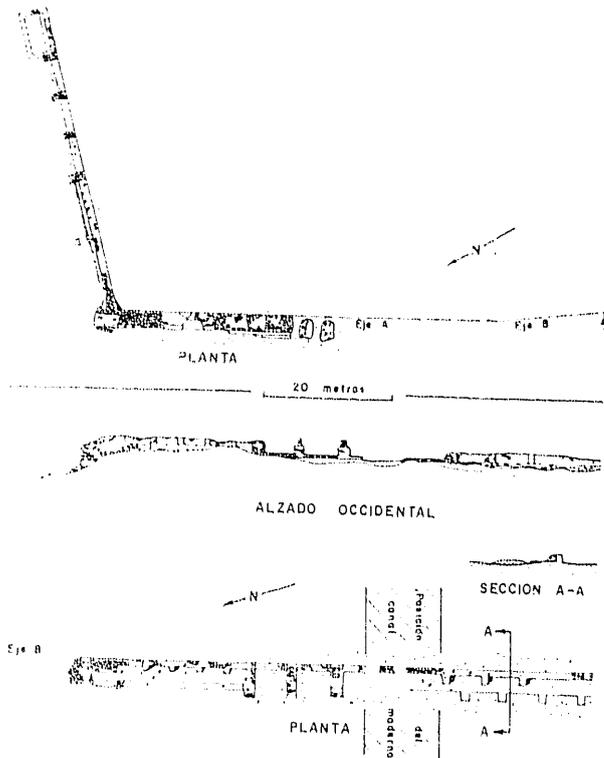


Fig. 10.—Presa II en el wadi Magenin. Según Vita Finzi.

envergadura de toda la serie, denominada II por el autor, se conserva bastante bien y en un principio tenía una longitud de 210 m.; quedaba anclada en las laderas rocosas. La presa tiene una pantalla vertical de 3,35 m. de altura y espesores de 6,65 m. en la base. Además de los contrafuertes, que tienen secciones diferentes según la zona donde están situados, existen cuatro torres a lo largo de ella sobresaliendo por encima con bordes redondeados para hacerlas hidrodinámicas. También debía haber un aliviadero entre dos contrafuertes, pues la pantalla aparece redondeada en este intervalo. Las torres parece que tenían la finalidad de sujetar el cauce. La presa III por el contrario se quedó a 300 m. del nuevo cauce. La presa V tenía 43 m. de longitud, altura de 1 y 1/2 m. y espesor de pantalla de 1 m., reforzada por 7 contrafuertes y redondeada en coronación, por lo que parece que debía verter en toda su longitud. La presa IV está situada en el fondo de una estrecha garganta y tiene forma arqueada con la convexidad hacia aguas abajo. La presa I tiene 2,8 m. de altura, empezó con una alineación recta de 46 m. y se prolongó en diversas fases hasta llegar a 85 m.

Resumiendo los datos de las presas de con-

trafuertes, vemos que su altura es siempre reducida. En las descritas por Vita Finzi, ninguna rebasa los 7 m. lo cual se verifica también en las españolas. La altura máxima de las que hemos reunido es la de Olisipo con 7,45 m., existiendo muchas con altura inferior a 2,00 m. Las dimensiones tanto en pantallas como en contrafuertes son abundantes creo que considerando unas tensiones de trabajo admisibles en sus fábricas están en condiciones aceptables tanto en lo que se refiere a resistencia como a estabilidad. Desde el punto de vista ingenieril pertenecen todas a una fase que pudiéramos llamar «paleotécnica» en la terminología de Munford. En cambio el grupo de presas de mayor envergadura constituido por las tres presas de nuestro país: Proserpina, Alcantarilla y Cornalvo, a las que se pudiera agregar la de Tabarka y alguna otra, están mucho más afinadas en dimensiones y las podemos considerar como pertenecientes a un período francamente ingenieril en cuanto a función y estructura.

Creo que el tipo de presa utilizado en Proserpina y Alcantarilla puede tener un antecedente en los muros defensivos de las ciudades etruscas, aunque tanto en lo que se refiere a condicionamientos funcionales y estructurales no tengan relación. Pero se trata de una asociación de materiales que tuvo pervivencia en el nuevo tipo de obra.

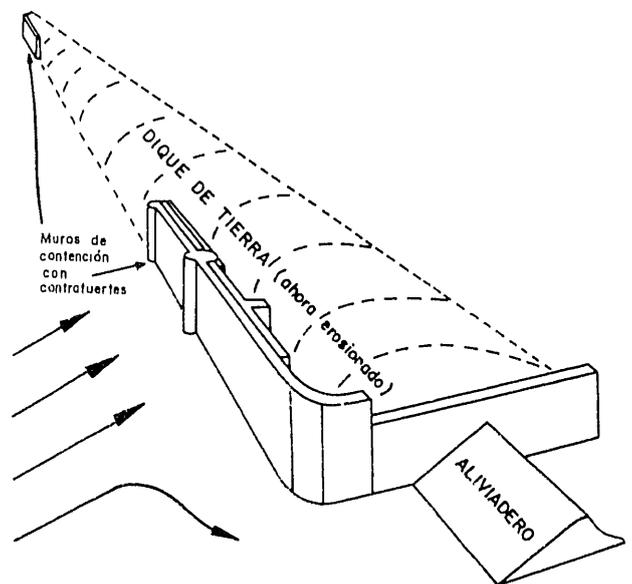


Fig. 11.—La presa de wadi Sliman. Según Vita Finzi.

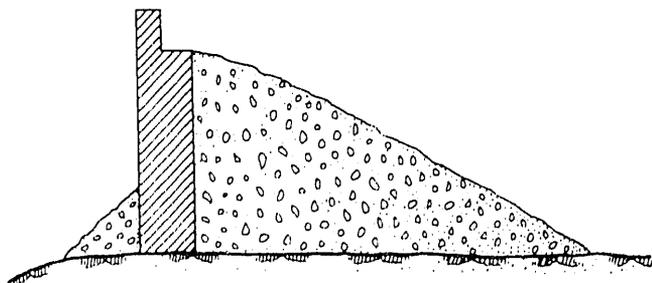


Fig. 12.—Sección de las defensas de la ciudad etrusca de Veyes.

No me ha sido posible visitar la presa de Consuegra por causas ajenas a mi voluntad y no puedo aportar una visión personal sobre algunos de los problemas planteados. Para mí el principal problema está en la discontinuidad existente entre las alineaciones de la pantalla, que aparece en la figura 11 del artículo que discutimos. Considero que el funcionamiento hidráulico queda resuelto con el desagüe de fondo y como en las de Araya, Vega de Santa María y Kardahigar (Turquia). Creo que le estamos exigiendo demasiados testimonios a una obra de altura reducida, construida en un momento paleotécnico y que ha debido soportar numerosas adiciones y reconstrucciones hasta llegar a nuestros días.

ANGEL DEL CAMPO

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Atiendo gustoso a la invitación particular que me formula mi querido y admirado compañero José A. García-Diego, en base quizá a otras circunstancias que me han vinculado con temas históricos, mas no a los de la antigüedad romana. A éstos únicamente he dedicado la curiosa atención del profano que se siente espectador de los que, como él, trabajan e investigan con autoridad de expertos.

Sin embargo, me he atrevido a pergüñar esta nota —nada rigurosa— por mi buen deseo de corresponder a la invitación y contar, sin dudar, con la benevolencia de los arqueólogos que sé son *muy buena gente* y no desprecian nunca las hipótesis intuitivas. A ellas me lanzo,

mas no sin antes puntualizar ciertos extremos importantes:

1.º Por diversas razones no me ha sido posible ir a Consuegra ni, claro es, he visto los restos de la presa que aún perduran, más que en las fotografías publicadas.

2.º Que el único conocimiento que de la cuestión poseo proviene de la publicación en la «Revista de Obras Publicas» del mes de junio de 1980, del «Nuevo estudio sobre la presa...», que firman García-Diego, Díaz Marta y Smith, cuya separata me ha enviado el primero, y que considero un documento importante para —solamente con él— establecer conjeturas.

3.º Que las dimensiones acotadas en las figuras de dicha publicación, las utilizo para sacar ciertas consecuencias, contando con la probabilidad de que tales medidas pudieran ser *bastante* aproximadas, ya que ignoro como se tomaron.

Dicho esto, paso a mi comentario en el que auno —sin citar, en cada caso, a los autores— las conclusiones que deduzco de los tres trabajos publicados conjuntamente y, en cierto modo, me apoyo en algunas de ellas haciendo caso omiso de analogías o diferencias con las otras *presas hermanas* de estirpe.

En mi opinión, los contrafuertes no fueron contruidos con finalidad resistente, en el sentido que hoy les damos a las presas que así se construyen. Para lo que luego diré, me parece observar en las fotografías una mampostería *más cuidada* que en los paramentos, incluso parecen distinguirse sillarejos de cierta labra bastante regular

Ni siquiera una mayor altura del muro pantalla pudiera apoyar la tesis resistente, y en cambio es *interesante* la inclinación o talud que presenta la zarpa —o losa de cimentación— en la zona de «contrafuertes». Tampoco invita a que se les considere como tales sus *variables* separaciones que indudablemente *ignorán* qué magnitud de paramento —cabeza en «T» del contrafuerte— es solidario con ellos. ¿Cabe que los constructores considerasen sus fábricas de mampostería «poco cuidada» y «hormigón tosco» en el núcleo solidarias con otras de enjarje perpendicular y precario, sin achaflanar —u ochavar— los diedros del rincón?

ESTUDIO CONJUNTO SOBRE LA PRESA DE CONSUEGRA

Analicemos los contrafuertes y su zona:

De las figuras y planos 5, 13 y 15, del trabajo original parece está sensiblemente situada en la parte centro-izquierda de la longitud total, más bien tendente a enfrentarse con el cauce primitivo del río. Cada contrafuerte tiene un espesor único de 1,30 m., lo que equivale a decir, en unidades romanas, 1 *ulna* (o 1 *cubitus*); equivalente a 1,33 m. La longitud total de la zona resulta de sumar 14 vanos intermuros de aparentes y escasas diferencias, aleatorias o descuidadas que totalizan —restándole a los 86,30 m. los $13 + 2 \frac{1}{2}$ contrafuertes— 68,1 m. (= 86,3 - 14 × 1,3) de longitud libre, o sea, prácticamente 23 *pérticas* romanas (68,01 m.), ya que 1 *pértica* = 10 *pedes* = 2.957 m. Si al mismo tiempo observamos que el primer vano de la izquierda —el mayor— mide 10,4 - 1,3 = 9,1 m. equivalente muy aproximadamente a 30,5 *pedes* = 3 *pérticas* + $\frac{1}{2}$ *pedes* = 3 *pérticas* + 2 palmos (9,02 m.) nos hace pensar que esta separación no es casual; pero si hacemos un cotejo combinado de los que llamaremos restantes vanos (restando $2 \frac{1}{2}$ contrafuertes a cada uno) podemos establecer el cuadro siguiente:

1. ^o vano	9,1 m.				
2. ^o vano	3,7 m.			12,8 m.	
3. ^o vano	4,5 m.	8,2 m.			
4. ^o vano	4,5 m.	9,0 m.			
5. ^o vano	4,6 m.	9,1 m.			
6. ^o vano	4,5 m.	8,8 m.		27,4 m.	
7. ^o vano	4,3 m.	9,3 m.			
8. ^o vano	5,0 m.	9,5 m.			
9. ^o vano	4,5 m.	9,8 m.			
10. ^o vano	5,3 m.	8,9 m.			
11. ^o vano	3,6 m.	8,5 m.		26,9 m.	
12. ^o vano	4,9 m.	9,3 m.			
13. ^o vano	4,4 m.	8,6 m.			
14. ^o vano	4,2 m.				

Obssevamos que emparejando vanos menores se pueden obtener desagües —llamemoslos ya así— muy semejantes al mayor, que contando con naturales errores de medida, tanto de ahora como de imprecisión entonces (romanos), me llevan a convertir los contrafuertes en partidores y proiongaciones encauzadoras del aliviadero múltiple y graduable. Aclaro algo más la idea:

No puede dudarse de que los restos de la presa fueron desmantelados a través de los siglos en sus elementos pétreos mejor labrados y que la presa hubo de tener una coronación. En ella y en la zona indicada se estableció el aliviadero de superficie con vertederos y compuertas (de madera) que se acoplaban a los macizos sobreelevados en cada contrafuerte por encima de la coronación antedicha. El espaldón que indudablemente soportaba la pantalla en toda su longitud, en esta zona, con sus cajeros laterales, hubo de tener un encachado de piedra para que el agua vertiente no arrastrara la tierra.

Pienso que el aliviadero mayor garantizara el caudal normal del río, que lógicamente quedaba así regulado con independencia del aprovechamiento abastecedor del embalse.

Muy posiblemente, los contrafuertes se prolongarían en cajeros o encauzamiento inicial del río en los primeros tramos abajo de la presa. Creo que hubo encauzamientos hacia la derecha, para aprovechar los vertidos que se distribuían por los vertederos menores con fines agrícolas de riego. (Desconozco el estado actual de la cuenca para poder apoyar esta hipótesis de encauzamientos secundarios, que lógicamente no habrá el menor resto de ellos.)

Ni que decir tiene, que creo que el portillo o rotura por la estribación izquierda de la pantalla fue un auténtico fallo técnico de cimentación y encaje de contrarresto en una ladera blanda. Suelen los diques precarios morir por sus extremos. Por igual razón, en el lado opuesto no hay pantalla y se mete un camino por el gran espacio que quedó sin ella por razones análogas.

Sobre desagüe de fondo, no veo claramente su posible funcionamiento. Creo que efectivamente lo hubo y por ello muy fundada la hipótesis de la figura 16 del estudio original y aunque parezca cogido por pelos, en esta toma

y en las compuertas de los aliviaderos, encuentro explicación para ese corte y desplazamientos de la pantalla unos metros a la derecha:

De las grandes piedras bien labradas de la coronación de la presa y de sus pilas de compuertas habría que preguntar a las edificaciones del pueblo. ¿Cuántos castillos medievales son más ruinosos por la utilización de viejos sillares? Pero es que, a la coronación habría que subir y bajar por un lado y otro del muro principal. Cómo limpiar y reparar los cierres de compuertas y ¡sobre todo los de la toma —o tomas— aguas arriba en el fondo! Escalones de piedra, grandes y bien labrados constituyeron una doble escalera de la que pronto los de Consuegra dieron cuenta (figura 13).

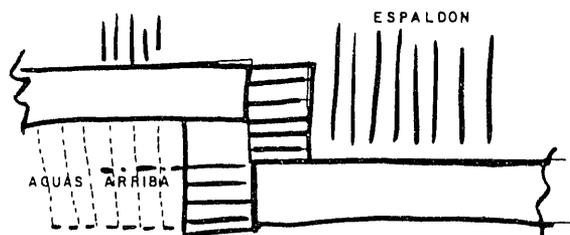


Fig. 13.

Esto es cuanto me ha sugerido el buen trabajo de mis sabios y expertos compañeros.

Seguro que además de *non vero* estará todo esto *male trovato*. No ha de olvidarse que soy aficionado a la «ciencia-ficción».

(Continuará).