

Análisis químicos, de rocas que han resultado aprovechables, para la fabricación de «sand-cement».

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	H ₂ CO ₃	SiO ₂ soluble.
1	44,72	14,30	19,26	8,30	7,48	2,30	2,00	»	1,64	12,57 (basalto).
2	48,08	16,06	15,39	7,78	6,64	1,60	3,20	»	1,89	19,00 (idem).
3	74,88	1,14	13,60	0,90	0,37	3,89	3,35	»	0,88	2,11 (granito).
4	74,64	1,14	13,42	0,80	0,39	3,86	3,38	»	1,66	2,37 (idem).
5	75,66	2,12	11,76	2,30	1,78	»	»	»	5,42	14,60 (toba).
6	72,32	2,01	13,85	1,20	0,39	»	»	0,31	3,78	4,01 (idem).
7	50,96	6,57	18,37	10,20	0,45	3,92	»	»	7,26	12,98 (basalto).
8	80,52	2,00	10,02	0,80	0,71	3,85	»	»	2,10	7,18 (arenisca).
9	82,40	1,40	10,00	0,80	0,61	1,31	0,86	»	1,90	6,42 (idem).
10	99,60	0,31	»	»	»	»	»	»	»	1,64 (cuarzo).

Que la sílice soluble reacciona con la cal para la formación de un compuesto hidráulico, no puede negarse, puesto que á ninguna otra causa puede atribuirse el fraguado y endurecimiento de las puzolanas, finamente molidas y amasadas con cal ordinaria.

La sílice de las puzolanas está en gran parte en estado coloidal por haberse formado bajo la acción de una gran presión y del vapor de agua, condiciones que se pueden restablecer artificialmente, y de un modo industrial se hace en la fabricación de lo que los alemanes llaman *kalk-sand-bricks*.

La preparación de este material depende de este hecho, y el proceso de la fabricación consiste en mezclar arena sílica con una pequeña cantidad de cal y moldear la mezcla en forma de ladrillos, que se someten á la acción del vapor de agua á presión. Los granos de arena se convierten en su superficie en sílice soluble, que se une con la cal para formar un compuesto que cementa la masa, dando á los ladrillos una gran resistencia á la compresión.

Todos los materiales aptos para la fabricación del *sand-cement* muestran alguna tendencia á fraguar dentro del agua cuando se mezclan en polvo fino con un peso igual de cal y se fabrican probetas de mortero normal, la presencia de los óxidos de sodio y potasio favorece la reacción, y en algunos casos se ha comprobado que es necesaria para que haya fraguado. Este es el procedimiento que debe seguirse para averiguar si una roca es aprovechable para la fabricación del *sand-cement*.

No todos los Ingenieros están conformes con la anterior teoría para explicar el efecto que produce en el *sand-cement* la presencia del polvo fino de una roca, ya afirman que la resistencia del *sand-cement* se explica simplemente por el hecho de que la pulverización del cemento en presencia de otro material determina en aquél un grado de finura que al permitirle una hidratación más completa proporciona para una cantidad más pequeña de éste una masa igual de material activo y apto para hidratarse durante el fraguado.

Explican también el efecto indudablemente más energético de las rocas que contienen sílice por la dureza de ésta, que hace al polvo de sílice actuar como elemento pulverizador del cemento.

El efecto de la mayor finura de molido es muy conocido; pero, sin embargo, á continuación damos algunas cifras que muestran su cuantía.

Las pruebas se hicieron con mortero normal y las cifras se refieren á probetas rotas á los veintiocho días.

	Kilogramos por centímetro cuadrado.
Cemento del comercio.....	15,80
Molido por dos horas.....	20,70
Idem por cinco ídem.....	24,60
Idem por catorce ídem.....	26,70

No es, pues, extraño el encontrar aumento de resistencia en cementos pulverizados en presencia de un material más duro. Sin embargo, es de importancia el hecho de que cuanto más sílice soluble tiene una roca tanto más apta es para la fabricación del *sand-cement*, siendo este hecho muy característico en las tobas y cenizas volcánicas que no son materiales excesivamente duros. Nos encontramos, pues, con que ambas teorías son racionales, y no siendo incompatibles, creemos que los dos hechos en que se fundan deben concurrir para dar al *sand-cement* sus propiedades, sin que se pueda decir, en el estado actual de nuestro conocimiento del *sand-cement*, cuál de los dos hechos tiene mayor importancia.

Pero no solamente las experiencias de laboratorio abonan las buenas cualidades del *sand-cement*, sino que, como ya hemos dicho, su resultado en obras de importancia excepcional aseguran sus excelentes propiedades y posibilidad de empleo en grande escala. Un material como éste, que, realizando una considerable economía sobre el cemento portland, presenta sensiblemente su misma resistencia, es de un valor excepcional en ingeniería, y si tenemos en cuenta que su fabricación no exige carbón, como el cemento, sino solamente fuerza, veremos que su empleo está indicadísimo en nuestro país, siendo de desear que su fabricación industrial comience, ya que es difícil encontrar en España una obra de importancia suficientemente grande para que esté justificada la instalación de una planta especial análoga á las instaladas en América en Elephans Butte y Arrewhrock.

Sin embargo, aun con obras de menor importancia puede resultar conveniente en nuestro país el montaje de una planta especial, por el elevado precio que alcanza el cemento, y el precio más elevado aún de los transportes. La Compañía Riegos y Fuerza del Ebro, S. A., está considerando la conveniencia de su empleo en dos presas de embalse, una en el Noguera-Pallaresa y otra en el Segre, que se propone construir cerca de la confluencia de estos ríos, en término municipal de Camarasa. De desear sería que así lo realizara para tener cerca de nosotros una experiencia en grande escala de este material.

Los anteriores datos, recogidos en varias revistas y libros americanos, son, sin duda, incompletos, pero no dejan lugar á duda de que nos encontramos en presencia de un producto cuya importancia ha de llegar á ser grande, y que merece ser cuidadosamente estudiado.

José SOLANA.

CONGRESO DE CIENCIAS DE VALLADOLID

UNA NUEVA FABRICA DE CEMENTO PORTLAND

MEMORIA

PRESENTADA EN LA SECCIÓN DE CIENCIAS APLICADAS

POR

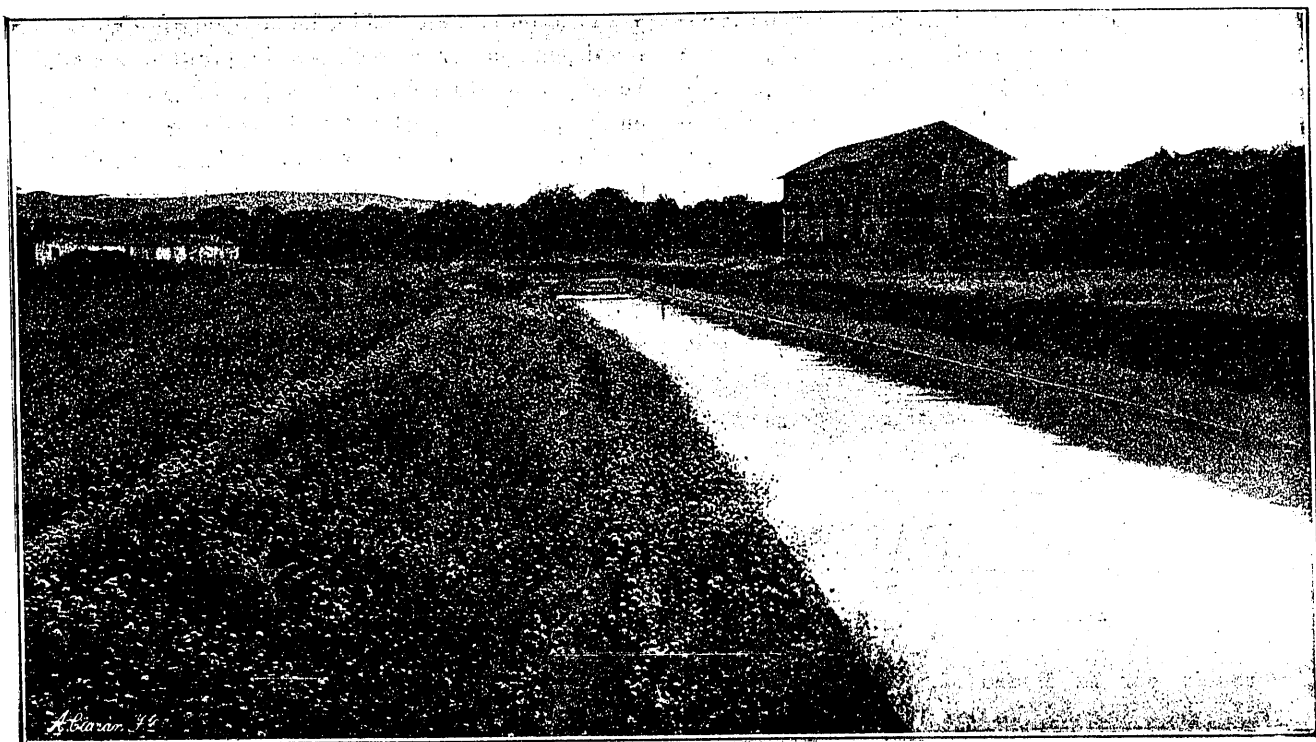
D. ANTONIO LÓPEZ FRANCO

Ingeniero de Caminos (1).

(CONCLUSIÓN)

La zona más débil que resulta en las inmediaciones del paso del cilindro al tronco del cono ha sido reforzada por un zuncho de 80 centímetros de altura, eficaz como armadura simétrica de dos barras de 30 milímetros, atadas cada 30 centímetros con estribos de alambre de 5 milímetros.

(1) Véase el número 2107.



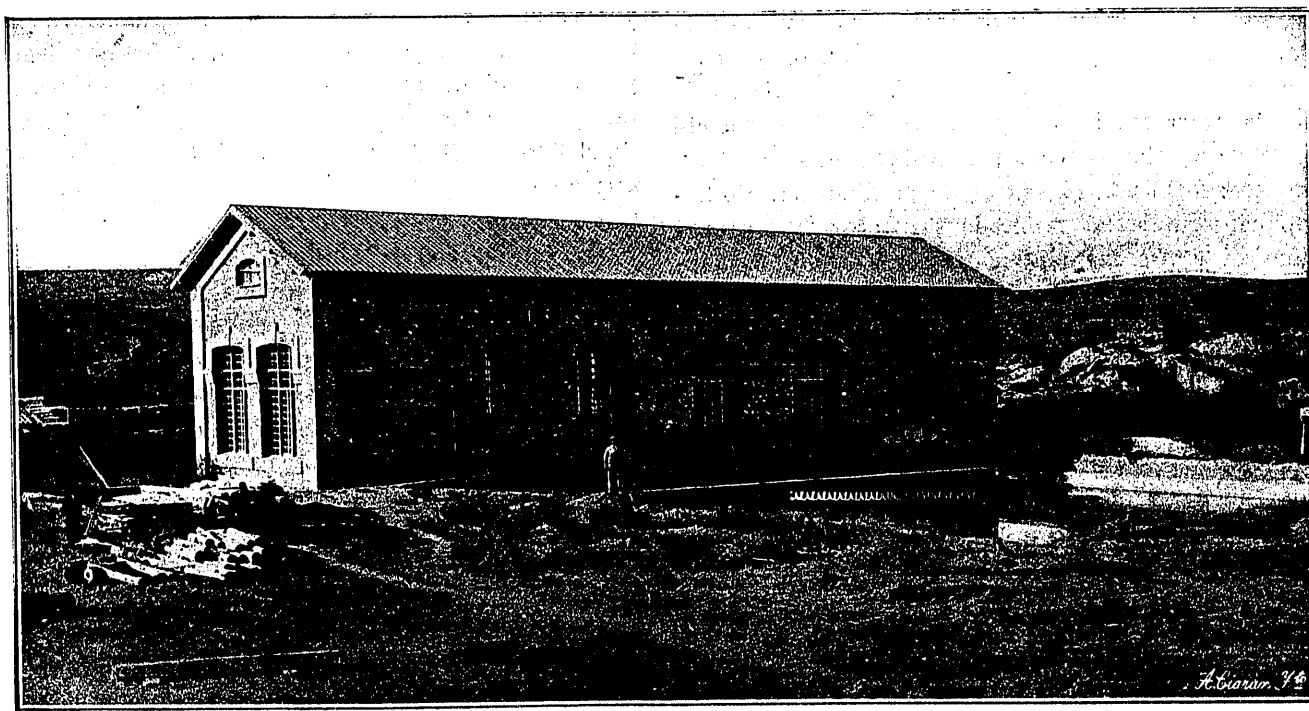
APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO—CANAL Y CASA DE MÁQUINAS

En la parte troncocónica inferior se ha tenido en cuenta además del empuje la flexión producida por el peso del cemento, el cual por metro lineal medido, según la circunferencia media de la corona proyección horizontal del tronco, tiene por valor

$$P = 40.500 \text{ kg.}$$

por lo cual se han colocado en el sentido de las generatrices seis barras por metro lineal de 24 milímetros de diámetro, armadura que se prolonga en la parte cilíndrica con barras de 10 milímetros espaciadas 25 centímetros.

Como se ve, la Casa constructora ha hecho los cálculos ba-



APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO—CASA DE MÁQUINAS

y como el espesor de esta corona (luz de la flexión) vale aproximadamente

$$l = 2 \text{ metros}$$

el momento flector máximo será:

$$M = \frac{l}{10} Pl = 810.000 \text{ kg. por cm.}$$

y las fórmulas corrientes nos dan:

$$\text{Espesor vertical eficaz.... } e = 0,04 \sqrt{M} = 36 \text{ cm.}$$

$$\text{Sección de la armadura.... } \omega = 0,03 \sqrt{M} = 27 \text{ cm.}$$

sados siempre en los métodos racionales derivados de las teorías de la elasticidad y colocándose siempre en las hipótesis más desfavorables, dejando con esto un margen para tener en cuenta acciones secundarias tales como repidaciones, desniveles producidos por asientos de las cimentaciones, cargas accidentales durante los montajes y reparaciones de la maquinaria, etc., etc., imposibles de figurar de una manera directa en los cálculos.

Por último, debemos hacer notar que en el tiempo en que lleva la fábrica funcionando y, sobre todo, durante el período de montaje, el que suscribe ha tenido frecuentes ocasiones de ver

sometido incidentalmente á la construcción ó pruebas de resistencia en condiciones sumamente perniciosas y completamente imprevistas, tales como depositar piezas pesadas de maquinaria y amontonar las bolas de los molinos en los pisos, cargar diferenciales para elevar pesos en voladizos de más de un metro, y otras muchas, sin que por ello se haya notado la menor anormalidad.

CURSO DE CONFERENCIAS

ORGANIZADO POR EL ATENEO DE JEREZ

TITULADO

ALREDEDOR DEL PANTANO

Primera conferencia por D. Pedro M. González Quijano,
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1).

(CONCLUSIÓN)

Mi querido amigo D. Fernando García Riquelme, que ha heredado de su padre, con las excelentes dotes que le adornan, el fervor y el entusiasmo por estas obras, ha explicado en recientes artículos publicados en la Prensa local algunos de estos incidentes, los de más práctica enseñanza; no podría hacerlo yo mejor y por eso á ellos he de referirme y á ellos remito al curioso. Bástemle decir, por lo que á la ejecución de las obras se refiere, que el verano de 1906 se empleó casi exclusivamente en preparar la campaña del verano siguiente, durante el cual, reunidos ya todos los elementos necesarios, fué posible aprovechar el estiaje del río para limpiar de acarreos el cauce y efectuar el relleno del cimientito que descansa sobre la roca, que ha sido preciso ir á buscar en algunos puntos hasta 14 metros de profundidad. No hubiera podido conseguirse tal resultado sin aprovechar para el trabajo, como así se hizo, las veinticuatro horas del día, mediante la formación de tres turnos de obreros, de los cuales el de la noche trabajaba alumbrado con lámparas de acetileno.

Al terminar aquella campaña de verano, el cimientito llegaba ya á flor de agua, pero el túnel lateral perforado en la roca que sirve de estribo á la presa, y por el cual se desviaba el río para que no interrumpiera el trabajo, sólo tenía sección suficiente para desaguar sin carga el caudal de estiaje, ó todo lo más el ordinario de invierno, y hubiera resultado insuficiente á la menor avenida. Por esta circunstancia se interrumpió el trabajo con la llegada de las primeras lluvias y no se reanudó ya en el cauce hasta la primavera siguiente de 1908, continuándose desde entonces sin interrupción hasta coronar la presa en 1910.

Faltaba por construir el aliviadero, parte importantísima de la obra, cuyo estudio definitivo se había reservado para poder tener un conocimiento más perfecto del régimen del río, mediante la observación minuciosa de las avenidas durante la construcción de la presa. También el aliviadero quedó terminado en 1912, y en el 13 empezó la obra de los canales, detenida en los años anteriores por falta de recursos suficientes, falta que había sido general para todas las Juntas de Obras de España, pues hay que consignar como deber de justicia, y Jerez lo debe saber para conocer sus deudas de gratitud, que la Administración central no se ha mostrado nunca avara con esta obra, y que si alguna rara

vez el dinero ha escaseado, ha sido siempre en momentos de general penuria por estrecheces de presupuesto explicables unas veces por la situación precaria del Tesoro y otras por el retraso en la aprobación parlamentaria de determinados créditos, nunca por la mala voluntad ni por las decisiones arbitrarias de Ministros ni Directores, ni mucho menos del alto personal encargado de estos servicios, los cuales todos han rivalizado en prestar á la obra las facilidades económicas y administrativas que leyes y reglamentos permitían.

Empezaron, como os decía, los canales y empezaron por contrata. La contrata, como todos sabéis, porque se trata ya de sucesos recientes y han sido, además, recordados hace pocos días en los artículos á que antes he aludido del Sr. García Riquelme, llegó á un completo fracaso y fué preciso rescindirla, aun antes de terminar por completo el plazo de ejecución, nueva prueba de la solicitud y del interés prestado á nuestros asuntos en los Centros directores.

Rescindida la contrata, han continuado las obras por administración, y en este solo año se ha ejecutado en los mismos trabajos casi cuatro veces más obra que en los dos años en que se dependió de la torpe y perezosa marcha del contratista, demostración también concuyente de la justicia con que se solicitara la rescisión.

En la actualidad, las obras por administración continúan, nuevos trozos acaban de aprobarse y se empezarán en breve, los recursos no faltan y el riego, que podrá quizás este mismo verano llegar á las tierras más próximas á la presa, se extenderá pronto por zonas cada vez más amplias.

Tras esta rápida ojeada histórica, permitidme algunas cifras y ligeras explicaciones que os ayuden á formar idea de lo que las obras representan y de la entidad de los problemas que plantean. Limitada en su origen por las altas montañas que tienen su centro y cumbre culminante en las inmediaciones de Grazalema y lateralmente por las divisorias que la separan de las vertientes al Guadalete y al Barbate, la cuenca del Majaceite, medida aguas arriba de la Angostura, presenta una superficie de 600 kilómetros cuadrados.

La variabilidad de la lluvia, no sólo desde el punto de vista de las precipitaciones totales anuales, sino también por su distribución distinta durante el año, no permite calcular con exactitud por solo esos datos el caudal del río, y por eso sólo es conocido éste con relativa precisión desde que las obras empezaron y ha llegado á observársele con alguna constancia y minuciosidad. En la mayoría de estos años han pasado por la Angostura más de 150 millones de metros cúbicos; el año más seco para el efecto, que fué el de 1906-07, arrojó, sin embargo, 81 millones. y en el de 1911-12, á pesar de haber sido después la primavera extraordinariamente seca, fueron aforados 220.

Con el Pantano en su estado actual, pueden recogerse 76 millones y medio, y recreciendo en 2 metros el umbral del aliviadero de superficie, para lo cual todo el resto de la obra está dispuesto, ese embalse puede elevarse á 93 millones. Hay, pues, la seguridad casi absoluta de llenar el actual todos los años y, en la inmensa mayoría de ellos, también el que resultara del aliviadero recrecido, y aun el que pudiera formarse elevando el nivel otros 2 metros por medio de alzas móviles que se abatieran durante las avenidas, lo que permitiría embalsar hasta 112 millones de metros cúbicos.

Veamos ahora qué representan esos números tan fáciles de decir como difíciles de imaginar. Todos conocéis el depósito de las aguas que abastece á la población: su capacidad es de 21.000 metros cúbicos; en casos extremos y limitando el servicio á algunas horas, las necesarias para satisfacer todas las necesidades

(1) Véase el número 2108.