

bución. Los motores de riego elevarán a la vez el consumo y el factor de carga y permitirán, por tanto, precios de la energía más ventajosos, sobre todo si ésta procede de un gran sistema que produzca y distribuya en alta económicamente, con diversidad de consumos, aumentada provechosamente por las electrificaciones rurales.

Los beneficios de las electrificaciones rurales, ampliamente estimados y experimentados ya en varios países, son especialmente recomendables para comarcas tales como la castellana, de población casi exclusivamente agrícola. La electrificación del solar castellano parece ofrecida por la Naturaleza, en legítima compensación de otras desventajas, como el medio de obtener la elevación moral y material de sus habitantes. Refiriéndola nada más al problema de los riegos, la electrificación rural ayudará poderosamente al desarrollo de los mismos, por cuanto suplirá, siquiera en parte, la baja densidad de población en la región, y consentirá la implantación, desde el primer momento, de cultivos que requieren mano de obra abundante y económica, sustituyendo ésta por fuerza eléctrica de iguales condiciones.

La electrificación rural y la Confederación Hidrográfica del Duero

Para el aprovechamiento en riegos de las aguas

subterráneas es primer requisito indispensable disponer de energía económica. En la cuenca del Duero es posible producirla, y queda indicado que su precio para el regante debe mejorar sensiblemente si procede de distribuciones generales muy amplias y de distribuciones locales para el consumo rural inverso. Pero después aquellos riegos sufren de las mismas dificultades que los efectuados con aguas superficiales, requiriendo, por tanto, todas las variadas asistencias sabiamente incorporadas al programa de las Confederaciones Hidrográficas. Sólo éstas se hallan capacitadas para establecer y desarrollar, en extensiones considerables, los riegos por elevación.

Las circunstancias y modalidades de la cuenca del Duero que quedan bosquejadas: mejor aprovechamiento de las corrientes, aumento de la extensión total regada, armonía entre los secanos y los regadíos, facilitación de la puesta en riego y beneficios de todo género causados por la electrificación rural (singularmente indicada para Castilla), parecen aconsejar que, mirando el problema con la dilatada perspectiva con que hoy se trazan los planes del Ministerio de Fomento, la Confederación Hidrográfica del Duero complete su actuación encargándose del establecimiento y desarrollo de los riegos con aguas subterráneas, y la perfección, elaborando y ejecutando un plan de electrificación rural de su cuenca.

Ricardo RUBIO
Ingeniero de Caminos

Un nuevo material de construcción

El mortero celular

Si la ciencia de la construcción puede enorgullecerse de su rápido progreso, hay que reconocer que la lista de los materiales que emplea no tiene grandes aumentos. Los que terminamos la carrera con el principio del siglo, encontramos ya el hormigón armado en su período de desarrollo; el ladrillo de cal y arena, fabricado en autoclave, estaba también a nuestra disposición, y los aglomerantes asfálticos comenzaban a emplearse, si bien no tan abundantemente como en la actualidad.

Pudiéramos decir que sólo hemos visto nacer las nuevas aleaciones del hierro y las del aluminio con otros metales ligeros. El inmenso desarrollo de la química, sobre todo en la rama de la síntesis, apenas ha producido cuerpos que sean de gran provecho como materiales de construcción, si se exceptúan las pinturas y barnices.

Por esta razón creemos de utilidad dedicar unos renglones a un material nuevo para nosotros y acaso para muchos ingenieros y arquitectos: el hormigón celular.

Por primera vez le vimos en el Congreso Internacional de Ensayos de Materiales, celebrado en Amsterdam hace pocos meses.

Galantemente nos cedió una muestra nuestro distinguido amigo, el eminente ingeniero de Puentes y Calzadas M. Mesnager, ingeniero consultor o delegado técnico de la Sociedad que explota la patente en Francia.

Cierto que no estábamos completamente desprovistos de materiales ligeros, propiedad característica

del que nos ocupa, pues los ladrillos flotantes son de todos bien conocidos, así como el *moler* y los tabiques de serrín de corcho, empleados casi exclusivamente como revestimientos; pero el mortero celular es completamente distinto de los citados y susceptible de mayores aplicaciones, según nuestras noticias.

Éstas han sido adquiridas leyendo los resultados de los ensayos hechos por reputados laboratorios de distintas naciones. Aunque nos merecen completo crédito, deseamos disponer de material suficiente—que no sabemos se fabrique aún en España—para comprobar sus características.

Se prepara este material introduciendo en la pasta de cemento y agua, o en la de cemento, arena y agua, un producto que forma una espuma persistente un cierto tiempo y que, al desaparecer, queda el material lleno de numerosas celdillas o cavidades, repartidas con una homogeneidad perfecta. Su aspecto es el de las esponjas de caucho, tan empleadas actualmente.

Su fabricación es sencillísima, lo mismo a mano que en una hormigonera corriente.

Según las aplicaciones, se fabrica con distintas densidades aparentes, siendo la escala de ésta muy amplia: desde 250 a 1 200 kilogramos por metro cúbico. El peso y la dosificación sirven para clasificarle: así, un mortero de 0,7 y 1 : 2 expresa que contiene una parte de cemento por dos de arena y que pesa 700 kilogramos por metro cúbico.

Sus propiedades principales, aparte la ligereza, ya mencionada, son la escasa conductibilidad calorífica, suficiente resistencia para la construcción en espeso-

res corrientes, incombustibilidad y mínima capacidad de absorción de agua.

La poca conductibilidad calorífica se debe a la fabulosa cantidad de burbujas—que parece se encuentran por millares de millones—que tiene por metro cúbico. Como estas burbujas forman celdillas completamente cerradas, resulta el conjunto muy mal conductor.

Los valores del coeficiente de conductibilidad para el mortero celular son los siguientes:

Densidad (kg/m ³)	Valores de λ_0
200	0,030
300	0,055
400	0,065
500	0,090
600	0,100
800	0,140
1.000	0,200
1.200	0,270

Comparado con otros materiales de construcción, se puede formar el cuadro siguiente:

	Densidad (kg/m ³)	Poder aisiante
Corcho.....	150	28,6
Mortero celular para aislamiento....	300	20,4
Moler (diatomeas).....	420	14,5
Madera seca.....	600	7,1
Mortero celular para tejados....	800	6,3
Mortero celular para tabiques....	900	5,3
Mortero celular para muros.....	1.100	4,0
Ladrillo ordinario.....	1.750	1,5
Hormigón.....	2.200	0,8

La resistencia varía, como es natural, suponiendo el mismo cemento y la misma arena, con su dosificación, densidad y tiempo transcurrido desde el amasado. Las cifras que a continuación insertamos, tomadas de distintos ensayos, se refieren a seis semanas de edad.

		RESISTENCIAS	
		Kg. por cm. cuadrado	
		Aplast. ^o	Traclón
Cubos cemento y espuma	500 kg/m ³ ..	15	2
»	» 700 » ..	40	4
Mortero (1 : 1)	» 500 » ..	5	1
» (1 : 1)	» 1.000 » ..	40	7
» (1 : 2,5)	» 1.000 » ..	25	5
» (1 : 2,5)	» 1.200 » ..	45	9
» (1 : 4)	» 1.000 » ..	17	5
» (1 : 4)	» 1.300 » ..	65	10

La adherencia a las varillas de acero también parece que es considerable, puesto que, según datos que tenemos a la vista, un hormigón de 1400 kilogramos con la dosificación de uno de cemento por dos de arena da un esfuerzo de adherencia con varillas de 10 mm de 23,7 kilogramos por centímetro cuadrado.

Con las heladas no sufre alteración el mortero celular, puesto que sumergidos los cubos veinticuatro horas en agua han sufrido, sin deterioro, 25 heladuras. Aunque no se indica la temperatura, es de suponer que sea la generalmente admitida en estos ensayos.

Si consideramos la composición del mortero celular, no es difícil suponer que ha de ser incombustible. Así lo comprueban numerosos ensayos de laboratorio. Calentada con un fuego fuerte durante hora y cuarto

una viga de mortero celular armado no experimentó alteración sensible. Placas de 60 por 100 centímetros y 6 centímetros de espesor de un mortero de 700 kilogramos por metro cúbico, fueron calentadas por su cara inferior hasta alcanzar la temperatura de 700° C. Durante el ensayo, que duró hora y media, la cara superior solamente llegó a calentarse hasta 55° C.

Si parecía natural que el mortero poroso fuese incombustible, no creímos, al examinar las muestras presentadas en Amsterdam, que apenas absorbiese agua, y fué preciso que el sabio Mesnager nos lo probase experimentalmente.

Sumergido un cubo de mortero de densidad inferior a la unidad en una vasija con agua, y manteniéndole en esta posición lastrándole convenientemente, se observa que no se embebe de agua y que, al quitar el lastre, vuelve a flotar.

Rotas algunas probetas prismáticas de 50 por 50 milímetros de sección, después de prolongado contacto con el agua, se vió que el líquido sólo había penetrado unos 12 milímetros. Este resultado parece comprobar que los poros o celdas son cerrados y no comunican unos con otros, formando canales. El aire que llena las celdas queda allí encerrado y dificulta el paso del agua.

Por esta misma razón debe resultar un material bastante insonoro.

De las propiedades del mortero poroso se deducen cuáles deben ser sus aplicaciones.

Si se trata del de densidades, 600 a 1 100 kilogramos por metro cúbico, su empleo más adecuado es la construcción de muros y cubiertas, sustituyendo al ladrillo ordinario, la teja, etc. Puede contarse con una resistencia de 30 kilogramos por centímetro cuadrado, debiéndose emplear en los cálculos un factor de seguridad igual a cinco.

Los paramentos exteriores se enlucen como las fábricas ordinarias.

Las losas para techos, tabiques, rellenos de entramados, etc., se hacen de mortero de 700 a 1 000 kilogramos, y sus dimensiones ordinarias, siempre, naturalmente, que su empleo lo permita, son 200 por 50 centímetros, y espesor de 6 a 12 centímetros.

Los morteros más livianos, de 300 a 600 kilogramos, se emplean principalmente como aisladores, unas veces recubriendo los muros o tabiques de otros materiales, y, más frecuentemente, sustituyéndolos por completo.

Parece muy indicado para aislar tuberías de vapor, calderas, cámaras de refrigeración etc. Cuando se trata de mortero de 200-300 kilogramos es preciso fabricarle en el mismo sitio de utilización; los de mayor densidad y resistencia se transportan en piezas ya fabricadas, como los bloques de hormigón corriente, ladrillos, etc.

Hemos visto fotografías de edificios muy variados contruidos con mortero celular. Algunos tienen tres pisos y los espesores de muros son de 25 centímetros en la planta baja y 20 centímetros en las restantes.

Nada sabemos de los precios a que resulta este material, pues, como ya hemos indicado, los datos citados han sido tomados de certificados de laboratorios y ya se sabe que esta documentación suele ser ajena a la cuestión económica. Por otra parte, no tenemos relación alguna, próxima ni remota, con la entidad propietaria de la patente.

FÉLIX GONZÁLEZ

(Del Laboratorio de Ingenieros militares)