

además, se reconoce ahora generalmente que, cualquiera que sea la naturaleza del esfuerzo ejercido, flexión, tracción, compresión, cortante, perforación, etc., puede un mismo mortero romperse bajo la acción de cargas bastante diferentes, según las condiciones en que se ejecute el ensayo, de modo que las resistencias no permiten comparar varios productos ó morteros más que si se midieron exactamente de la misma manera.

Por ejemplo: en los ensayos de flexión las resistencias, determinadas en diferentes experimentos, pueden ser las mismas si las dimensiones de las pruebas no difieren demasiado entre sí y si se opera sobre morteros relativamente recientes (véase la fig. 2 que se obtiene por la comparación de las resistencias F_{16} y F_1 del cuadro B); pero no sucede lo mismo con secciones que difieren mucho, sobre todo cuando, por razón de una carbonatación superficial, la masa deja de ser homogénea. Experimentos directos nos han enseñado que, en este caso, la composición de las capas próximas á las paredes tenía una influencia preponderante.

En los ensayos por tracción, M. L. Durand-Claye estableció que los esfuerzos desarrollados en diferentes puntos de la sección de las pruebas no eran los mismos, de manera que el cociente obtenido, dividiendo la carga total de rotura por la sección, no daba el valor real de la resistencia específica, y que este cociente debía variar según la dimensión del modelo de prueba.

Sin embargo, hemos comprobado que había proporcionalidad entre las resistencias obtenidas con los diversos tipos. La figura 3, en la cual se han comparado las resis-

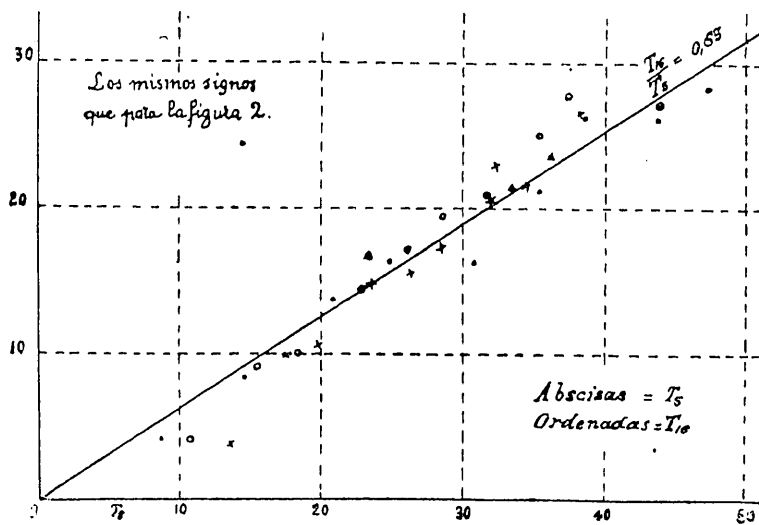
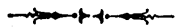


Fig. 3.

tencias T_5 y T_{16} del cuadro B, muestra claramente que las segundas son iguales, próximamente, á 0,63 de las primeras. Otros experimentos nos enseñaron que los prismas de 16 centímetros cuadrados de sección mínima daban sensiblemente las mismas resistencias que los semi prismas de la misma sección, ensayados en el citado experimento, y que estas resistencias eran, por término medio, los dos tercios de las que daban los prismas normales de sección reducida de 5 centímetros cuadrados.

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL



REVISTA EXTRANJERA

Propiedades de los cementos y de los morteros.

Una Comisión de ingenieros y arquitectos italianos ha realizado recientemente estudios prácticos sobre el cemento armado, y varios periódicos técnicos extranjeros han dado cuenta de los resultados obtenidos y de las reglas generales que han formulado. Vamos á resumir á continuación estas reglas en vista del interés que ofrecen para todos los constructores.

Antes de tratar de la preparación del hormigón y de sus aplicaciones á la construcción, conviene resumir sucintamente, desde un punto de vista práctico, las principales cualidades que debe reunir un buen cemento, las condiciones á que debe satisfacer, etc.

En efecto, si el cemento de Portland (y hasta cierto punto también el cemento romano) son considerados con mucha razón como materiales de gran utilidad para las construcciones más atrevidas, la seguridad perfecta de aquellas construcciones se funda en la buena calidad del cemento.

La *apariencia* de un cemento es de poco valor para apreciar sus condiciones.

Sin embargo, se debe observar que los buenos cementos de fraguado lento son de color gris ó gris oscuro, ya sean naturales, ya artificiales, mientras que los de fraguado rápido son amarillentos ó de color amarillo claro.

Se atribuye gran importancia á la finura del polvo; según las prescripciones de Tetmajer (1887), el tamaño más conveniente es el de un cemento que pasa por un tamiz de 900 mallas por centímetro cuadrado (siendo el diámetro de los hilos de $\frac{1}{10}$ de milímetro), sin dejar más de 15 por 100 de residuo.

M. Candlot ha preconizado posteriormente el empleo de tres cedazos de 324, 900 y 5.000 mallas por centímetro cuadrado; los residuos deben ser respectivamente 0; 6 por 100 y 25 á 30 por 100.

La *densidad aparente*, ó el peso de un volumen determinado de polvo de cemento, medido de modo que se obtenga el mínimo de asiento, es considerada como un carácter físico importante; para los buenos cementos de Portland, varía de 1.100 á 1.500 gramos por litro; el *peso específico* ó densidad real varía entre 3 y 3,15.

No es bueno emplear el cemento inmediatamente después de su fabricación; conviene conservarlo almacenado durante algunos meses en locales bien secos.

Se consideran como cementos de fraguado rápido aquéllos que, en condiciones ordinarias de temperatura, comienzan á fraguar de 5 á 15 minutos después de mezclados con agua pura; y como cementos de fraguado lento, los que no empiezan á fraguar sino después de media hora, según unos, y de una hora según otros. El fraguado es completo al cabo de algunas horas en los cementos de fraguado rápido, y al cabo de 6 á 24 horas en los de fraguado lento. Durante el fraguado, la elevación de temperatura es sensible para los cementos de fraguado lento, y á menudo considerable para los de fraguado rápido.

Salvo en algunos casos especiales, se deben preferir los cementos de fraguado lento, por ser más fácil preparar con ellos buenos morteros y hormigones, y por su mayor resistencia.

Un buen cemento puesto en obra, al aire ó en el agua, no debe experimentar variación de volumen durante el endurecimiento; después del fraguado, resiste perfectamente á las más fuertes

heladas, como también á temperaturas elevadas hasta de 100° y aun más. Alcanza, además, un grado satisfactorio de impermeabilidad.

Los *ensayos de resistencia* á que se someten los cementos se efectúan generalmente por medio de ejemplares de ensayo de cemento puro ó de mortero con la dosis de 1 de cemento por 3 de arena.

Las resistencias mínimas á la *tensión* deben ser para el cemento puro:

25 kilogramos por centímetro cuadrado al cabo de 7 días, fraguado lento;

35 kilogramos por centímetro cuadrado al cabo de 20 días, fraguado lento;

14 kilogramos por centímetro cuadrado á los 7 días, fraguado rápido;

24 kilogramos por centímetro cuadrado después de 20 días, fraguado rápido.

Siendo la resistencia á la compresión 10 veces mayor próximamente, las mínimas que se deben exigir son:

De 250 kilogramos por centímetro cuadrado á los 7 días;

De 350 kilogramos por centímetro cuadrado al cabo de 28 días.

Los buenos cementos dan frecuentemente resultados superiores á los que acabamos de mencionar, tanto por compresión como por extensión.

La *arena* empleada en la fabricación de los morteros no debe contener sustancias terrosas ni ser de grano fino. La arena pulverulenta no da más que morteros de poca resistencia. La mejor arena es la compuesta de granos gruesos (dependiendo esto, sin embargo, de la aplicación de que se trate) mezclados con granos finos, pero no pulverulentos; la relación más conveniente de esta mezcla es de dos volúmenes de granos gruesos por uno de granos finos. Los morteros que produce esta arena son compactos, de gran resistencia y económicos, puesto que exigen menos cemento á igualdad de resistencia.

Las resistencias de los morteros crecen en general con la proporción de cemento hasta cierto límite (volúmenes iguales de arena y de cemento), porque, en este caso, la resistencia del mortero es igual á la del cemento puro; en los morteros muy áridos, se puede descender hasta 100 kilogramos de cemento por metro cúbico de arena, pero nunca á una proporción menor que ésta.

(Se continuará.)

Fijación de las pinturas exteriores sobre enlucidos de cemento.

Se extiende sobre el cemento una capa de ácido sulfúrico y después que está seca, otra de cera amarilla disuelta en aguarrás, para obtener una encaústica, que se iguala frotando con un trapo. Terminada esta operación, el cemento puede recibir cualquier clase de pintura sin que sea de temer la alteración de las tintas.

Otro procedimiento consiste en cubrir simplemente el cemento con una capa de barniz de goma laca y pintar sobre ella. Este procedimiento ha sido empleado con éxito en paramentos lisos de basamentos de edificios, pero se ha observado que no siempre es perfecta la adherencia de esta capa, que á veces se desprende y se agrieta.

También dan buenos resultados el ácido hidrofluosilícico y el fluato de la casa Faure y Kessler, según se dice. Hay además el líquido Caron (gluco-metálico) y otros varios líquidos especiales. El líquido Caron, que es incoloro y de consistencia de jarabe,

se emplea extendiendo sobre el enlucido tres baños antes de aplicar la pintura. La primera debe ser muy nutrida, como se usa en el caso de materias esponjosas; ataca enérgicamente á la cal. La segunda produce menos efervescencia, y el efecto de la tercera es nulo ó casi nulo. Debe transcurrir algún tiempo entre la aplicación de dos capas consecutivas. El empleo de este procedimiento produce buenos resultados, pero se debe esperar á que el enlucido de cemento esté bien seco antes de proceder á las operaciones descritas.

Reconstrucción de un depósito de agua con cemento armado.

Se ha ejecutado en Orleans una obra de cemento armado que ofrece positivo interés.

Se trata de un depósito de fábrica de 6.500 metros cúbicos de capacidad; la altura del depósito es de 5^m,50, su longitud de 55^m,80 y el ancho de 31^m,80. La fábrica era de ladrillo con mezcla de mortero de cal y cemento de escorias. El enlucido tenía 0^m,03 de espesor y se componía de 500 kilogramos de cemento de escorias por metro cúbico de arena. Toda la obra se ejecutó esmeradamente y no se observó ninguna grieta ni el menor asiento. Mas, cuando se llenó de agua, se vió que había escapes de importancia; lejos de disminuir con el tiempo, como sucede en los depósitos contruidos con mortero de cemento de Portland, estos escapes fueron en aumento, hasta el punto de que la pérdida llegó á ser de 60 metros cúbicos cada noche. La ausencia de grietas indicaba claramente que los escapes procedían exclusivamente del enlucido de cemento de escorias y que no se debía pensar en aumentar el espesor ó en rehacer el enlucido con el mismo cemento. La falta de impermeabilidad del cemento de escorias es, en efecto, muy conocida; este cemento exige mucha agua, lo cual hace que queden en el mortero numerosos huecos, y además carece de la propiedad de hacerse después impermeable por la formación lenta de hidrato de cal cristalizado, como sucede con el cemento de Portland.

M. Durand, Ingeniero de la ciudad de Orleans, decidió revestir toda la superficie interior del depósito con un enlucido de cemento de Portland con armazón metálica; el gran número de depósitos contruidos por este procedimiento, siempre con buen resultado, inspiraba gran confianza y al mismo tiempo era una solución sencilla y económica.

El enlucido de cemento armado no tiene más que 0^m,04 de espesor.

BIBLIOGRAFIA

Extracto de las materias relacionadas con la Ingeniería, contenidas en los sumarios de diversas revistas extranjeras publicadas recientemente.

Génie civil (28 Agosto).—Las minas de oro de la Nueva Zelanda, F. Schiff. Sustitución de las puertas de Penarth Docks, en Cardiff, G. Richou. — (3 Septiembre). Perfeccionamientos recientes introducidos en las locomotoras inglesas. — (10 Septiembre). Alumbrado eléctrico del Palacio Borbón en París.

Annuaire de la Société météorologique (Agosto). — Sobre la constitución de la atmósfera y la niebla crepuscular, Ritter.

Chronique industrielle (20 Agosto). — Nueva estufa de Cartorius, A. L. — (27 Agosto). El motor «Duplex» de doble efecto, A. Lombard. — (3 de Septiembre). El agua potable en París.

Electrical Engineer (26 Agosto). — Los tranvías eléctricos de Bradford. Instituto de Ingenieros de Marina. — (2 Septiem-