

Adelantemos, sin embargo, que aunque sólo sea por el momento, no disponemos de datos ni estadísticas para hacer un estudio serio y que, por consiguiente, sólo se trata de eso, de una idea que a primera vista parece factible y que había de dar buenos resultados.

El método que se sigue en las Confederaciones y organismos bajo cuya inspección se ejecutan las grandes obras hidráulicas y que fué iniciado en la del Ebro, es el de que la administración suministra el cemento a los contratistas y para ello se redactan ya los proyectos, teniendo en cuenta esa diferencia. Nadie puede dudar de los buenos resultados del sistema, que garantiza la cantidad y calidad del cemento empleado. Pues bien; hagamos lo mismo con los betunes asfálticos.

Se podrían establecer en los puertos de desembarque importantes y en Madrid unos organismos dependientes directamente del Estado, encargados de recibir el producto extranjero y de hacer análisis detenidos de su composición. De estos centros se proveerían las Jefaturas y el Circuito, para después emplearlo en las carreteras dándolo a los contratistas y pagándolo directamente con la inclusión, como actualmente, de la partida correspondiente en los proyectos. Las ventajas son grandes indudablemente, pues aparte de la garantía en la calidad del producto, hay la de menor coste, ya que desaparece un intermediario. Pero aun hay más. La diferencia entre el precio de adquisición del betún por dichos centros y el de venta a las Jefaturas, podría calcularse de manera que dicho margen no sólo sirviera para sostener dichos centros, sino que les permitiera el tener a su cargo otra misión importantísima a la que actualmente no puede atenderse, y es la de realizar ensayos de firmes y orientar así a los distintos Servicios que

luego han de ejecutarlos en la elección de los que mejor satisfagan las necesidades del tráfico y clima.

No hemos hablado de las emulsiones, pero fácilmente se comprende que su problema queda desde luego perfectamente resuelto, ya que en su sencilla fabricación no han de tenerse en cuenta más intereses que los que exija la técnica para su buena calidad y por consiguiente podrían emplearse con absoluta confianza.

Vamos a hacer un resumen de todo lo expuesto para analizar sus ventajas, partiendo de la base de que la tonelada de betún asfáltico o de emulsión tuvieran para las Jefaturas y en definitiva para el Estado los precios que tienen actualmente; a pesar de que creemos que estos precios podrían rebajarse, sería posible sostener, con la diferencia entre los de adquisición y venta, los organismos encargados de su análisis y fabricación, que al mismo tiempo harían ensayos de firmes. Esto se haría *sin desembolso alguno* para el Estado y además *garantizaría* la calidad de los productos. Los centros, situados en puntos estratégicos de la Península, abarcarían grandes zonas a las cuales serían los encargados de abastecer del material y al mismo tiempo de dirigir y orientar a las Jefaturas de la zona en las clases de firme más conveniente por sus condiciones climatológicas, etc.

Antes de terminar queremos insistir en que se trata de una idea que en principio nos pareció aceptable. La lanzamos desde aquí por si hay alguien que pueda disponer de los datos necesarios y la recoge para hacer un estudio detenido. Nosotros por nuestra parte hemos de intentar hacerlo, y de todos modos, si no esto, algo hay que estudiar para resolver este problema tan importante, en el que todos caminamos un poco a ciegas.

José de CASTRO GIL,
Ingeniero de Caminos.

Revista de revistas

Influencia de la temperatura ambiente en los morteros y hormigones de cemento de Portland.

En el último número de la revista *L'Age du Ciment*, boletín técnico de la Société Anonyme des Chaux et Ciments de Lafarge, aparecen dos interesantes artículos sobre este interesante tema: uno de ellos, relativo a la temperatura de conservación de las probetas de mortero de 1 a 3 plástico, y otro, a la velocidad de endurecimiento de los hormigones; y como quiera que estas cuestiones las consideramos, aunque muy diferentes, muy relacionadas con nuestros trabajos en el laboratorio de la Escuela, que conocen los lectores de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, nos creemos en el caso de dar cuenta a los mismos del contenido en los citados artículos.

* * *

En el primero, que, como ya hemos dicho, se ocupa de la influencia de la temperatura de conservación sobre las resistencias de los probetas en mortero normal plástico, hace referencia, primeramente, a la repercusión de las condiciones atmosféricas, especialmente la temperatura, en las resistencias de los hormigones en las obras, de las que hace un pequeño resumen, haciendo resaltar las particularidades siguientes:

Son poco conocidos, en general, los efectos que las variaciones de temperaturas del ambiente pueden ejercer sobre las resistencias de las probetas de mortero normal, destinadas a la determinación de las condiciones de un aglomerante.

En las obras, el hormigón, expuesto al aire libre y sin más protección que los encofrados, sólo eficaz al principio, puede estar sometido, según las estaciones, a temperaturas muy espaciadas, y, en cambio, en los locales destinados a conservación de probetas, en los laboratorios exclusivamente contruados para este género de ensayos, se puede contar con una temperatura y un estado higrométrico prácticamente constantes.

En los laboratorios instalados a pie de obra, o en los que se hayan aprovechado otras construcciones, no se puede contar con la misma constancia de ambiente, y, aunque las oscilaciones serán siempre menores que en las obras, son capaces de repercutir sensiblemente sobre las resistencias de las probetas, y, de no ser tenidas en cuenta, pueden dar ideas falsas sobre la calidad del aglomerante que se ensaye, base de posibles discusiones con los suministrantes.

La temperatura total influyente es la resultante de las parciales siguientes:

1.^a Temperatura del mortero en el momento de amasado, que a su vez es función de las temperaturas de los materiales, arena y agua.

2.^a Temperatura del ambiente en el local donde son desmoldadas las probetas.

3.^a Temperatura del agua donde son sumergidas dichas probetas.

La influencia de la primera es relativamente pequeña, pues el volumen reducido de las probetas y el empleo de moldes metálicos, buenos conductores del calor, hacen que su temperatura se equilibre rápidamente con la del medio ambiente ¹⁾ siendo, por tanto, ésta y la del agua de inmersión, las que ejercen la verdadera influencia.

Se exponen a continuación los resultados de múltiples ensayos sobre probetas de tracción en forma de ocho y cubos de 0,05 m. de lado para compresión, confeccionadas con arreglo al pliego de condiciones francés vigente actualmente para las primeras y que se exigirá en el próximo a adoptar para las de compresión, sometidas a la influencia de oscilación de temperaturas comprendidas entre $+10^{\circ}$ y $+25^{\circ}$ C., llegando a la consecuencia de que, con igualdad de todas las demás circunstancias influyentes, una variación de 1° C. lleva consigo otra en el mismo sentido en las resistencias a tracción y a compresión de las siguientes cuantías:

6 por 100 a los dos días

3 por 100 a los siete días

1,5 por 100 a los veintiocho días

deduciéndose que la acción de la temperatura del ambiente de la conservación va disminuyendo con el tiempo.

Traduciendo en kg./cm.² los resultados anteriores, partiendo de las siguientes resistencias medias obtenidas con cementos de la clase 20/25 ².

	TRACCIÓN	COMPRESIÓN
Dos días	15 a 20 kg./cm. ²	150 a 200 kg./cm. ²
Siete días	22,5 a 27,5 »	250 a 300 »
Veintiocho días. . .	30 a 35 »	350 a 400 »

se llega a los resultados siguientes:

	TRACCIÓN	COMPRESIÓN
Dos días	1 kg./cm. ²	10,5 kg./cm. ²
Siete días	0,7 »	8 »
Veintiocho días. . .	0,5 »	5,5 »

Se hace después la observación de que, prescribiendo el pliego de condiciones a que el artículo se refiere, la temperatura de conservación de 15° y siendo ésta muy difícil de mantener constantemente en los laboratorios de las regiones de clima cálido, la temperatura real siempre será algo mayor, con lo que las características del material, pudieran aparentemente aparecer mejoradas, pero a continuación se hace el razonamiento de que el error cometido cae dentro del orden de magnitud del de las diferencias debidas a otras muchas causas inevitables, tales como las condiciones de moldeo, apisonado, personal, etc., y sólo en realidad puede haber concordancia de unos laboratorios con otros mediante el contraste del personal operador.

¹ Esto resulta en perfecto acuerdo con nuestras experiencias hechas en el laboratorio en colaboración con el alumno (hoy ya ingeniero) señor Iribas, publicadas en los números de 1 y 15 de diciembre último en esta Revista, con el epígrafe de *Curvas térmicas de fraguado*.

² En los pliegos de condiciones franceses, la clasificación de resistencias se define por las mínimas a la tracción, obtenidas después de siete y veintiocho días, por los aglomerantes en mortero 1 a 3 plástico.

La clase 20/25 corresponde a la categoría de cementos artificiales para trabajos excepcionales.

Como consecuencia de todo lo dicho se hace resaltar la importancia de mantener constantes temperaturas en los locales de conservación, lo mismo la del aire húmedo del ambiente que la del agua de inmersión, para conseguir lo cual, debe procurarse que dichos locales sean instalados en sótanos o protegidos por muros de gran espesor o de doble pared, reducir las aberturas a un mínimo, suprimiendo las ventanas y estableciendo calefacción o refrigeración fácilmente regulables, según las circunstancias.

Termina con la exposición de un caso práctico de instalación en un clima cálido, con refrigeración mediante cortina de agua fría (aprovechando la existencia de pozos con agua a las temperaturas de 13 a 14°) extendida sobre una tela metálica vertical, colocada paralelamente a uno de los muros del recinto, que exteriormente estaba expuesto al sol, disposición que a la vez contribuye al mantenimiento de un estado higrométrico constante y en las fotografías que acompaña aparecen, además, la disposición establecida para la comunicación entre las salas de amasado y conservación, mediante una estantería alojada en el espesor del muro divisorio, con grandes puertas especiales refrigeradas, maniobradas del lado de la sala de amasado.

* * *

En el segundo artículo se trata, como ya hemos dicho, de los hormigones en las obras, caso en el cual las diferencias de temperaturas pueden ser muy especiales, desde las glaciales hasta las de los climas tropicales; su influencia es mayor en las construcciones de gran superficie relativa y de más importancia que las del estado higrométrico de la atmósfera y las del viento, también sensibles; se expone el siguiente resumen de múltiples trabajos efectuados con variaciones corrientes de temperaturas y solamente con cementos portland, pues esta cuestión tratada para cementos aluminosos, da resultados completamente diferentes.

Las resistencias a largas fechas de los hormigones, no son sensiblemente modificadas por la temperatura del medio ambiente en que se conservan (a condición siempre de que el hormigón esté en condiciones satisfactorias de hidratación durante su endurecimiento, atmósfera saturada de humedad o sumergido en agua).

La rapidez con que se alcanzan las resistencias finales depende, por el contrario, muy directamente de la citada temperatura; esta rapidez será tanto mayor cuanto más alta sea la temperatura de conservación.

Los resultados obtenidos por nosotros para temperaturas comprendidas entre 5° y 45° demuestran que si en valor absoluto las variaciones de resistencia al cabo de un mes son todavía sensiblemente influenciadas por las temperaturas, no ocurre lo mismo con los valores relativos; en efecto, estos apenas han sufrido alteración en el intervalo comprendido entre los siete y veintiocho días, fecha esta última en la que, por regla general, se ha efectuado el desencofrado, pero aún no habrá sido puesta en carga la obra, por lo que puede deducirse que la época de puesta en explotación de la obra debe retrasarse cuando ha estado sometida a la acción de temperaturas bajas.

Se deduce también que la acción de la temperatura es mucho mayor en las primeras horas o en los primeros días del endurecimiento, debiendo tenerse muy en cuenta en las fechas de los desencofrados y puestas en servicio, pudiendo estar en determinados casos indicado la instalación de estufas húmedas que permiten acelerar las operaciones citadas, así como el calentamiento previo de los áridos y del agua del amasado, como el empleo de encofrados de gran espesor, rodeados de un recinto caldeado con vapor de agua o gases calientes.

Termina el artículo con la atinada observación de que, no obstante haber casi prescindido en todo lo expuesto de la influencia del estado higrométrico de la